The Future Okavango

Conclusões, Cenários e Recomendações para Ações

THE FUTURE OKAVANGO

SPONSORED BY THE

Federal Ministry of Education and Research

The Future Okavango

Conclusões, Cenários e Recomendações para Ações

Síntese do Relatório Final do Projeto de Pesquisa

2010 a 2015

Editado por

M. Pröpper, A. Gröngröft, M. Finckh, S. Stirn, V. De Cauwer,
F. Lages, W. Masamba, M. Murray-Hudson, L. Schmidt,
B. Strohbach, N. Jürgens

Hamburg & Windhoek
2015

SPONSORED BY THE
Federal Ministry of Education and Research

FONA Research for Sustainable Development BMBF

SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT

The Future Okavango

Conclusões, Cenários e Recomendações para Ações

© Universidade de Hamburgo 2015
Todos os direitos reservados

Publicado por: Universidade de Hamburgo – Biocentro Klein Flottbek
Ohnhorststraße 18
22609 Hamburgo - Alemanha

Editores: M. Pröpper, A. Gröngröft, M. Finckh, S. Stirn, V. De Cauwer, F. Lages, W. Masamba, M. Murray-Hudson, L. Schmidt, B. Strohbach e N. Jürgens

Layout e tipografia: *Sci.Script* — Mediengestaltung Meyenburg

Edição da Linguagem: P. X. Amphlet

Tradução: Ednéia Avelar

Printed by: Swaco Industries, Windhoek, Namibia

Circulação: 800/300 exemplares

Fotos de Capa: Manfred Finckh (frente), Stephanie Domptail, Rasmus Revermann, Alexander Gröngröft, Manfred Finckh (costas)

Versão Online: www.future-okavango.de

Citação:
M. Pröpper, A. Gröngröft, M. Finckh, S. Stirn, V. De Cauwer, F. Lages, W. Masamba, M. Murray-Hudson, L. Schmidt, B. Strohbach e N. Jürgens (2015): *The Future Okavango* – Conclusões, Cenários e Recomendações para Ações. Síntese do Relatório Final do Projeto de Pesquisa, 2010 a 2015, 199 pages.

Índice

Prefácio **5**

1 Introdução à síntese do relatório final **7**

2 A metodologia do TFO **15**

2.1 Ciências Naturais 16

2.1.1 Climatologia 16

2.1.2 Hidrologia 17

2.1.3 Ciências do Solo 18

2.1.4 Microbiologia 19

2.1.5 Botânica e sistema de ecologia 20

2.2 Ciências Sociais 21

2.2.1 Antropologia 21

2.2.2 Economia Institucional 22

2.2.3 Economia agrícola e ecológica 23

2.3 Geociências 23

2.3.1 Sensoriamento remoto 23

2.3.2 Modelagem e Ampliação do GIS 25

2.4 Transdisciplinaridade e envolvimento dos interessados 26

3 Situação atual da Bacia do Okavango **29**

3.1 O sistema socioecológico em Cusseque 38

3.2 O sistema socioecológico em Mashare 43

3.3 O sistema socioecológico em Seronga 50

4 Principais desafios e implicações para ações estratégicas **57**

4.1 Clima & Alterações Climáticas 57

4.2 Uso, disponibilidade & gestão das águas 64

4.3 Conservação e gestão de recursos naturais vivos e os seus serviços de ecossistemas 71

4.4 Agricultura & Segurança alimentar 88

4.5 Sociedade e Governância 103

5 Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros **115**

5.1 Gênese, lógica e definições de cenários 115

5.2 Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros para a Bacia do Okavango 117
5.2.1 Cenário 1: *A Corrida pelo dinheiro* 118
5.2.2 Cenário 2: *O crescimento verde* 121
5.2.3 Cenário 3: *A extração na bacia* 123
5.2.4 Cenário 4: *O crescimento lento* 125
5.3 Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros para Cusseque 127
5.3.1 Desenvolvimentos futuros para todos os cenários 127
5.3.2 Cenário 1: *A corrida pelo dinheiro* 128
5.3.3 Cenário 2: *O crescimento verde* 130
5.3.4 Cenário 3: *A extração na bacia* 133
5.3.5 Cenário 4: *O crescimento lento* 135
5.4 Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros para Mashare 138
5.4.1 Desenvolvimentos futuros para todos os cenários 138
5.4.2 Cenário 1: *A corrida pelo dinheiro* 139
5.4.3 Cenário 2: *O crescimento verde* 142
5.4.4 Cenário 3: *A extração na bacia* 145
5.4.5 Cenário 4: *O crescimento lento* 148
5.5 Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros para Seronga 151
5.5.1 Desenvolvimentos futuros para todos os cenários 151
5.5.2 Cenário 1: *A corrida pelo dinheiro* 152
5.5.3 Cenário 2: *O crescimento verde* 155
5.5.4 Cenário 3: *A extração na bacia* 159
5.5.5 Cenário 4: *O crescimento lento* 163
5.6 Comparação dos principais caminhos de desenvolvimento e seus impactos 166
5.6.1 Comparação das principais tendências de desenvolvimento 167
5.6.2 Um olhar mais atento ao desenvolvimento ao nível do núcleo central 169
6 Síntese 175
7 Referências 186
8 Consórcio TFO: participantes & autores contribuidores 193
9 Apêndice 199

Prefácio

THE FUTURE OKAVANGO

Durante um período de cinco anos (setembro de 2010 a agosto de 2015), 140 pesquisadores de oito países (Angola, Bélgica, Botsuana, Brasil, Alemanha, Namíbia, Portugal e África do Sul), 23 universidades e instituições de pesquisa adicionais, principalmente de Angola, Botsuana, Namíbia e Alemanha realizaram o projeto integrado de pesquisa transdisciplinar 'The Future Okavango' (TFO) dentro de toda a Bacia do Okavango-Cubango. O TFO fazia parte do programa internacional de pesquisa 'Sustainable Land Management', financiado pelo Ministério Federal Alemão de Educação e Pesquisa (BMBF), que por sua vez fazia parte da iniciativa guarda-chuva 'Pesquisa para o desenvolvimento sustentável' (FoNa). O TFO enfrentou o desafio de analisar experiências e identificar os impulsionadores de mudanças ecológicas e sociais com o objetivo de melhorar o uso sustentável dos recursos naturais na bacia hidrográfica. O projeto TFO buscou fornecer dados, conhecimentos científicos, cenários e estratégias que ajudarão a manter o funcionamento dos ecossistemas e seus serviços, bem como o bem-estar da sua população. Este livro é um dos resultados desse esforço.

O projeto coloca um forte foco na medição robusta de funções e serviços ecossistêmicos, incluindo o valor econômico. O estado atual dos recursos e funções ecossistêmicos relacionados ao clima, água, solos, microorganismos, cultivo e bosques foi estudado dentro da abrangência de toda a bacia, mas também com profundidade nos quatro núcleos de pesquisa. Dados de sensoriamento remoto GIS e modelos habilitaram a equipe do projeto para gerar mapas que cobrem toda a bacia hidrográfica. As alterações climáticas e outras alterações ambientais foram medidas, modeladas e projetadas e, assim, também integram estudos sobre a resiliência dos ecossistemas, por exemplo, após corte e queima subsequente ao impacto das queimadas.

A diversidade de práticas de uso da terra foi profundamente estudada, incluindo também as experiências com relação às opções alternativas de uso da terra, por exemplo, oferecidas pela abordagem da agricultura de conservação. Simultaneamente, a valorização dos recursos naturais por parte dos usuários locais da terra foi estudada juntamente com análises dos rankings de valores e bens, mas também ameaças e riscos por parte dos diferentes grupos de interessados. Isso também permite estudar a utilidade de incentivos, regulamentos e outros instrumentos de governo em nível local, provincial e nacional, e também a adequação de abordagens de governo transfronteiriço no quadro da comissão da OKACOM.

Ao final dos cinco anos, a equipe do projeto tem agora o orgulho de entregar todo o conhecimento relevante para os vários grupos de interessados.

Um primeiro conjunto de **informações básicas** disponíveis sobre a Bacia do Okavango já tinha sido impresso em formato de livro (Oldeland e outros, 2013). Além disso, o TFO já produziu mais de 70 teses de graduação, mestrado e doutorado, além de numerosas publicações em jornais e relatórios disciplinares (vide apêndice). Para garantir o acesso em longo prazo aos dados do projeto, o sistema de informação da Bacia do Okavango (OBIS) foi criado e estabelecido também em alguns locais na bacia (vide apêndice).

Agora, o novo livro aqui apresentado é ainda mais explícito no que diz respeito ao compartilhamento de **conhecimentos e recomendações**, que se espera apoiarão os tomadores de decisão da região em suas responsabilidades diárias para utilizar os recursos naturais com sabedoria, o que significa principalmente de forma eficiente e sustentável.

Ao mesmo tempo, o projeto TFO criou um nível de disponibilidade de dados novo e modernizado, que permite enfrentar novas fazes e promover novas perguntas.

Agradecimentos

Um projeto de pesquisa transdisciplinar e internacional como o THE FUTURE OKAVANGO (TFO) depende intensamente das muitas instituições e indivíduos que o apoiam. Primeiramente, gostaríamos de agradecer o Ministério Federal Alemão de Educação e Pesquisa (BMBF) pelo financiamento principal do projeto TFO sob os números de promoção 01LL091 2A, 01LL091 2D, 01LL091 2E, 01LL091 2F, 01LL091 2G, 01LL091 2H, 01LL091 2J e 01LL091 2M.

O TFO trabalhou para fornecer conhecimento científico para o apoio a vários interessados na Bacia do Okavango. Agradecemos a todos os interessados envolvidos em Angola, Botsuana e Namíbia por tornar este trabalho possível. Temos uma grande dívida com nossas fontes colaboradoras durante as atividades de pesquisa em várias partes da Bacia do Okavango. Gostaríamos de reconhecer o papel crucial de todos os pesquisadores do TFO envolvidos na coleta e processamento de dados para esta produção e também estamos gratos aos nossos muitos colegas pelo apoio contínuo e discussões críticas no decorrer do projeto. A equipe do projeto aprecia imensamente as permissões de pesquisa das respectivas autoridades nos três países africanos. Finalmente, gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão a todos os colegas que apoiaram este relatório final.

Nós agradecemos ao DLR pela disponibilização de dados do Arquivo Científico RapidEye.

Capítulo 1

Introdução à síntese do relatório final

O TFO e o desafio da gestão sustentável da terra na África Austral

A África, como muitas outras regiões em desenvolvimento do mundo, está enfrentando sérios desafios para a proteção dos ecossistemas enquanto melhora o bem-estar de suas populações. Os relatórios do IPCC destacaram a África como uma das regiões do mundo mais atingidas pela mudança climática global. Até 2020, entre 75 e 250 milhões de pessoas deverão ser expostas a um aumento da escassez de água devido às alterações climáticas. Eventos climáticos extremos irão aumentar com freqüência, intensidade e duração, incluindo as inundações e secas. O termo globalização descreve o processo em que as regiões, anteriormente periféricas, e seus recursos são cada vez mais atraídos para os mercados mundiais, o que leva a uma crescente utilização global dos recursos locais. A demanda por solos férteis e água doce continuará a transformar antigas terras comuns locais em mercadorias nacionais e globais, disputadas por agentes locais, nacionais e internacionais, com acesso diferenciado à riqueza e poder. O impacto sobre os seres humanos será mais grave e generalizado na África Subsariana. A mudança climática, o crescimento demográfico e a crescente e conflitante exploração dos recursos naturais, da terra e da água requerem abordagens inovadoras e sustentáveis para adaptação e abrandamento.

Como parte do programa de pesquisa internacional 'Gestão Sustentável da Terra', financiado pelo Ministério Federal Alemão de Educação e Pesquisa (BMBF), o projeto regional 'The Future Okavango' tem enfrentado o desafio de analisar as experiências e identificar os fatores de tal mudança, pesquisando especificamente a Bacia do Okavango. O Projeto TFO visa desenvolver novos modelos, cenários e estratégias que ajudarão a manter o funcionamento dos ecossistemas e de seus serviços, bem como o bem-estar da população. A região pesquisada, que integra as partes ativas da Bacia do Okavango no sudeste da Angola, nordeste da Namíbia e noroeste do Botsuana, está se transformando em um **hotspot** global de comercialização acelerada, mudança no uso da terra e potenciais conflitos deste uso. Ao mesmo tempo, ela ainda é amplamente dominada por práticas tradicionais de uso do solo, como a agricultura de subsistência de sequeiro, principal meio de subsistência para uma população africana predominantemente rural de pelo menos 1 milhão de pessoas. Essa população crescente, da qual três quartos vivem na parte de Angola anteriormente

Fig. 1: Várzea do Rio Okavango perto de Rundu. Foto: H. Göhmann.

Fig. 2: Delta do Okavango. Foto: H. Seidel.

devastada pela guerra, é em sua grande maioria pobre. Grande parte dos seus membros usa savanas e pântanos para garantir o bem-estar e buscar meios de subsistência tradicionais em territórios comuns. Em tal ambiente, os usos múltiplos dos serviços ecossistêmicos (ESS), tais como cultivo, pesca, animais selvagens, combustível, madeira, fibras, forragem e água, para satisfazer as necessidades básicas de energia, alimentos e abastecimento de água estão potencialmente transformando os ecossistemas por meio da sobreutilização e mercantilização, com conseqüências desconhecidas para os ecossistemas, bem como para os meios de subsistência locais.

Nesse contexto, o projeto buscou gerar conhecimentos científicos para apoiar uma gestão transfronteiriça integrada para a região do Okavango, que permita utilização sustentável e imparcial dos serviços ecossistêmicos. Para atingir esse objetivo, o projeto, que é formado por dez subprojetos disciplinares de ciências naturais e sociais, averiguou os processos e funções fundamentais dos ecossistemas, bem como uma grande variedade de serviços valiosos que a natureza oferece, que vão desde bens tangíveis, tais como alimentos e madeira, até benefícios intangíveis, como os valores espirituais do ambiente. O objetivo de todo o exercício foi, primeiramente, fornecer uma avaliação do estado atual dos ecossistemas e os serviços que são capazes de fornecer. Para essa tarefa, medições científicas e modelos elaborados foram utilizados para quantificar as funções e serviços fornecidos sob diferentes regimes de gestão. Uma segunda tarefa, igualmente importante, foi compreender como os interessados em diferentes níveis (os usuários e gestores da terra) valorizam e envolvem ativamente esses serviços em suas ações estratégicas diárias, bem como em planos futuros. Em terceiro lugar, o TFO tinha que apresentar projeções para o futuro, ilustrando caminhos alternativos que a dinâmica atual de uso da terra, as tendências populacionais e os planos de gestão poderiam seguir. Referimo-nos a essas projeções como cenários, que são uma ferramenta fundamental para ajudar os tomadores de decisão a entender melhor as conseqüências das decisões atuais. Cenários são construídos para mostrar e visualizar, sob uma variedade de estratégias de uso da terra e políticas de desenvolvimento, os benefícios e as implicações de todos os agentes envolvidos (do fazendeiro local ou do morador urbano até a empresa agroindustrial global).

Este livro é o resultado do esforço de pesquisa do projeto The Future Okavango (TFO), que teve duração de setembro de 2010 até agosto de 2015. Ele apresenta em vários capítulos o estado atual da bacia conforme avaliado pelo TFO, as principais conclusões e recomendações elaboradas por todas as disciplinas envolvidas e parceiros, além de

Fig. 3: Jovens a vender caça ligeira à beira da estrada. Foto: B. Kowalski.

Fig. 4: Mulheres a carregar mandioca, um alimento base importante em muitas comunidades rurais. Foto: A. Gröngröft.

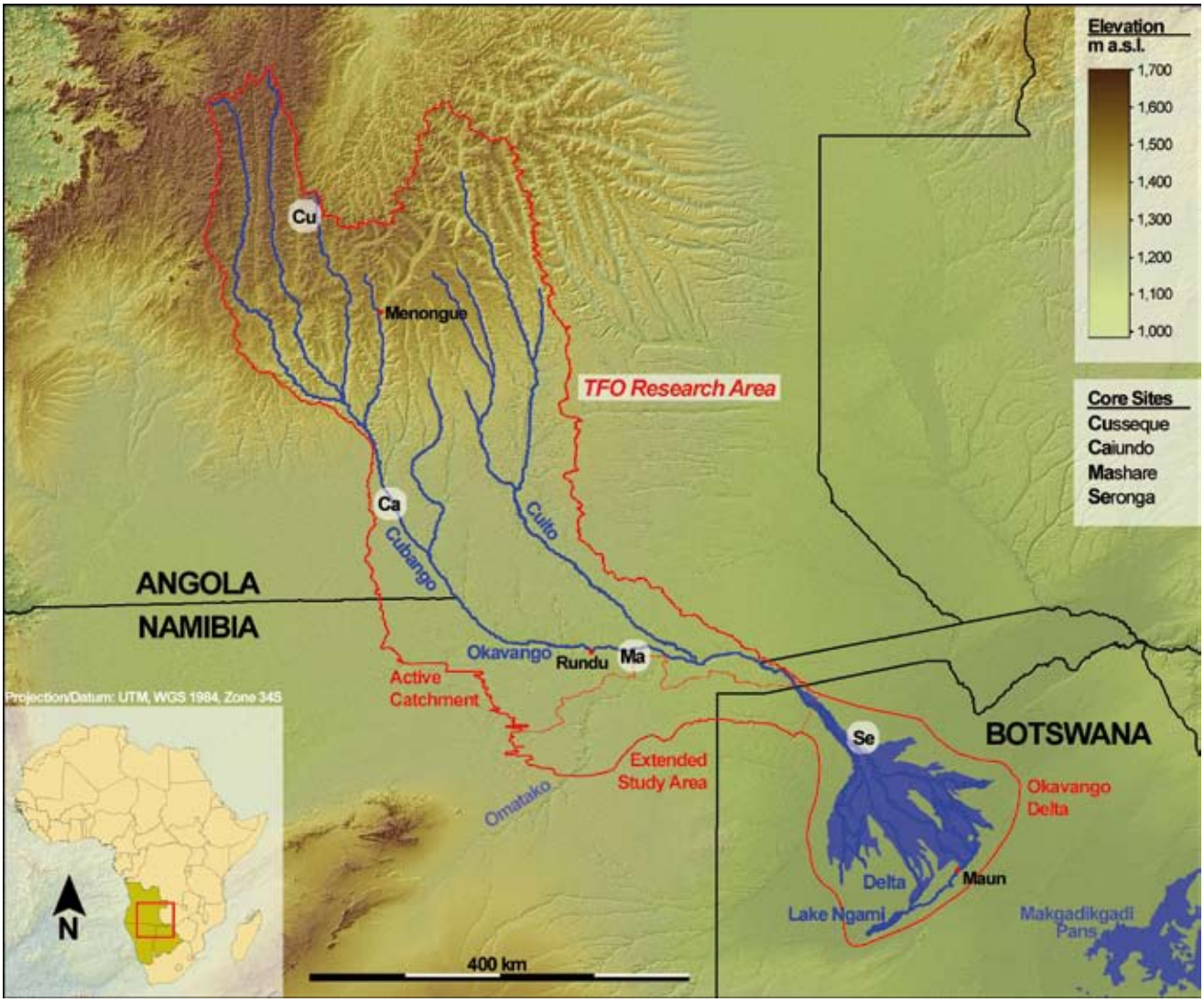

Fig. 5: A Área de Estudo do Projecto Futuro Okavango 'FORA'.

expor alguns cenários futuros para toda a bacia, bem como para os três núcleos de pesquisa em que o TFO atuou.

A FORA do TFO e a abordagem do núcleo central

Durante o processo de delineamento da área de pesquisa, os participantes do projeto TFO aprovaram a **FORA** (Fig. 5). A FORA tem área total de 228.106 km^2 e difere ligeiramente da bacia, embora definida inteiramente por critérios hidrológicos, o que é, por exemplo, usado pela OKACOM. A FORA compreende três subáreas:

a) A captação ativa na parte norte acima da estação de medição Mohembo, de acordo com a análise hidrológica do SP02, uma área delineada da bacia hidrográfica de última geração. É a conexão para o Delta. A captação não ativa Omatako e a Makgadikgadi Pan (Bacia do Kalahari) são excluídas. No entanto, a definição de captação ativa é muito próxima da utilizada pela OKACOM.

b) A área de estudo ampliada conecta a captação ativa e o Delta (ver abaixo). Ela corresponde às partes mais baixas da captação Omatako e segue como seu limite ao sul, enquanto a linha de contorno do mapa indica 1.000 a 1.200 metros acima do nível do mar. Além da conexão da captação ativa e do Delta (ver abaixo), a área de estudo é definida para incluir partes da importante região socioeconômica do Kavango da Namíbia. Isso é necessário dentro do foco do TFO devido ao do uso de recursos prevalecente no interior.

c) O limite do Delta é estabelecido com base em desenhos feitos pelo Instituto de Pesquisa do Okavango e pelo Serviço de Informação Ambiental da Namíbia, respectivamente, por Mendelsohn e Obeid em 2004. O delineamento foi adaptado para as necessidades específicas dos parceiros do TFO, incluindo, por exemplo, o lago Ngami e áreas ao norte do próprio Delta, que são estritamente definidas como áreas de pastagem do núcleo central de Seronga. Assim, a subárea do Delta não é definida de acordo com critérios hidrológicos **stricto sensu**.

Mesmo para um projeto de pesquisa que em seu pico envolveu 140 pesquisadores de sete países é impossível averiguar de perto todas as formas de uso da terra nas diver-

Fig. 6: Impressões dos três locais de estudo: Cusseque, Mashare e Seronga. Fotos: M. Finckh, H. Seidel, L. Schmidt.

sas configurações sociais, ecológicas e políticas da enorme Bacia do Okavango. Conseqüentemente, a equipe identificou e escolheu quatro núcleos conjuntos de pesquisa local, cada um com 100 km^2 de área (depois classificados como núcleos centrais: Cusseque, Caiundo, Mashare e Seronga), abrangendo toda a bacia, das cabeceiras até o Delta (Fig. 5). Com essa ação, o projeto TFO fez um movimento crucial em relação aos estudos interdisciplinares e intersetoriais, que representariam áreas e ecossistemas mais amplos dentro de cada um dos países. A idéia principal dos núcleos centrais conjuntos era que muitas das disciplinas de base local concentrariam suas atividades de trabalho e de pesquisa na mesma área.

A seleção desses núcleos foi guiada por diversas reflexões (por exemplo, segurança de acesso em Angola; localização entre dois medidores de água na Namíbia e localização no populoso enclave no Botsuana), mas, especialmente, para capturar uma variedade de sistemas ecológicos existentes, um conjunto representativo de tipos e intensidades de uso da terra atuais e um espectro de modernos impactos econômicos (mercados, novo planejamento do uso da terra, sistemas de irrigação, etc.). O núcleo central de Cusseque foi escolhido devido ao fato de ser representativo das áreas florestais de Miombo, com densidade populacional média, e Caiundo foi escolhido como representante das florestas escassamente povoadas. O núcleo central de Mashare é também representante das florestas densamente povoadas nas areias do Kalahari, já Seronga representa as áreas escassamente povoadas na transição entre as dunas do Kalahari e os pântanos do enclave. Além disso, os núcleos foram escolhidos de acordo com as propriedades geográficas (tamanho, acessibilidade), permitindo a igualdade de envolvimento de todas as disciplinas. Nesses núcleos, todos os parceiros envolvidos fundiram uma análise aprofundada com a mineração de dados e aplicação do conhecimento existente na avaliação dos serviços ecossistêmicos e uso da terra (Fig. 7). Em conjunto, os quatro núcleos centrais também representam regiões ao longo do gradiente físico-ecológico, com crescente temperatura média anual, precipitação decrescente e menos terrenos montanhosos, quando nos afastamos das terras montanhosas de Angola para o Delta (Weber 2013, Groengroeft e outros 2013).

Com o esforço da equipe específica desses núcleos nos três países, o TFO atingiu entendimento e análise sólidos de **(i)** fatores do sistema sócio-ecológicos, no contexto de uma população em crescimento; **(ii)** envolvimento cada vez maior de configurações e mercados, uma vez locais, em processos a nível global e **(iii)** aumento da procura de recursos como água, alimentos e energia. Isso significa compreender, especialmente, fatores relevantes que dificultam o desempenho do sistema e levam a usos ineficazes da terra e recursos (por exemplo, os diferentes níveis e percepções do usuário da terra sobre as melhores práticas de manejo). Como se tornou aparente, as pessoas que usam essa ampla bacia e os interessados tiveram que estar estreitamente envolvidos durante todo o processo de pesquisa. Como o TFO administrou esse desafio?

O envolvimento dos interessados

O projeto **The Future Okavango** se dedicou a fornecer benefícios significativos para as comunidades locais, especialmente nos núcleos de pesquisa, mas também em escala maior. Ciente da natureza de pesquisa do programa e da falta de um mandato para implantar intervenções, o projeto destinava-se a melhorar a condição de vida dos usuários de recursos locais por meio de um processo de aprendizagem mútua, em que os sistemas de conhecimento científico local e formal juntos, ajudam a identificar abordagens inovadoras de gestão sustentável. Além disso, estava previsto que as comunidades se beneficiariam de treinamento utilizando essas abordagens. Disponibilizar os resultados da pesquisa para funcionários do governo e prestadores de serviços também serviu como uma forma de pressionar os interesses das comunidades, que provavelmente se beneficiarão das melhorias resultantes na prestação de serviços.

Envolvimento dos interessados a nível local

Na escala local, este compromisso foi idealizado para habilitar o apoio dos Fóruns de Pesquisa Integrada e Gestão de Recursos (FIRMs). Os FIRMs são realizados por membros comunitários eleitos, que se encontram regularmente e iniciam ações de desenvolvimento consecutivo, envolvendo todos os prestadores de serviços necessários e implicados na solução de desafios de gestão de recursos a nível local. Como tal, os FIRMs são organizações de gestão de base comunitária. O TFO facilitou a sua criação e os usou como plataformas de engajamento dos interessados. Desde o início do projeto, a idéia era criar estruturas locais permanentes, com maior capacidade para promover processos de desenvolvimento conduzido pela comunidade e apoiados pelos interessados que fossem além da duração do projeto. Os FIRMs deveriam assumir a liderança na organização, planejamento e monitoramento de seu próprio desen-

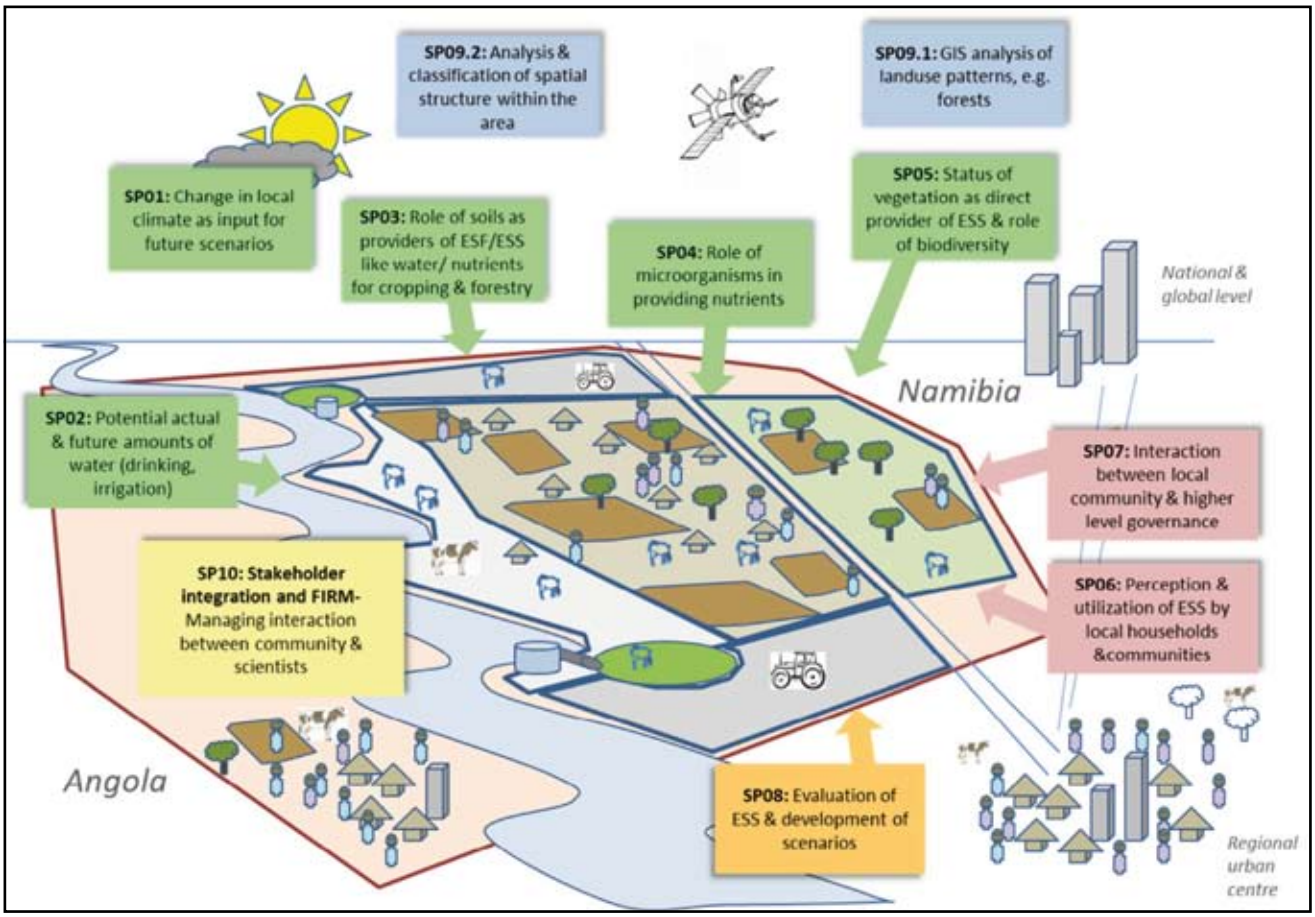

Fig. 7: Trabalho inter- e transdisciplinar no local de estudo de Mashare, Namíbia.

volvimento e pesquisa, assim como a coordenação das intervenções de seus prestadores de serviços, como as autoridades tradicionais, serviços de extensão do governo e ONGs e a comunidade científica (Kruger e outros 2003). Nesse sentido, o TFO, enquanto projeto, atuou como um provedor de serviços para os FIRMs locais, entre outros.

O TFO apoiou os FIRMs nos núcleos de pesquisa, bem como em outros locais, no desenvolvimento de planos interativos que foram utilizados para fins de implantação, monitoramento e avaliação. Dessa forma, conexões indiretas foram estabelecidas para uma ampla gama de interessados locais e regionais. Isso não significa que a equipe do projeto também não estabeleceu conexões diretas para esses interessados, mas os FIRMs serviram como um catalisador para os esforços de integração do TFO e os interessados. A estrutura organizacional dos FIRMs foi decidida pela comunidade, e em todos os núcleos foi vinculada aos Comitês de Desenvolvimento de Aldeias (VDC) já existentes.

Além do apoio e envolvimento com os FIRMs, o TFO empregou e treinou membros selecionados entre os usuários de terras rurais das comunidades como para-ecologistas. Por serem treinados no trabalho e durante oficinas anuais de capacitação em campo, os para-ecologistas aprenderam alguns dos conceitos e métodos de diferentes disciplinas científicas, ganharam experiência no monitoramento dos serviços ecossistêmicos e tornaram-se mais conscientes dos dilemas na gestão de recursos naturais. Como estavam firmados nas comunidades locais, os para-ecologistas foram uma conexão importante entre os interessados e os pesquisadores acadêmicos. Eles também ajudaram a equipe do projeto a desenvolver uma estreita relação com as comunidades de usuários da terra nas quais viviam e trabalhavam, e apoiaram a comunicação e tradução dos resultados da pesquisa.

Outra ferramenta para incentivar a discussão com os interessados e divulgar os resultados foi a filmagem participativa feita por membros da comunidade local. Os filmes foram utilizados como um meio para envolver os interessados no projeto e comunicar as atividades a diferentes públicos. Representantes dos interessados, tais como usuários de recursos locais, autoridades tradicionais e ONGs, desenvolveram a capacidade de conceituar, dirigir e filmar suas ansiedades. Isto iniciou discussões entre interessados científicos e não científicos. O processo de fazer filmes constituiu uma plataforma para a negociação de perspectivas diferentes e até conflitantes. Uma série de filmes relacionados aos serviços ecossistêmicos está acessível a uma ampla gama de interessados (ver anexo).

O envolvimento dos interessados em vários níveis governamentais

Com o objetivo de permitir um impacto além dos núcleos de pesquisa locais, o projeto TFO também se envolveu continuamente com formuladores de políticas em particular e também com influenciadores governamentais em geral. O importante nesse contexto foi o desenvolvimento de cenários e a previsão das conseqüências associadas a determinadas intervenções de desenvolvimento. Funcionários do governo a nível regional e nacional têm solicitado esse apoio. Além disso, a pesquisa do TFO pode avaliar a adequação das políticas implantadas atualmente para atingir os objetivos de desenvolvimento dos governos. O projeto abasteceu as autoridades com dados de base ecológica e socioeconômica que serão úteis no futuro para acompanhar a gestão, implantação e transformações relacionadas com as alterações climáticas nos sistemas sócio-ecológicos. As principais conclusões foram comunicadas de forma condensada, adaptadas às necessidades desse grupo de interessados.

Ao mesmo tempo, o projeto TFO dependia fortemente do apoio político das autoridades governamentais, como base para o sucesso do projeto. Os influenciadores políticos têm o mandato e autoridade para regular a gestão dos recursos naturais, portanto, o impacto do projeto eventualmente dependente da vontade de discutir, testar e implantar inovações políticas.

Como os FIRMs são uma importante plataforma dos interessados a nível local, o TFO identificou a Comissão Permanente da Água da Bacia do Rio Okavango (OKACOM) como um fórum crítico em nível regional. Guiados pelo espírito de gestão da Bacia do Rio Okavango como uma entidade única, os três Estados soberanos Angola, Botsuana e Namíbia concordaram em assinar o 'Acordo OKACOM' em 1994, em Windhoek, na Namíbia. O acordo obriga os Estados membros a promover o desenvolvimento coordenado e sustentável dos recursos hídricos regionais, enquanto abordam as necessidades sociais e econômicas legítimas de cada um dos estados ribeirinhos. Os três países reconheceram as implicações que os desenvolvimentos a montante podem ter sobre os recursos a jusante.

O projeto The Future Okavango fez fortes tentativas para se envolver continuamente com as estruturas da OKACOM em processos em andamento. Isso começou pela adaptação do plano de pesquisa do TFO para o Plano de Ação Estratégica da OKACOM (SAP). O TFO foi aprovado pela OKACOM como um projeto que contribui para a implantação do SAP. Dessa forma, o TFO forneceu contribuições cruciais identificadas pelos três países ribeirinhos como passos importantes rumo a uma gestão conjunta, pacífica e sustentável da bacia.

Como ler este documento

Este livro está organizado em vários capítulos essenciais, que vêm após esta introdução.

- **Capítulo 2, Metodologia**, oferece uma visão geral das diferentes metodologias que as várias equipes e disciplinas utilizaram. Este capítulo é destinado aos interessados que desejam entender melhor os processos pelos quais certos dados foram adquiridos e produzidos, e para compreender a sua validade e representatividade.
- **Capítulo 3, Situação atual**, oferece uma descrição condensada e integrada do status quo da bacia do Okavango, bem como dos quatro núcleos centrais, conforme avaliação do TFO. Atenção: tal descrição pode, naturalmente, não ser completa e talvez tendenciosa, de acordo com a especialização disciplinar dos cientistas envolvidos. No entanto, oferece aos interessados a mais ampla, factual e empírica descrição da situação atual. Para os leitores que gostariam de perguntar sobre os dados e literatura que foram usados para descrever certos temas e assuntos individuais, estes foram apoiados por descrições variáveis que podem ser encontradas no 'Apêndice', e que indicam os dados específicos e a literatura utilizada.
- **Capítulo 4, Principais conclusões**, apresenta um olhar aprofundado sobre as principais conclusões produzidas pelos diferentes parceiros envolvidos no TFO. Em suma, o TFO apresentou 45 descobertas, as quais foram divididas em cinco tópicos (Clima & alterações climáticas; Uso, disponibilidade & gestão das águas; Conservação e gestão de recursos naturais vivos e os seus serviços de ecossistemas; Agricultura & Segurança alimentar; e Processos de decisão/Interacção Social). Isso significa que os leitores podem procurar um tópico de interesse e, em seguida, encontrar várias conclusões relacionadas com esse tópico. Resultados individuais foram estruturados em **(1)** resultados específicos; **(2)** informação de base; **(3)** fontes de dados e literatura. Recomendações para acções relacionadas com estas descobertas podem ser encontradas resumidas no final dos respectivos cinco sub-capítulos.
- **Capítulo 5, Tendências de possível desenvolvimento futuro**, descreve o processo pelo qual o TFO desenvolveu quatro cenários futuros para a bacia e os três principais núcleos centrais, respectivamente. Além disso, oferece descrições dos possíveis resultados desses processos. Este é um capítulo longo que discute quatro caminhos alternativos para o futuro dos núcleos centrais e da bacia, embora, mais uma vez, certamente não de forma taxativa, e dará aos interessados e influenciadores muito o que pensar.
- **Capítulo 6, Síntese**, oferece um resumo dos resultados que este projeto de cinco anos entre parceiros alemães e africanos foi ou não capaz de alcançar. E também formula um caminho para futuras pesquisas.
- **A literatura**
- **O apêndice eletrônico** é composto por dois DVDs:
  - O **DVD A** contém mais material do TFO para uma leitura aprofundada, tal como informação de base sobre as variáveis usadas para os cenários, resultados adicionais específicos dos sub-projectos e na revista de acesso livre do TFO número especial Biodiversity & Ecology 5. **O documento 'Onde encontrar…?'** delinea como foi organizado o armazenamento da informação pós-TFO, e como é que leitores interessados podem encontrar informação, mapas, publicações, e outros materiais que foram produzidos pelo TFO.
  - O **DVD B** contém dados espaciais, mapas e uma versão do software de fonte aberta SAGA para manuseio dos produtos de mapeamento. Juntos, esses produtos formam um mapeamento e uma ferramenta de apoio à decisão baseada em GIS, que abastecem os interessados e tomadores de decisão com uma ilustração detalhada dos resultados do TFO, bem como permite que façam suas próprias avaliações do conhecimento do TFO.

Capítulo 2

A metodologia do TFO

Este capítulo oferece uma visão geral das várias metodologias que foram aplicadas pelas diferentes disciplinas no TFO ao longo do período de 2009 a 2015. A inter e transdisciplinaridade do TFO foram projetadas de acordo com o diagrama abaixo (Fig. 8), que descreve a cooperação entre os dez subprojetos disciplinares.

Os fluxos de dados e produtos entre os subprojetos estão indicados na figura acima com setas numeradas e serão explicados abaixo.

1. Informações sobre os padrões e processos do ESF e ESS foram introduzidas na análise de mecanismos e medidas sociais e econômicas para compreensão e otimização das práticas de uso da terra. Índices de referência forneceram locais onde o ESF e o ESS poderá ser avaliado comparativamente. Dados sociais foram usados para melhorar a pesquisa de campo das ciências naturais.
2. Indicadores para estabelecer os valores de vários ESS foram ajustados e dados climáticos registrados localmente foram fornecidos e modelados para auxiliar na avaliação.
3. A análise de paisagem baseada em GIS foi utilizada para auxiliar na seleção dos locais de estudo. Os dados registrados localmente foram ampliados para áreas maiores, usando informações baseadas em satélite e mapas baseados em RS e, além disso, estimativas de produtividade foram fornecidas para fins de estratificação. Dados registrados localmente, juntamente com dados climáticos, foram fornecidos para a análise de paisagem baseada em GIS. Dados de modelo ambiental baseados em GIS foram realimentados para informar medições locais.
4. Os dados baseados em GIS foram realimentados no processo de cenários para sugerir caminhos alternativos de uso da terra.
5. Análises de paisagem baseadas em GIS foram utilizadas para a seleção do local de estudo e mapas foram realimentados para participar da pesquisa de uso local do solo e regulamentos institucionais. Resultados socioeconômicos foram integrados na análise espacial.
6. Conclusões sobre dimensões culturais e socioeconômicas das mudanças de uso da terra, melhorias insti-

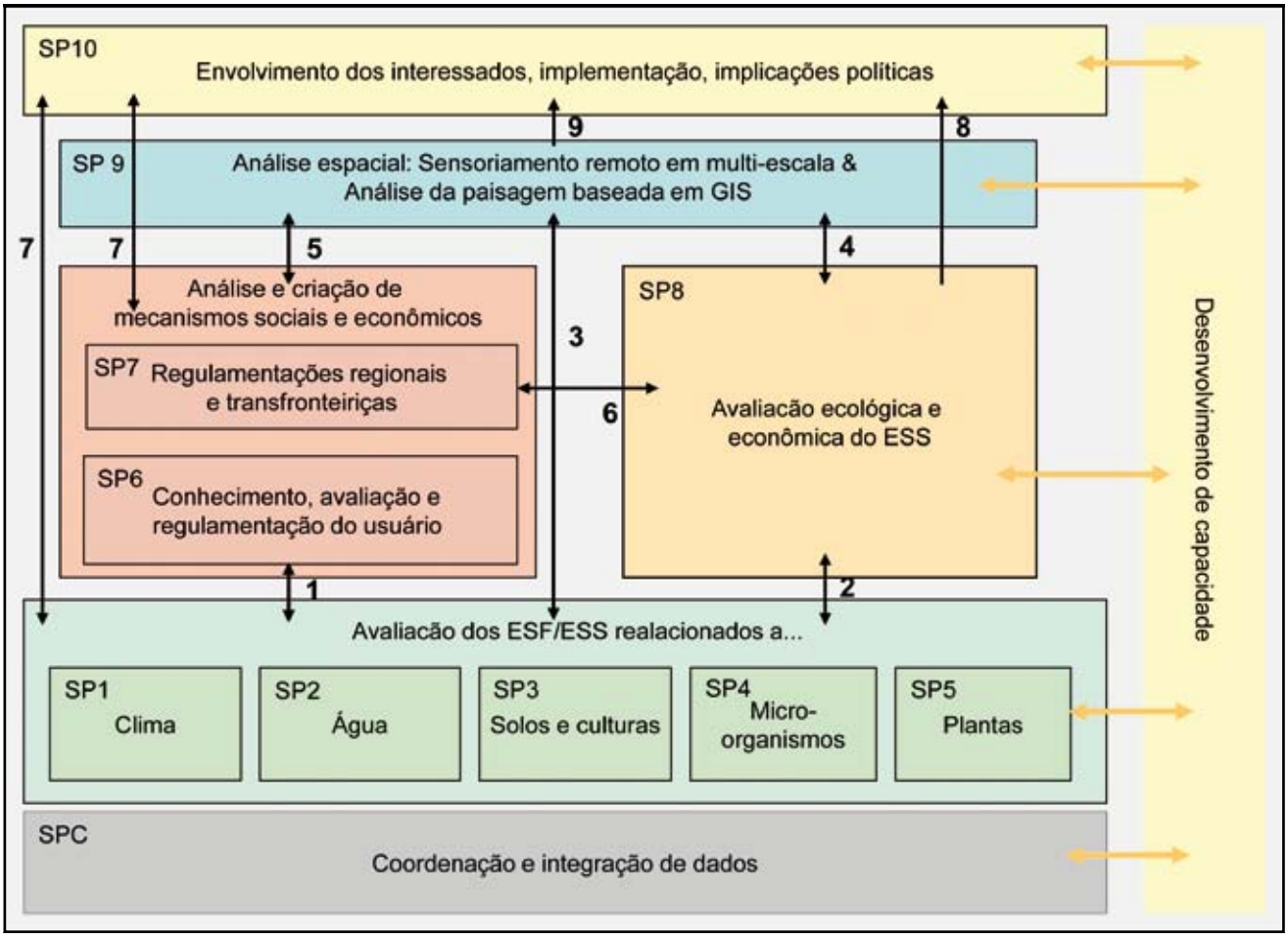

Fig. 8: Diagrama de fluxo esquemático da colaboração inter- e trans-disciplinar dentro TFO.

tucionais e alternativas de regulamentação foram utilizadas para apoiar a valorização econômica do ESS.

7. Conclusões sobre dimensões ecológicas, culturais e socioeconômicas das mudanças de uso da terra, melhorias institucionais e alternativas de regulamentação foram introduzidas nos produtos relacionados aos interessados, os quais foram envolvidos nos estudos locais.
8. Conclusões e implicações sobre a avaliação econômica, os valores, os custos e os benefícios do ESS foram introduzidas em produtos relacionados aos interessados e à análise das intervenções.
9. As análises de cenário baseadas em GIS de valiosos ESS foram usadas para informar produtos relacionados aos interessados e sugerir as implicações políticas.

Nas seções a seguir, oferecemos aos interessados uma descrição mais detalhada dos métodos utilizados por grupos disciplinares. Informações mais detalhadas e dados de contato, bem como literatura para leitores científicos especializados, podem ser encontrados no apêndice nos relatórios dos subprojetos.

2.1 Ciências Naturais

2.1.1 Climatologia

Para o processo de construção de cenários do TFO, as possibilidades de mudanças climáticas são de grande interesse, pois as transformações no clima da Bacia do Rio Okavango podem afetar todos os componentes do ciclo hidrológico e, portanto, a vida das pessoas que vivem nessa região.

Com o objetivo de desenvolver estratégias para a gestão sustentável do solo na bacia, cientistas de várias disciplinas e tomadores de decisão necessitam igualmente de informações de alta resolução sobre mudanças climáticas. Para gerar tais projeções detalhadas, modelos climáticos regionais são usados para diminuir gradualmente as simulações criadas por modelos de circulação global, ou seja, para calcular os dados climáticos com maior resolução espacial e temporal. As projeções climáticas, no entanto, contêm várias incertezas que devem ser consideradas e estimadas. A incerteza proveniente de modelos climáticos pode ser estimada por meio da aplicação de diferentes modelos de circulação global e de modelos climáticos regionais. Nas projeções de mudanças climáticas em longo prazo, porém, a maior parcela de incerteza é atribuída à contribuição humana nas mudanças climáticas, o que é resultado de desenvolvimentos desconhecidosda tecnologia, economia, estilo de vida e política.

Esta incerteza pode ser combatida com cenários de emissão diferentes que abrangem ampla gama de possíveis futuras emissões antropogênicas. No projeto TFO, as novas Concentrações de Caminhos Representativos (RCPs) são levadas em consideração, as quais incluem possíveis cenários de emissões antropogênicas tanto moderados (RCP4.5), quanto altos (RCP8.5) (Moss e outros 2010). Finalmente, a incerteza resultante da variabilidade do clima pode ser reduzida pegando-se a média de uma variável meteorológica ao longo de um período longo de tempo, por exemplo, 30 anos. No processo de construção de cenários do TFO, apenas o cenário de altas emissões (RCP8.5) foi considerado, uma vez que a curto prazo as vias de emissões de RCP8.5 são similares às projeções do antigo Relatório Especial sobre Emissões de Cenários (SRES) A1B. Assim, os resultados podem ser comparados com os cenários SRES utilizados em outros projetos de pesquisa.

Em detalhes, o subprojeto 01 gerou projeções de mudanças climáticas em alta resolução espacial para a Ba-

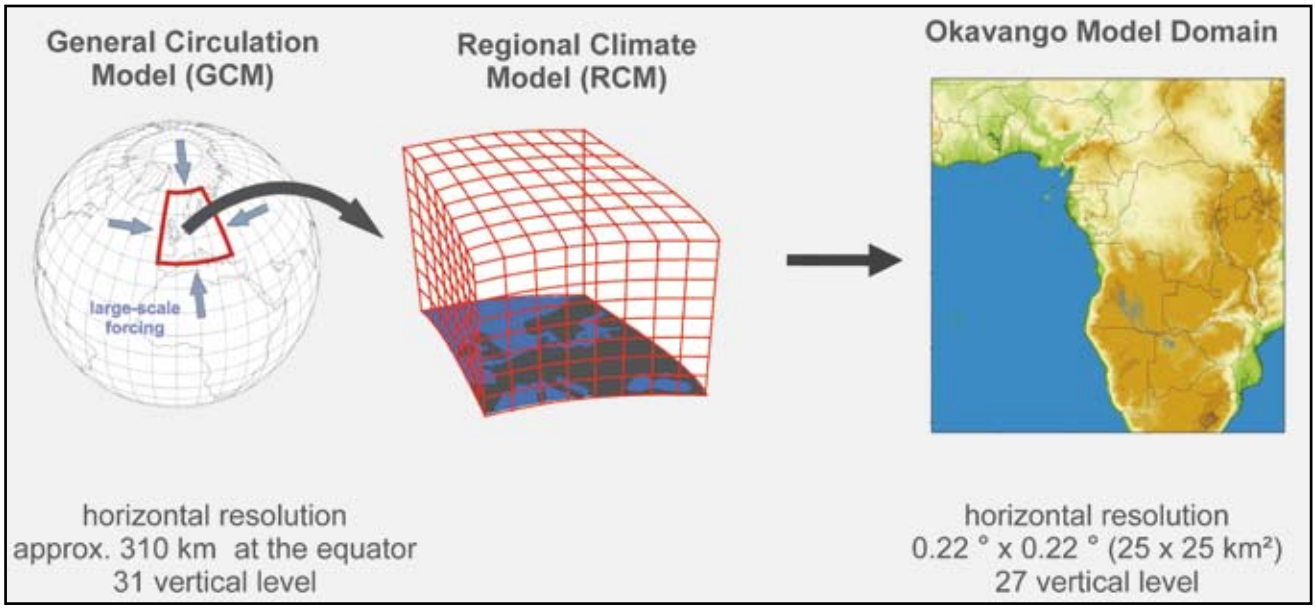

Fig. 9: Abordagem metodológica para a análise das condições climáticas presentes e futuras.

cia do Rio Okavango. As projeções regionais de mudanças climáticas foram reduzidas dinamicamente com o software de modelagem climática regional REMO (Jacob 2001), usando dados dos modelos de circulação global ECHAM6 (Stevens e outros 2015) e EC-EARTH (Hazeleger e outros 2010). Para obter a alta resolução espacial de 25 x 25 km^2 para as projeções de mudanças climáticas regionais, um método de 'aninhamento' duplo foi aplicado (ou seja, inicialmente, os dados climáticos foram reduzidos gradualmente para uma resolução espacial de 50 x 50 km^2, e posteriormente reduzidos novamente para uma resolução espacial de 25 x 25 km^2). Os sinais de mudanças climáticas foram analisados para um período futuro próximo, de 2016 a 2045, e referentes ao período de 1971 a 2000. A possível alteração em cada variável meteorológica é indicada por um intervalo (entre um valor mínimo e máximo), que expressa a incerteza resultante da utilização de dois diferentes modelos globais como entrada para o modelo de clima regional.

2.1.2 Hidrologia

A equipe de pesquisa estudou os processos do ciclo hidrológico na Bacia do Rio Okavango para avaliar seu estado atual e futuro, compreender as interações entre o clima e os fluxos hídricos na paisagem e, em última análise, com o objetivo de fazer uma avaliação qualitativa e quantitativa dos ESS/ESF hidrológicos. Para abordar este objetivo, dados de séries temporais relevantes (dados climáticos e de vazão do rio) e dados geoespaciais (mapas de uso da terra, solos, geologia e relevo) da bacia foram coletados e analisados para contribuir com conhecimento holístico do sistema hidrológico.

Baseado no conceito de Unidades de Resposta Hidrológica (Flügel 1996) e no sistema de modelagem hidrológica JAMS/J2000 (Kralisch e Fischer 2012 e Krause 2002), foram criados modelos de simulação matemática da bacia, abrangendo diferentes escalas espaciais e temporais. Nas regiões e períodos de tempo com pouca abrangência de dados climáticos medidos, dados ERA40

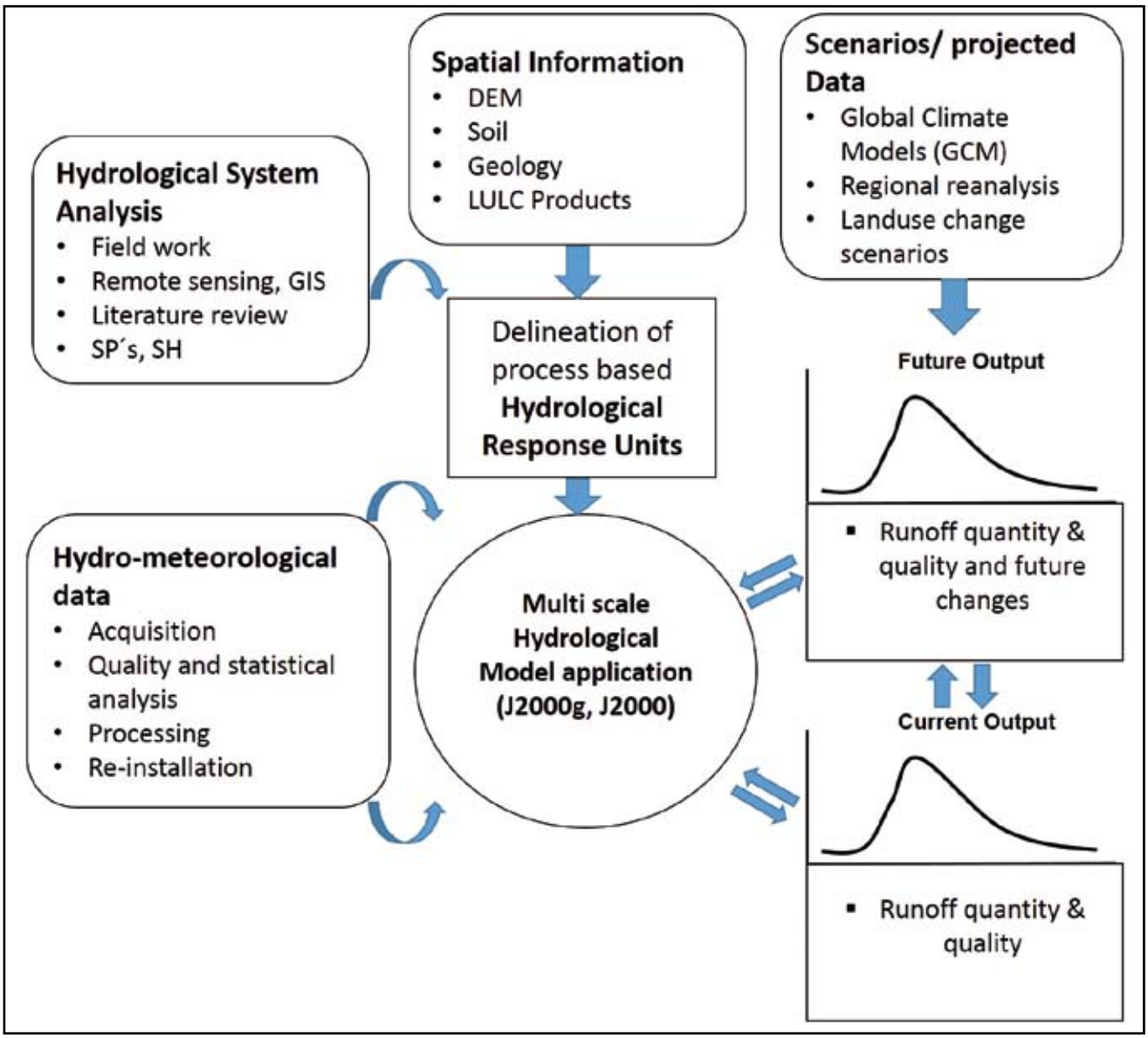

Fig. 10: Diagrama de fluxo esquemático da abordagem metodológica da equipa de investigação de hidrologia.

Fig. 11: Amostras de solo obtidas em Mashare, Namíbia. Foto: A. Gröngröft.

Fig. 12: Cientista do solo na estação de monitorização do solo e água. Foto: J. Luther-Mosebach.

de re-análise climática foram usados como **input** para o modelo JAMS/J2000 para preencher as lacunas. Usando esses modelos, condições do sistema hidrológico distribuídas espacialmente (por exemplo, evapotranspiração, umidade do solo, escoamento direto, fluxo de basee escoamento do rio) foram simuladas para as sub-bacias hidrográficas relevantes do Okavango, em resoluções temporais diárias e mensais para períodos de tempo recentes. Para a calibração e validação do modelo, foram utilizados dados representativos das microbacias na parte angolana da bacia, com uma boa abrangência dos dados medidos de escoamento do rio.

Usando os modelos calibrados da Bacia do Rio Okavango, o desenvolvimento futuro das condições do sistema hidrológico foi projetado, simulando mudanças nas condições climáticas com base nos cenários de emissões e cenários futuros RCP4.5 e RCP8.5 de mudança no uso da terra (por exemplo, o desmatamento). Devido à capacidade de avaliar o impacto das mudanças nas condições climatológicas e biofísicas nos processos hidrológicos, o método aplicado permite tirar conclusões valiosas sobre as tendências de desenvolvimento futuro, e pode informar aos interessados, planejadores da bacia e tomadores de decisão sobre opções eficazes de gestão dos recursos hídricos.

2.1.3 Ciências do Solo

O grupo de pesquisa das ciências do solo foca no papel dos solos em permitira provisão de serviços ecossistêmicos por meio de um número de funções específicas. Aqui, um desafio específico é equilibrar a análise em profundidade dos padrões e processos dentro do solo com a extrapolação dos conhecimentos existentes tanto espacial como temporalmente. Além disso, práticas agrícolas no Kavango namibiano e implantações de técnicas de agricultura de conservação, para melhorar a produção e a renda para as comunidades rurais, foram analisadas.

O inventário dos tipos de solo dentro dos núcleos centrais foi descrito e uma estratégia de amostragem foi concebida para cobrir todas as funções importantes do solo. Os núcleos centrais foram delineados e estratificados de acordo com a estrutura da paisagem e tipos de uso da terra, e várias situações de amostragem independente para perfis de solo e amostras mistas de solo superficial foram escolhidas em cada camada. No total, 1.382 amostras de solo foram retiradas de 410 locais designados, dos quais 267 eram perfis de solo e 143 eram amostras mistas de solo superficial. As propriedades físicas e químicas das amostras foram analisadas usando procedimentos laboratoriais padronizados, e os solos foram classificados de acordo com as normas internacionais (FAO 2006).

Para estudar a relação entre as condições climáticas, a vegetação e o equilíbrio hídrico no solo, duas abordagens foram seguidas: i) em nove pontos demarcados, estações de monitoramento automático de água no solo foram criadas e mantidas por pelo menos uma estação do ano. Estes dados são utilizados para validar os balanços hídricos modelados. ii) para condições de uso da terra e solos típicos dentro dos núcleos centrais, foram determinados dados específicos do local sobre as propriedades hidráulicas do solo e características da vegetação (distribuição de raízes e índices de área foliar). Combinadas com dados climáticos modelados para os núcleos centrais (consulte Climatologia) por um período de 30 anos (representando 1980 a 2010), as propriedades e balanço da água no solo foram modeladas utilizando o SWAP 3.2 (Kroes e outros 2008). A modelagem foi realizada diariamente para 30 diferentes variantes de uso da terra e do solo. A vantagem desta abordagem de modelagem é a possibili-

Fig. 13: Experiência **in situ** para determinar os processos de libertação de azoto, i. e. taxas de amonificação e nitrificação sob condições naturais. Foto: K. Huber.

Fig. 14: Experiências de campo nas terras de agricultura familiar em areia do Kavango: A plantar feijão-frade com inoculante à base de turfa de bactérias simbiontes para fixação de azoto (*Bradyrhizobium*). Fotos: B. Reinhold.

dade de gerar conhecimento por um longo período de tempo sob diferentes cenários ambientais.

Os estoques de carbono do solo foram quantificados para todas as unidades de paisagem e de uso do solo até a profundidade de 1 metro. Os gradientes de fluxo local e de concentração de CO_2 no solo foram medidos por camada em três terrenos em unidades mais importantes de paisagem e uso da terra. Perfis de concentração de CO_2 foram determinados através da coleta de amostras de gás em diferentes profundidades do solo, utilizando-se tubos de alumínio inseridos verticalmente. Os fluxos foram medidos utilizando um método de câmara fechada e foram comparados com os fluxos modelados pelo método de gradiente utilizando o perfil de concentração de CO_2 (Maier e Schack-Kirchner 2014).

Para os solos de todas as unidades de paisagem, avaliamos a fertilidade com base na acidez medida e nas concentrações de carbono orgânico e de nutrientes de nitrogênio, potássio e fósforo. Essas avaliações foram utilizadas para estimar os rendimentos potenciais na aplicação do modelo QUEFTS (Avaliação Quantitativa da Fertilidade de Solos Tropicais (Sattarie e outros 2014)). Este modelo genérico combina as relações empíricas entre a aplicação dos três nutrientes N, P e K no rendimento das culturas, com suposições teóricas sobre a disponibilidade de nutrientes no solo. A suposição geral sobre o crescimento das culturas é que elas precisam dos três nutrientes em proporções específicas. No entanto, se no solo o equilíbrio mais favorável da disponibilidade de nutrientes não é percebido, as culturas são capazes de variar a absorção de nutrientes entre um limite inferior e superior. Além disso, foi desenvolvido um índice de fertilidade do solo (SFI), assim como um índice específico do local, o qual se imagina ser proporcional ao potencial de rendimento, se ambos os outros fatores (abastecimento e gestão de água) estiverem em sua melhor condição.

2.1.4 Microbiologia

O subprojeto microbiológico, primeiramente, objetivou compreender melhor e analisar o ciclo de nutrientes microbianos do solo. Os microrganismos do solo são os principais fatores da recuperação de seus nutrientes (ou seja, de carbono, nitrogênio e fósforo) e, portanto, afetam diretamente a sua fertilidade, já que são capazes de liberar nutrientes de resíduos de culturas e adubo e transferir o nitrogênio frequentemente limitado diretamente do ar para o solo. As análises do ciclo de nutrientes microbianos foram baseadas no conhecimento da quantidade e composição de biomassa bacteriana e na quantificação das reações de bactérias-chave nos solos. Com esse propósito, o subprojeto SP04 do TFO desenvolveu e utilizou métodos adequados para **(i)** a determinação da biomassa bacteriana do solo, **(ii)** a detecção de mudanças na composição da comunidade bacteriana ativa no solo, **(iii)** o estudo do potencial de regeneração de nutrientes de microrganismos relevantes em culturas de laboratório, **(iv)** as medições do fluxo de CO_2 nos campos, **(v)** a quantificação da amonificação líquida (um processo de liberação de nutrientes) e nitrificação (conduzindo à perda de nutrientes) como partes importantes do ciclo do nitrogênio no solo, bem como da avaliação das atividades do gene bacteriano no ciclo de nitrogênio, **(vi)** a determinação do potencial de degradação da complexa matéria orgânicado solo e **(vii)** a mudança na composição da comunidade bacteriana ativa do solo, induzida por diferentes substratos relevantes do solo.

Em outra etapa, a equipe microbiológica averiguou o acoplamento do ciclo de nutrientes, a diversidade microbiana e as práticas de gestão do solo. Vários solos representando diferentes usos e/ou tipos foram escolhidos como amostra, dos quais isolados bacterianos, imagina-se que desempenham um papel importante no ciclo de nutrientes do solo e no potencial de recuperação da sua

fertilidade, foram cultivados. Métodos de isolamento intensivo aplicados às camadas solidificadas renderam mais de quinze culturas puras, assim como membros relevantes da comunidade microbiana do solo, o que irá melhorar nosso conhecimento sobre o ciclo de nutrientes microbianos em solos de savanas subtropicais.

Por último, as bactérias como biofertilizantes responsáveis por descargas de nitrogênio foram examinadas. Simbioses fixadoras de nitrogênio entre *Fabaceae* e rizóbios formam nódulos radiculares que distribuem o nitrogênio do ar para a planta, aumentam o teor de nitrogênio do solo. Legumes e grãos locais de pequenas propriedades agrícolas na Namíbia e Angola foram selecionados devido aos nódulos radiculares eficientes e as bactérias simbióticas foram isoladas em culturas puras. Ganhamos uma coleção de 91 rizóbios e caracterizamos essas bactérias (relações taxonômicas e fisiologia). A capacidade simbiótica para formar nódulos radiculares fixadores de nitrogênio, com hospedeiros de leguminosas locais, foi analisada em laboratório e cepas eficientes foram selecionadas para testes de campo na região do Kavango. A turfa foi usada como portador para as bactérias, assim como tecnologia inoculante para depósito de sementes antes da plantação.

2.1.5 Botânica e sistema de ecologia

O grupo de pesquisa botânica e ecológica estudou padrões e dinâmica da vegetação e os serviços ecossistêmicos nela baseados. Para analisar a composição de espécies e estrutura da vegetação dos principais tipos de ecossistemas na bacia do Okavango, várias centenas de lotes de vegetação de diferentes tamanhos foram criados por toda a bacia hidrográfica, das terras montanhosas do Bié descendo até o Delta. A equipe seguiu um plano aleatório de amostragem estratificada, com o objetivo de cobrir todas as principais unidades de vegetação dos quatro núcleos centrais e ao nível da bacia. Unir esses dados de vegetação às classificações de cobertura da terra com base em imagens de satélite (Landsat, MODIS análises temporais de séries), permitiu a geração de um mapa da vegetação da bacia e dos núcleos centrais.

As unidades de vegetação criadas serviram como informação espacial de base para averiguar as alterações espaciais e temporais na vegetação e no fornecimento de serviços ecossistêmicos específicos. Lotes de vegetação localizados em diferentes fases de sucessão vegetal ajudaram os pesquisadores a analisar como os ecossistemas de florestas naturais e bosques se regeneram após o uso, pela agricultura ou exploração. Curvas de distribuição de categorias foram calculadas para avaliar o potencial de regeneração de florestas e matas ciliares. Como a madeira e outros produtos arbóreos são importantes serviços ecossistêmicos, a equipe mediu a altura e diâmetro das árvores nos lotes usando o método DBH. Com base nessas medidas, a biomassa arbórea permanente foi calculada por meio da aplicação de funções alométricas. No núcleo central de Cusseque, a biomassa subterrânea foi avaliada por meio da colheita de todas as estruturas arbóreas nos primeiros 50 cm de profundidade de pequenos buracos no solo. A biomassa arbórea foi calculada por unidade de vegetação e com base na área de cada uma delas, sendo que o total por núcleo central e para a FORA foi extrapolado.

Os estoques de carbono da biomassa arbórea permanente foram aproximados através da multiplicação pelo fator 0,5 (a média de conteúdo de carbono da biomassa arbórea é de cerca de 50 %). O potencial de pastagem e folhagem foi estimado localmente através de medições volumétricas de biomassa permanente, colheita e análise posterior de forragens e modelagem.

Para avaliar a importância dos habitats florestais e dos bosques para a avifauna, foram feitos censos das aves nos núcleos centrais de Cusseque, Caiundo e Seronga,

Fig. 15: Cientistas estabelecem um plot de vegetação em Cusseque, Angola. Foto: M. Finckh.

Fig. 16: A pesar um tronco de *Julbernardia paniculata* para determinar o consumo de biomassa lenhosa em Cusseque, Angola. Foto: R. Kissanga.

usando-se a contagem por pontos. Para mapear a pureza da paisagem dos núcleos centrais e da FORA, o grau de naturalidade das unidades de vegetação foi determinado e dividido em classes indo de muito alta (natural) a muito baixa (não natural). Os principais obstáculos interrompendo a conectividade dos ecossistemas de paisagem, como estradas, cordões veterinários e cidades maiores, foram incorporados à avaliação.

Devido ao vasto e quase inacessível interior da Bacia do Okavango, abordagens de modelagem foram indispensáveis para extrapolar os resultados para a escala da bacia. Para modelar a diversidade de espécies e a distribuição de importantes espécies arbóreas, utilizamos técnicas de modelagem de distribuição de espécies (SDMs).

A transpiração das matas ciliares no Delta (e as perdas associadas de água do Delta) foi estimada por meio da medição do fluxo de seiva das espécies de árvores dominantes e da aplicação de modelos para a transpiração das plantas.

No planalto angolano, condições microclimáticas moldam as paisagens de vegetação e as opções de limite para o uso agrícola. Para entender o mosaico de vegetação, a equipe instalou 21 estações de medição microclimáticas no vale principal e nos afluentes do núcleo central de Cusseque.

A provisão de serviços para as comunidades locais é o centro do conceito doserviço ecossistêmico. A vegetação fornece plantas medicinais, materiais para construção e frutas silvestres, entre muitos outros serviços. Com o objetivo de avaliar o conhecimento das pessoas sobre as plantas locais e seu uso, entrevistas foram realizadas nos núcleos centrais e grupos de moradores locais foram convidados a listar todas as espécies de plantas que usam, de acordo com categorias de uso pré-definidas.

2.2 Ciências Sociais

No núcleo de atividades da ampla equipe de ciências sociais do TFO, uma pesquisa de base socioeconômica (SEBS) foi projetada conjuntamente. De 2011 a 2012, a equipe realizou uma pesquisa domiciliar estruturada em todas as áreas de estudo de caso em três províncias adjacentes à bacia do Okavango, que continha perguntas para as famílias sobre seus atributos sociodemográficos, consumo e condição de vida, atividades de produção familiar, fontes de rendimento e despesas. A coleta de dados foi realizada em novembro e dezembro de 2011, em Mashare/Kavangos, na Namíbia e Seronga/Ngamiland, no Botsuana. Em setembro e outubro de 2012, uma pesquisa semelhante foi realizada em várias aldeias na área metropolitana do núcleo de Chitembo na província de Bié em Angola. As pesquisas foram executadas com a ajuda de entrevistadores treinados.

2.2.1 Antropologia

O projeto de pesquisa antropológica facilitou a comparação das três comunidades/núcleo centrais que têm sido estudados intensivamente por meio de trabalho etnográfico de campo em longo prazo por equipes mistas de estudantes de pós-doutorado e mestrado vindos da Alemanha e da África. Todas essas equipes trabalharam com metodologias comparáveis, engajados em estreita troca uns com os outros, e criaram uma pesquisa de ciências sociais cortando transversalmente por meio das comunidades, empregando diversas estratégias de alimentação e de rendimento ao longo do rio Kavango e no interior. Os estudos usaram trabalho de campo etnográfico intensivo e observação participativa. Em todos os núcleos, as equipes coletaram dados comparáveis qualitativos e quantitativos sobre o conhecimento ecológico, a valorização da natureza, os padrões de consumo modificados e as estruturas de incentivos e

Fig. 17: Formação de entrevistadores na área de Chitembo, Angola. Foto: B. Kowalski.

Fig. 18: Investigação sobre o consumo de comida no agregado familiar. Foto: M. Pröpper.

Fig. 19: Experiência de escolha em Mashare, Namíbia. Foto: L. Brown.

Fig. 20: Introdução na sessão da experiência em Seronga, Botswana. Foto: L. Brown.

Fig. 21: Entrevista com utilizador da terra sobre o seu sistema agrícola. Foto: S. Domptail.

tomada de decisões que influenciam a gestão dos ecossistemas e seus serviços. A capacidade de observação foi um complemento vital para uma avaliação confiando puramente em dados orais. Era imperativo para a pesquisa obter compreensão etnográfica sólida de diversas atividades e transações domésticas, usando micro levantamentos quantitativos, por exemplo, pela listagem livre do conhecimento ambiental das famílias, mapeando suas avaliações ambientais com mapas de valor paisagístico, entrevistando subamostras sobre suas receitas e despesas, inventariando as posses domésticas e registrando suas histórias de aquisição de posses. Os dados coletados sobre a situação socioeconômica atual foram complementados com estatísticas nacionais e relatórios literários para delinear as diferenças nacionais e regionais em matéria de população, infraestrutura, diferentes desenvolvimentos históricos etc.

2.2.2 Economia Institucional

O subprojeto 7 estudou fatores e instituições que influenciam a prestação de serviços ecossistêmicos e promovem a adoção de suas inovações sustentáveis. A análise, que aconteceu em diferentes níveis de agregação, utilizou várias ferramentas de pesquisa de ciências sociais e econômicas, incluindo modelos teóricos e empíricos, diferentes tipos de pesquisas, entrevistas e experimentos econômicos, e métodos de elicitação de preferência. Características socioeconômicas, modos de vida e estruturas de preferência das famílias foram analisadas usando pesquisas em nível individual e familiar. Na análise das instituições relevantes de tomada de decisão no nível dos agregados familiares, bem como dentro das famílias, a equipe utilizou uma combinação de modelagem teórica formal de otimização intergeracional, entrevistas qualitativas com especialistas sobre leis consuetudinárias e educação e entrevistas domiciliares semi-estruturadas sobre questões relacionadas com a educação e trabalho. Padrões de cooperação e o comportamento individual de tomada de decisão de usuários de recursos na gestão do ESS foram apurados através da combinação de experiências econômicas de campo moldadas, que foram concebidas de acordo com situações da vida real e métodos empíricos quantitativos com base em dados de pesquisa. Para descobrir as preferências por diferentes formas de desenvolvimento, foram realizados testes de escolha com chefes de família. O papel da estrutura regulamentária, incluindo o direito consuetudinário e as estruturas de governo nos níveis mais elevados e sua influência sobre o fornecimento de ESS, foi averiguado por meio de entrevistas com especialistas e publicações literárias.

2.2.3 Economia agrícola e ecológica

A equipe agronômica aplicou uma combinação de diferentes métodos de pesquisa. Primeiro, conduziu uma análise do sistema agrícola para a identificação de estratégias típicas de cultivo dentro da bacia, seguindo a estrutura conceitual de Ruthenberg (1971) para a agricultura camponesa tropical, e se baseou em entrevistas semi-estruturadas e exploradoras realizadas em grupos focais em todos os núcleos centrais, com as autoridades locais tradicionais, agricultores experientes, cientistas e oficiais do serviço de extensão local. Essa análise ao nível das famílias foi, em seguida, complementada com uma análise da importância do fluxo de material e energia em Cusseque e Seronga (MEFA, consulte Singh e Grünbühel 2003), que retrata as sociedades rurais como organismos vivos e permite uma análise de seus fluxos e uso de energia internos. Essa análise foi combinada com a pesquisa socioeconômica domiciliar do TFO e as duas fontes de dados permitiram que o SP 08 estendesse a análise ao nível da aldeia. Os resultados obtidos a partir destas fontes de dados foram então interpretados em face de teorias importantes sobre os caminhos de desenvolvimento típicos de sociedades agrárias (Boserup 1965, Jayne e outros 2014, Headeye-Jayne 2014, Barret 2008, Fischer-Kowalski e outros 2011). A avaliação do rendimento e fertilidade do solo do TFO forneceu dados quantitativos para apoiar estas descobertas. Em seguida, o SP 08 realizou uma análise das percepções dos interessados sobre o sistema ORB de uso da terra e de recursos com base no domínio da ecologia política. Nessa análise, os interessados são vistos como parte de um sistema multi-escala, multinacional e multi-setorial de uso da terra e percepções, assim como conflitos, foram analisados através desta estrutura de pesquisa inter-escala. Foram realizadas 90 entrevistas com os principais interessados em escalas local, regional, nacional e da bacia do ORB. Destas, 80 foram analisadas utilizando-se exame de conteúdo para avaliar as percepções dos interessados sobre o sistema de uso da terra e potenciais fontes de conflito resultantes. E por último, a modelagem de escolhas e entrevistas semi-estruturadas com turistas foram conduzidas para avaliar a inclinação dos mesmos a pagar um valor adicional para ajudar a conservar certos aspectos biofísicos do Delta do Okavango ou alterar as características de gestão de empresas turísticas locais.

2.3 Geociências

2.3.1 Sensoriamento remoto

A análise de um sistema complexo como o da bacia do Okavango deve ser baseada em vários descritores que permitam uma avaliação holística do sistema. A equipe de sensoriamento remoto considerou essa complexidade, derivando vários mapas descrevendo o estado e a dinâmica da bacia. O trabalho foi baseado em imagens de satélite e se concentrou em duas escalas espaciais: a bacia hidrográfica inteira (período de observação de 2000 a 2013) e os maiores núcleos centrais (período de observação de 1984 a 2014).

Na escala da bacia, os principais sistemas de uso da terra e tipos de vegetação funcional foram verificados, juntamente com as suas mudanças ao longo do tempo. Com esse propósito, os indicadores de fenologia foram obtidos a partir de séries temporais de imagens de satélite, utilizando um modelo **spline** polinomial. Com base nessas informações, os principais sistemas de cobertura da terra foram delineados. Outro componente é a avaliação climaticamente imparcial da produtividade dos ecossistemas e da dependência da vegetação na variabilidade de precipitação. Para conseguir isso, os dados de observação da Terra, que servem como um **proxy** para a produtividade primária líquida, foram relacionados com dados de precipitação em grade. Além disso, foram criados mapas relevantes para ilustrar o regime de incêndio em relação ao padrão espacial, sazonalidade e frequência, os quais foram avaliados com base em produtos disponíveis de sensoriamento remoto de incêndio.

Em âmbito do núcleo central, séries temporais do satélite Landsat foram empregadas para avaliar a cobertura da terra, bem como suas mudanças. Dada a elevada heterogeneidade encontrada nas áreas de teste, foram combinadas diferentes técnicas aprimoradas de classificação de sensoriamento remoto. Além disso, a cobertura arbórea foi calculada de forma que nos mapas resultantes essas categorias amplas poderiam ser complementadas com informações sobre a densidade da vegetação. Essas técnicas foram empregadas por diferentes intervalos de tempo, assim, para cada posição no mapa resultanteo respectivo desenvolvimento (ou estabilidade) poderia ser documentado. Dados geoespaciais adicionais, tais como informações sobre estradas, assentamentos, etc. foram usados para ilustrar os padrões espaciais da expansão da agricultura, escolha entre diferentes estratégias de uso da terra, etc.

Um terceiro componente importante tratou da análise da dinâmica de migração de herbívoros e a criação de mapas dos habitats. Foram instalados GPSs em três búfalos e três zebras e seus padrões de movimento foram monitorados durante um período de, aproximadamente, dois anos. Além disso, foram analisados os valores nutricionais dos diferentes ecossistemas visitados durante a estação úmida e seca. A combinação dessa informação com a informação espacial coletada de diversas fontes permitiu a geração de mapas de habitats adequados, descrevendo a variabilidade sazonal que constitui a base dos padrões de movimento dos herbívoros.

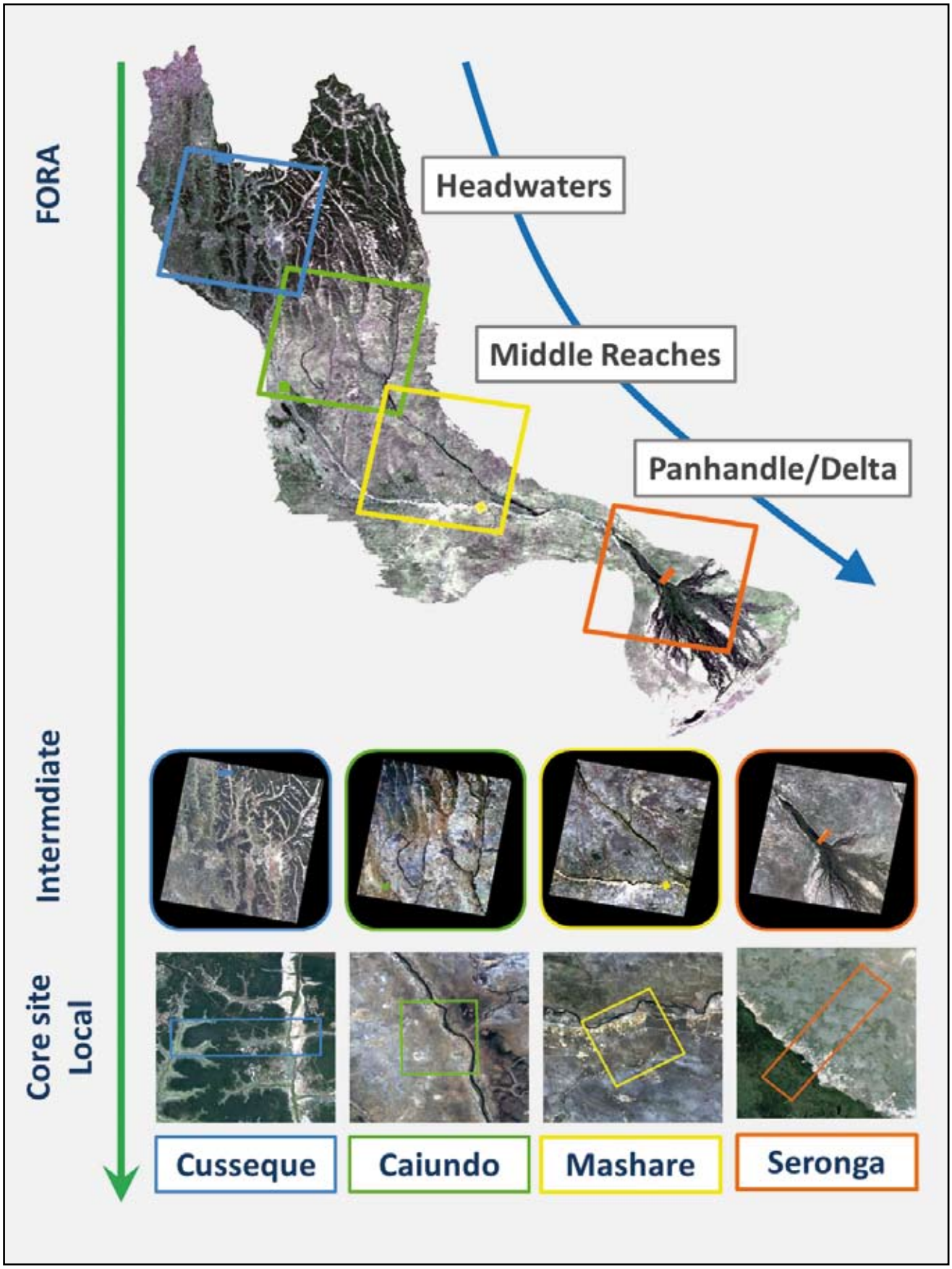

Fig. 22: Distribuição das unidades de investigação do TFO e a sua extensão espacial. O nível do local de estudo é o nível de referência comum para todas as disciplinas; para o nível FOR A, análises específicas neste nível são integradas com as análises dos locais de estudo, e áreas maiores cobertas por imagens de satélite são usadas para integração e aumento de resolução.

Fig. 23: Encontro da FIRM em Mashare, Namíbia. Foto: H. Seidel.

2.3.2 Modelagem e Ampliação do GIS

O SP09.2 utilizou, principalmente, sistemas de informação geográfica (GIS) e métodos de mapeamento digital. Em termos de software, o líder do mercado ArcMapda ESRI foi utilizado, em conjunto com o SAGA (Sistema de Análise Geocientífica Automatizada), um software gratuito e de fonte aberta de GIS, desenvolvido por participantes do SP09.2. A arquitetura modular do SAGA permitiu a personalização detalhada para as necessidades do TFO.

O mapeamento e apoio de análise espacial para os outros subprojetos foram fornecidos durante todo o projeto. Em cooperação com outros subprojetos, a definição dos núcleos centrais e da Área de Pesquisa do **The Future Okavango** (FORA) foi realizada.

Além dos dados gerados pelo TFO, conjuntos de dados disponíveis de terceiros foram incluídos em algumas análises. Um **input** central para análise da paisagem foi o Modelo de Elevação Digital da Missão Topográfica por radar do Shuttle (SRTM) (Jarvis e outros 2008). Ele foi usado para derivar as unidades de paisagem predominante na bacia. A delimitação dessas unidades distintas de terreno é baseada em um conjunto de variáveis contínuas locais e regionais da superfície da terra: o índice de umidade do SAGA, a altitude acima do cruzamento dos canais, o declive e sua posição relativa e o índice de classificação de terreno para as planícies.

O SRTM também foi utilizado para a regionalização de cenários climáticos distribuídos pelo SP01. Por meio de uma correção de elevação e de regressão geograficamente ponderada, a resolução horizontal das simulações de temperatura e precipitação foi elevada de 25 km para 1 km. Posteriormente, os dados forneceram a base para uma série de avaliações de impacto, por exemplo, das condições de degradação da terra e de crescimento das culturas. Para estas avaliações, o SP09.2 utilizou abordagens de lógica difusa para combinar diferentes conjuntos de dados e trazê-los para uma escala comparável.

As condições futuras do crescimento de culturas foram avaliadas com base no tipo de solo e as necessidades de água específicas de milho, sorgo, milheto, mandioca e feijão de corda (FAO EcoCrop), em comparação com os cenários climáticos. Para avaliar o risco de degradação da terra, os cenários de modelos climáticos foram combinados com outros conjuntos de dados espaciais de topografia, cobertura, tipo e propriedades do solo, população, densidade da pecuária e infraestrutura para identificar **hotspots**.

Fig. 24: Filmagens de filme participatório em Mashare, Namíbia. Foto: M. Gruber.

Fig. 25: Cientistas do solo a discutir as suas descobertas sobre a qualidade dos solos com membros da FIRM em Seronga, Botswana. Foto: L. Schmidt.

2.4 Transdisciplinaridade e envolvimento dos interessados

O TFO desenvolveu uma estratégia para os interessados, que foi baseada em uma combinação de instrumentos. Na escala local, em particular, foram utilizados os Fóruns de Pesquisa Integrada e Gestão de Recursos (FIRMs). Os FIRMs são compostos por membros eleitos da comunidade, que se encontram regularmente e iniciam ações consecutivas de desenvolvimento, envolvendo todos os prestadores de serviços necessários na solução de desafios da gestão de recursos em âmbito local. O TFO facilitou a sua criação e os usou como plataforma de engajamento dos interessados.

Fig. 26: Para-ecologista do TFO num workshop de formação em Chitembo, Angola 2015 (da esquerda para a direita: Meshack Kwamovo, Robert Mukuya, Snake Vilho Mtuleni (técnico em Windhoek), Miguel Sachilulo Hilario, Severino Lucas Segunda Cassoma (para-ecologista júnior)). Foto: U. Schmiedel.

Além disso, o TFO empregou e treinou membros das comunidades usuárias de terras rurais como para-ecologistas. Ao serem treinados no trabalho e durante oficinas de capacitação anuais nos campos, os para-ecologistas aprenderam alguns dos conceitos e métodos de várias disciplinas científicas, ganharam experiência no monitoramento dos serviços ecossistêmicos e tornaram-se mais conscientes das escolhas na gestão de recursos naturais. Como eles estão enraizados nas comunidades locais, os para-ecologistas ajudaram a equipe do projeto a desenvolver uma estreita relação com as comunidades de usuários da terra, na qual vivem e trabalham, e apoiaram a comunicação e tradução dos resultados da pesquisa.

Outra ferramenta para incentivar a discussão com os interessados e divulgar os resultados é a filmagem participativa feita pelos membros da comunidade local. Os filmes são utilizados como um meio para envolver os interessados no projeto e comunicar as atividades do mesmo a diferentes públicos. Representantes dos interessados, tais como os usuários de recursos locais, autoridades tradicionais e as ONGs são ajudados a desenvolver a capacidade de conceituar, dirigir e fazer filmes sobre suas preocupações. Isso inicia discussões entre os interessados científicos e não científicos.

Com o objetivo de permitir um impacto além dos núcleos de pesquisa locais, o projeto TFO também se envolveu continuamente com os influenciadores políticos, bem como com os tomadores de decisão do governo em geral. O importante nesse contexto é o desenvolvimento de cenários e a previsão das consequências relacionadas a determinadas intervenções de desenvolvimento.

Os FIRMs são uma plataforma importante para os interessados em âmbito local. O TFO identifica a Comissão Permanente das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Okavango (OKACOM) como um fórum crítico em âmbito regional. Guiados pelo espírito de gerir a Bacia do Rio Okavango como uma entidade única, os três países – Angola, Botsuana e Namíbia – comprometem-se a promover o desenvolvimento coordenado e sustentável dos recursos hídricos regionais, enquanto satisfazem as necessidades sociais e econômicas legitimas de cada um dos Estados ribeirinhos. O projeto The Future Okavango tem feito contínuas tentativas de se envolver com as estruturas da OKACOM nos processos em andamento. Isso começou com a adaptação do plano de pesquisa do TFO para o Plano de Ação Estratégica da OKACOM (SAP). O TFO foi endossado pela OKACOM como um projeto que contribui para a implantação do SAP. Dessa forma, o TFO fornece possíveis soluções para enigmas cruciais identificados pelos três países ribeirinhos, tais como questões importantes a serem resolvidas visando o estabelecimento de uma gestão conjunta, pacífica e sustentável da bacia.

Capítulo 3

Situação atual da Bacia do Okavango

Atualmente, a bacia do rio Okavango constitui uma das últimas grandes bacias hidrográficas na África que continua predominantemente próxima ao seu estado natural. Além disso, essa área apresenta altos índices de pobreza e subdesenvolvimento. Na parte angolana da bacia, por exemplo, menos de 4 % dos domicílios tem acesso ao abastecimento modernizado de água e mais de 30 % da população adulta é analfabeta. Há um cauteloso acordo mútuo entre os três países ribeirinhos para incitar fortemente o **desenvolvimento socioeconômico** da bacia do Okavango, sem causar maiores repercussões na integridade ambiental das bacias e em seus serviços ecossistêmicos.

No entanto, os três países estão hesitantes em consentir que **instituições estrangeiras** poderosas compartilhem a tomada de decisão sobre o planejamento e gestão dos recursos naturais na bacia. Atualmente, a OKACOM é a única grande entidade gestora da bacia existente, mas é fraca e não suficientemente consolidada. As recomendações da OKACOM são amplamente ignoradas na elaboração da política nacional. Bens ambientais públicos globais, como a biodiversidade ou a estabilidade do clima, são considerados limitadamente. Os países levam em conta, principalmente, os benefícios diretos dos **recursos naturais** para a geração atual, em escala local e nacional. As **estratégias econômicas** nacionais e regionais inclinam-se fortemente para o crescimento econômico através da promoção de mercado, sem uma estratégia clara para a população rural pobre. Todos os países seguem uma política de desenvolvimento misto e há forte ênfase na melhoria da educação. Simultaneamente, novas oportunidades de mineração, investimentos industriais e projetos agrícolas comerciais são incentivados.

O impacto de agentes externos na bacia, mencionado anteriormente, é grande. **Investimentos em grande escala** em infraestrutura em Angola e em programas ambientais na Namíbia são visíveis. Cidades como Menongue ou Rundu passam por um rápido desenvolvimento do setor comercial, anunciando e comercializando modernos **bens de consumo**. Os mercados urbanos baseados em fluxos financeiros têm impacto nas periferias rurais conforme novos incentivos emergem e os recursos naturais são mercantilizados. No entanto, este é um processo que não deixa de ter resistência, pois uma fração considerável de agricultores está claramente interessada em um futuro sustentável para a agricultura.

Enquanto a Tab. 1 exibe a população das províncias adjacentes, a **população** exata na área da FORA é desconhecida, mas pode estar entre 700 mil a um milhão de pessoas, com pelo menos um terço delas já vivendo em ambientes **urbanos**. O crescimento anual da população é alto, provavelmente superior a 2 %. A **migração** para os centros urbanos, dentro e fora da bacia, está claramente ocorrendo e é resultado dos 'fatores de atração' de assentamentos urbanos, além dos 'fatores de pressão' das áreas rurais pobres. Municípios, especialmente em Angola, não têm sido capazes de acompanhar a demanda por serviços básicos, de saúde e de educação.

Nos três países, as **leis ambientais** relacionadas à floresta, água e solo não são aplicadas rigorosamente. A sociedade encara outros aspectos da vida social com maior prioridade. A lei consuetudinária relacionada à gestão dos recursos naturais existe nos três países e na Namíbia. Em Botsuana, é reconhecida pela lei estatutária e, como tal, também aplicada pelo sistema executivo estatutário. A observância da lei consuetudinária traria uma grande contribuição para a gestão sustentável dos recursos. Uma vez que as estruturas de **autoridade tradicional** não são baseadas na separação de poderes, os Estados ficam reticentes e tentam reduzir suas ações. A garantia dos **direitos agrários** difere fortemente entre os três países da bacia. Em Angola, a maioria das áreas rurais é mantida sob os direitos consuetudinários. Porém, a lei consuetudinária não é reconhecida pela lei estatutá-

Tab. 1: População total nas quatro principais regiões/províncias e grandes centros urbanos – 2014.

Províncias/regiões/ distritos principais	População	Centros urbanos principais	População
Bié	1,338,923	Chitembo	68,581
Cuando Cubango	510,369	Menongue	306,622
The Kavangos	222,500	Rundu	63,431
Northwest District	152,284	Maun	60,263
Complete	*2,225,076*		*498,897*

Fig. 27: Meios de subsistência rural na Bacia do Okavango. Foto: A. Gröngröft.

ria angolana e assim há um alto risco de indivíduos ou organizações poderosas ignorarem os direitos agrários consuetudinários e se apropriarem da terra.

Nas regiões do Kavango namibiano, a terra também é regida sob os direitos agrários consuetudinários. Ao contrário de Angola, na Namíbia a lei consuetudinária é reconhecida pela Constituição. O sistema de autoridade tradicional geralmente é capaz de determinar e proteger os direitos agrários. Botsuana formalizou a administração agrária já na década de 1960 e o poder de autoridades tradicionais foi dado amplamente a conselhos agrários controlados pelo Estado.

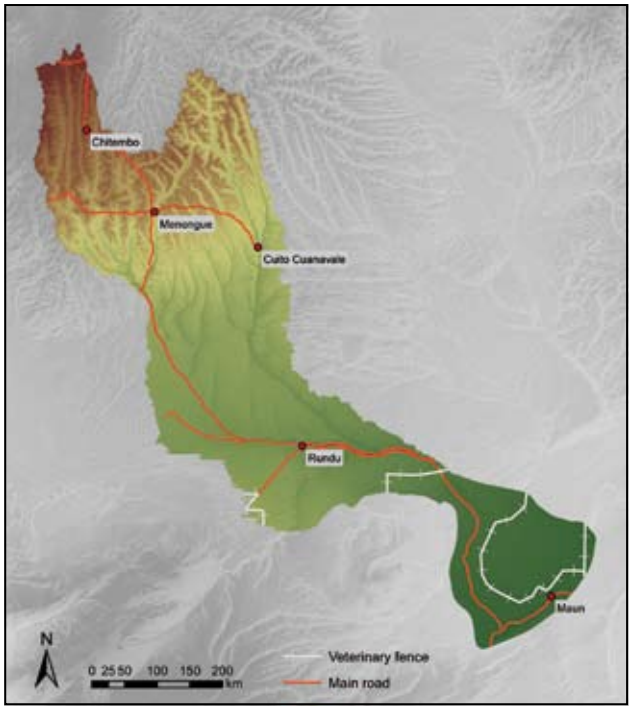

Fig. 28: Mapa de cercas veterinárias e principais eixos rodoviários dentro da FORA.

As **atividades turísticas** na bacia do Okavango são extremamente diferentes nos três países. Enquanto em Angola as atividades turísticas são quase inexistentes, elas desempenham um papel econômico secundário no Kavango namibiano. Em contraste com os dois países, o turismo na área do Delta botsuano é altamente desenvolvido e produz rendimentos consistentes para todo o Botsuana. O turismo na região como um todo é, em maior parte, baseado na natureza e na vida selvagem e, portanto, depende de ecossistemas naturais intactos. No entanto, o deslocamento dos animais selvagens é fortemente prejudicado pelo sistema de **cordão de isolamento veterinário**, passando através do norte da Namíbia e na área do Delta de Botsuana. (Fig. 28).

Um sistema de alcatroados eixos **rodoviários** principais liga a maioria das junções urbanas na FORA. As estradas secundárias ainda são, em sua maioria, de cascalho ou de terra e com uso parcialmente restrito na época das chuvas. Os aeroportos estão localizados em Menongue, Cuito Cuanavale, Rundu, Calai, Shakawe e Maun. A ferrovia de Namibe liga Menongue à Namibe no Oceano Atlântico e a estrada de ferro de Benguela é importante para a parte norte da bacia. A **eletricidade** está disponível nos principais centros e nos assentamentos maiores, especialmente ao longo das estradas principais, mas existe apenas uma hidrelétrica na parte angolana da bacia.

Ao mover-se na FORA da bacia, do noroeste ao sudeste, as **condições climáticas** mudam de semi-úmido para semi-árido ao longo do rio. A distribuição espacial da precipitação mostra uma forte inclinação de 1.300 mm por ano na parte noroeste a 500 mm por ano na parte sudeste da bacia (período de 1971 a 2000, Fig. 29). Durante o período de 1950 a 2009, o montante anual de precipitação é caracterizado por uma variabilidade inter-

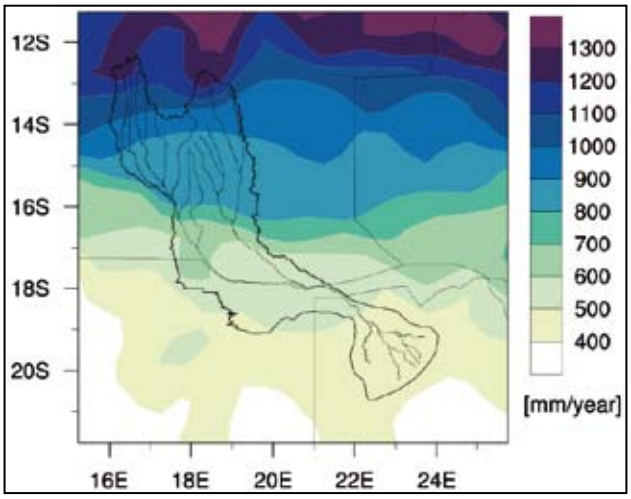

Fig. 29: Média de precipitação de 1971 a 2000 (fonte de dados: GPCC - Centro de Climatologia de Precipitação Global).

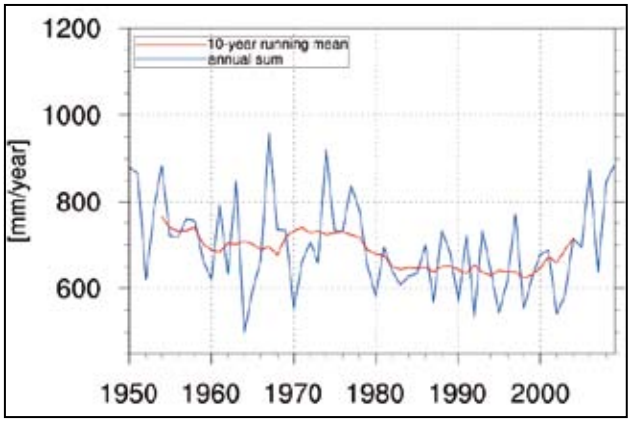

Fig. 30: Variação espacial da precipitação média cobrindo a bacia da FORA entre 1950 e 2009 (fonte de dados: Centro de Climatologia de Precipitação Global (GPCC)).

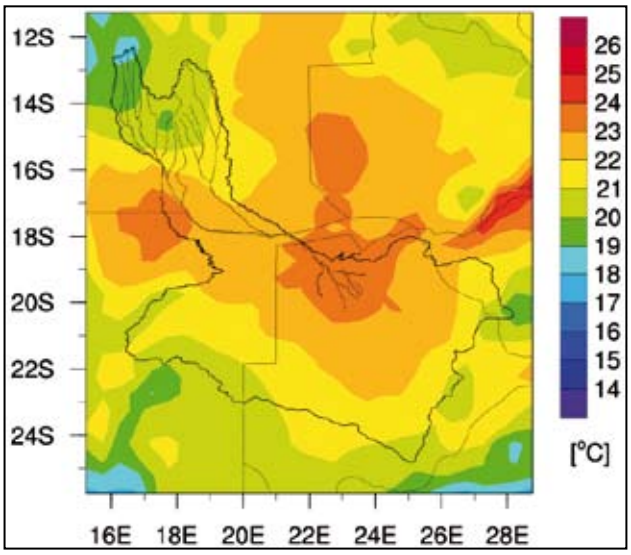

Fig. 31: Temperatura média anual de 1971 a 2000 (fonte de dados: CRU - Unidade de Pesquisa Climática) (Weber 2013a).

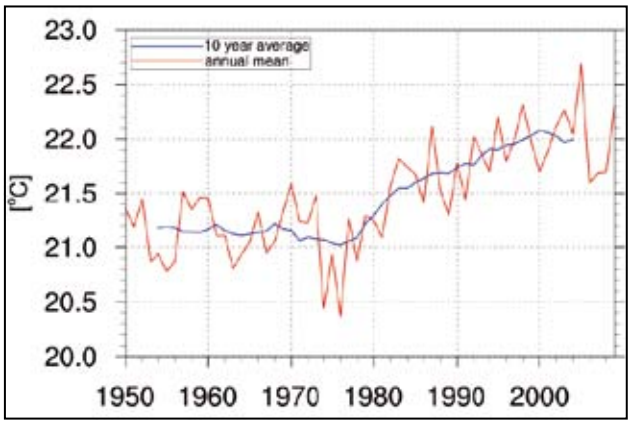

Fig. 32: Variação espacial da temperatura média anual na bacia da FORA entre 1950 e 2009 (fonte de dados: CRU - Unidade de Pesquisa Climática) (Weber 2013a).

anual elevada, sem tendência óbvia (Fig. 30). A temperatura média anual tem alcance espacial alto de cerca de 6 °C na bacia, com 18 °C no extremo noroeste, 24 °C no Delta do rio Okavango e em uma área que abrange desde Katwitwi até o leste da fronteira da bacia (período de 1971 a 2000, Fig. 31). A escala de tempo a longo prazo da temperatura média anual mostra uma baixa variabilidade interanual com aumento da temperatura desde o final dos anos 70 (Weber 2013a, Fig. 32).

A parte da bacia coberta por **vegetação quase natural** ainda é de cerca de 90 % e a pureza da paisagem continua bastante elevada. A área de terra efetivamente preservada com alta condição de proteção abrange 13 % da parte angolana, 6 % da parte namibiana e 12 % da parte botsuana da FORA da bacia.

Encontramos o principal hotspot de transformação urbana em torno dos centros urbanos maiores, tais como Menongue, Rundu e Maun, e a transformação agrícola ao longo da borda sul namibiana densamente povoada do Kavango e nas terras montanhosas do planalto Bié ao norte e oeste de Chitembo. Há notável falta de **terras efetivamente preservadas**, especialmente na encosta sul do planalto Bié.

A maioria das áreas da bacia já passou por incêndios, com exceção de algumas partes no nordeste e sudoeste da bacia e no sul do Delta do Okavango. A freqüência dos incêndios é muito heterogênea em toda a bacia do Okavango e depende muito das práticas de cobertura do solo e de gestão de incêndio. Como os **incêndios** são em sua maioria causados pelo homem, a sazonalidade de queimadas coincide com as práticas agrícolas nas diferentes estações do ano. Os incêndios florestais impulsionam fortemente as mudanças de utilização do solo na parte norte da bacia. (Fig. 34 e 35).

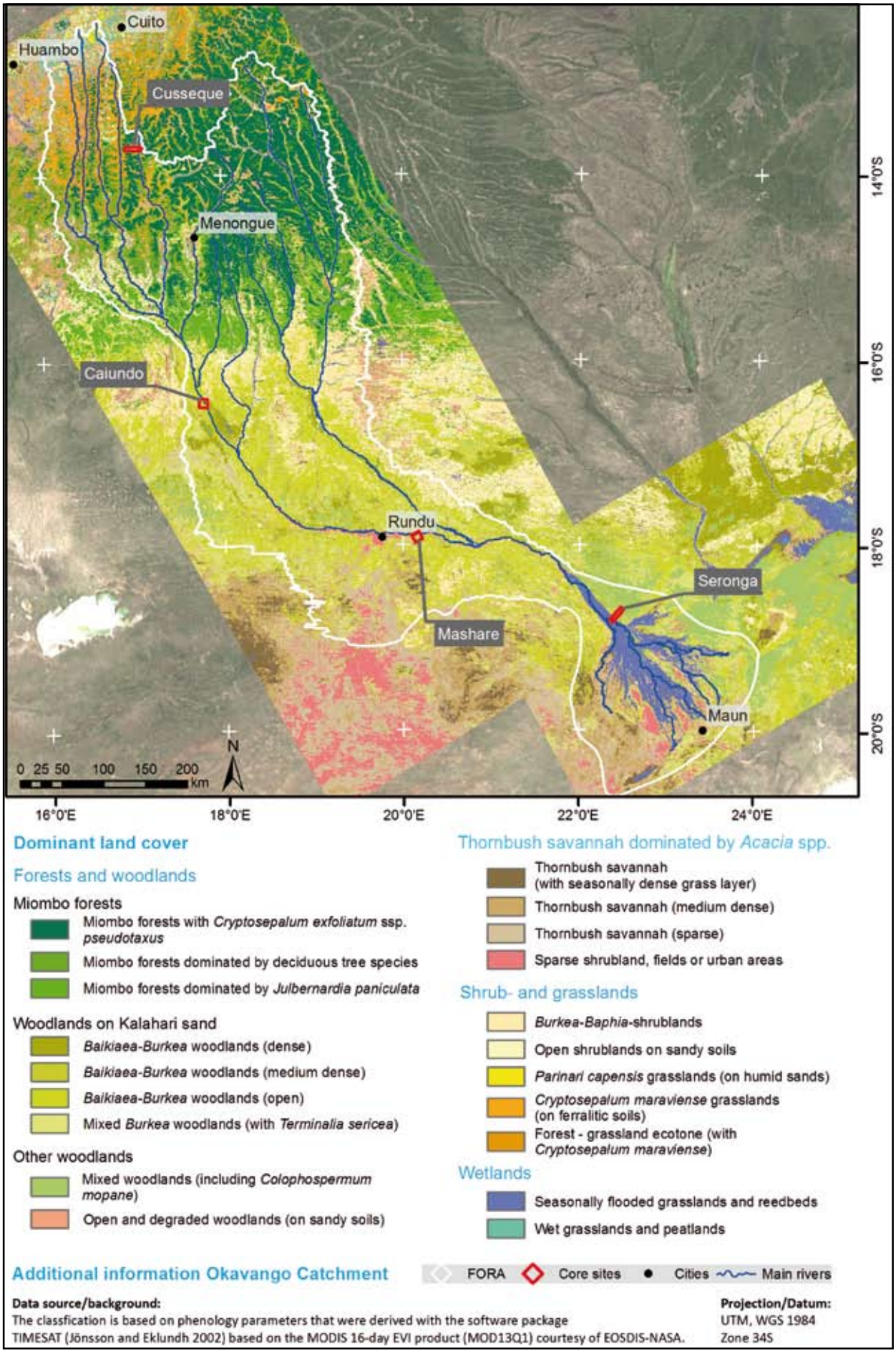

Fig. 33: Classes de cobertura da terra dominantes derivadas de uma abordagem de classificação não-supervisionada, que foi baseada em métricas de fenologia derivadas de 16 dias de séries temporais MODIS EVI, cobrindo o período de observação de 2000 a 2012.

Tab. 2: As proporções de tipos de cobertura da terra dominantes no âmbito da FORA (com base na classificação de cobertura do solo a partir de SP9.1/SP5).

Classificação de Cobertura Terrestre	Área (km²)	Percentagem
Florestas de miombo	***58,752***	***25.8***
Florestas de miombo com *Cryptosepalum exfoliatum* ssp. *Pseudotaxus*	29,811	13.1
Florestas de miombo dominadas por espécies de árvores de folha caduca	13,805	6.1
Florestas de miombo dominadas por *Julbernardia paniculata*	15,135	6.6
Bosques nas areias do Kalahari	***68,046***	***29.8***
Bosques de *Baikiaea - Burkea* (denso)	3,417	1.5
Bosques de *Baikiaea - Burkea* (densidade média)	16,512	7.2
Bosques de *Baikiaea - Burkea* (aberto)	28,377	12.4
Bosques de *Burkea* mista (com *Terminalia sericea*)	19,741	8.7
Outros Bosques	***15,365***	***6.7***
Bosques de Kavango misto (incluindo *Colophospermum mopane*)	7,526	3.3
Bosques abertos e degradados (em solos arenosos)	7,839	3.4
Savana de espinheiro	***29,177***	***12.8***
Savana de Espinheiro (com densa camada de grama sazonalmente)	3,641	1.6
Savana de Espinheiro (densidade média)	9,612	4.2
Savana de Espinheiro (aberta)	10,161	4.5
Matagal esparso, campos ou áreas urbanas	5,763	2.5
Matagal e pastagem	***40,098***	***17.6***
Matagal de *Burkea - Baphia*	17,069	7.5
Matagal aberto em solos arenosos	13,141	5.8
Pastagens *Parinari capensis* (em solos úmidos)	738	0.3
Pastagens *Cryptosepalum maraviense* (em solos ferralíticos)	4,595	2.0
Pastagens com ecótono (com *Cryptosepalum maraviense*)	4,555	2.0
Pantanal	***16,667***	***7.3***
Pastagens e canaviais sazonalmente inundados	12,906	5.7
Prados e turfeiras	3,761	1.6
Total	***228,104***	***100.0***

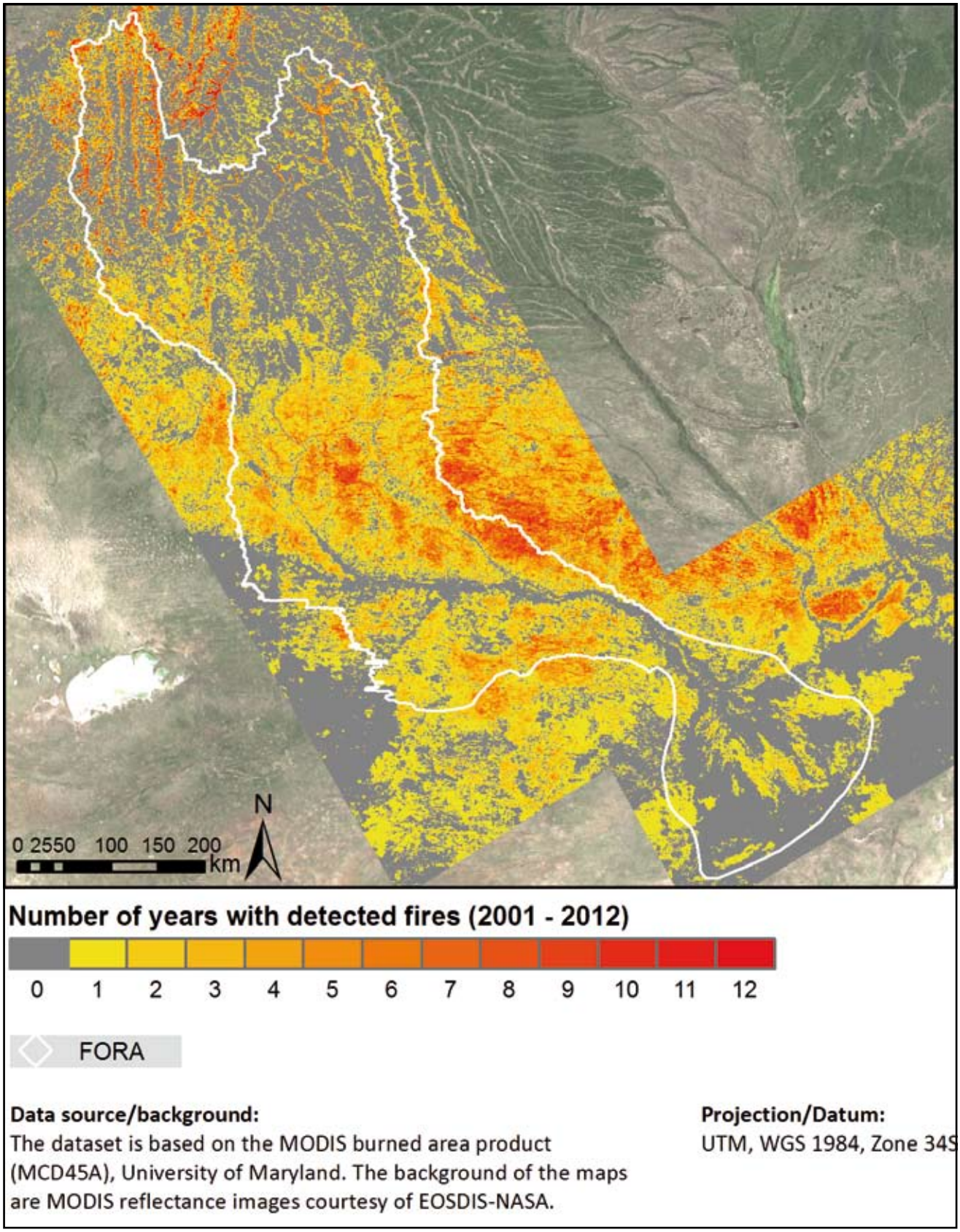

Fig. 34: Número de anos com incêndios detectados dentro do período de observação de 2001 a 2012. O produto é baseado no produto de área queimada (MCD45A) do MODIS.

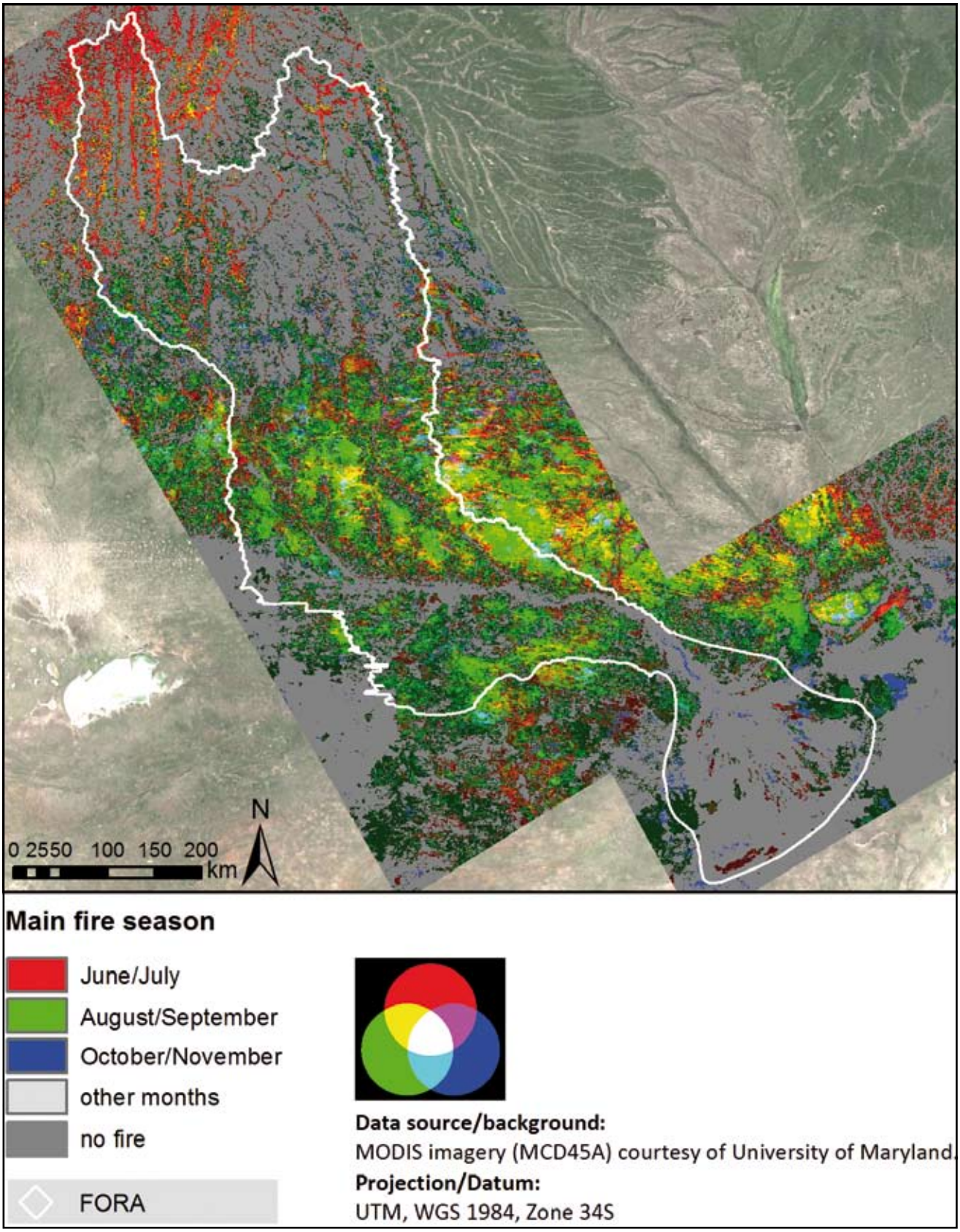

Fig. 35: Temporada principal de incêndios no âmbito da FORA, abrangendo o período de 2001 a 2012, ilustrada em composição falsa-cor vermelho, verde e azul (RGB), onde as cores vermelhas correspondem à temporada de junho/Julho, as cores verdes à agosto/Setembro e cores azuis à outubro/novembro. As cores amareladas e ciano resultam da ocorrência combinada de incêndios em diferentes períodos, onde amarelo são incêndios no período de junho a setembro e verde no período de agosto a novembro. O brilho das cores está relacionado com a freqüência da ocorrência de incêndios. O produto é baseado no produto de área queimada (MCD45A) do MODIS.

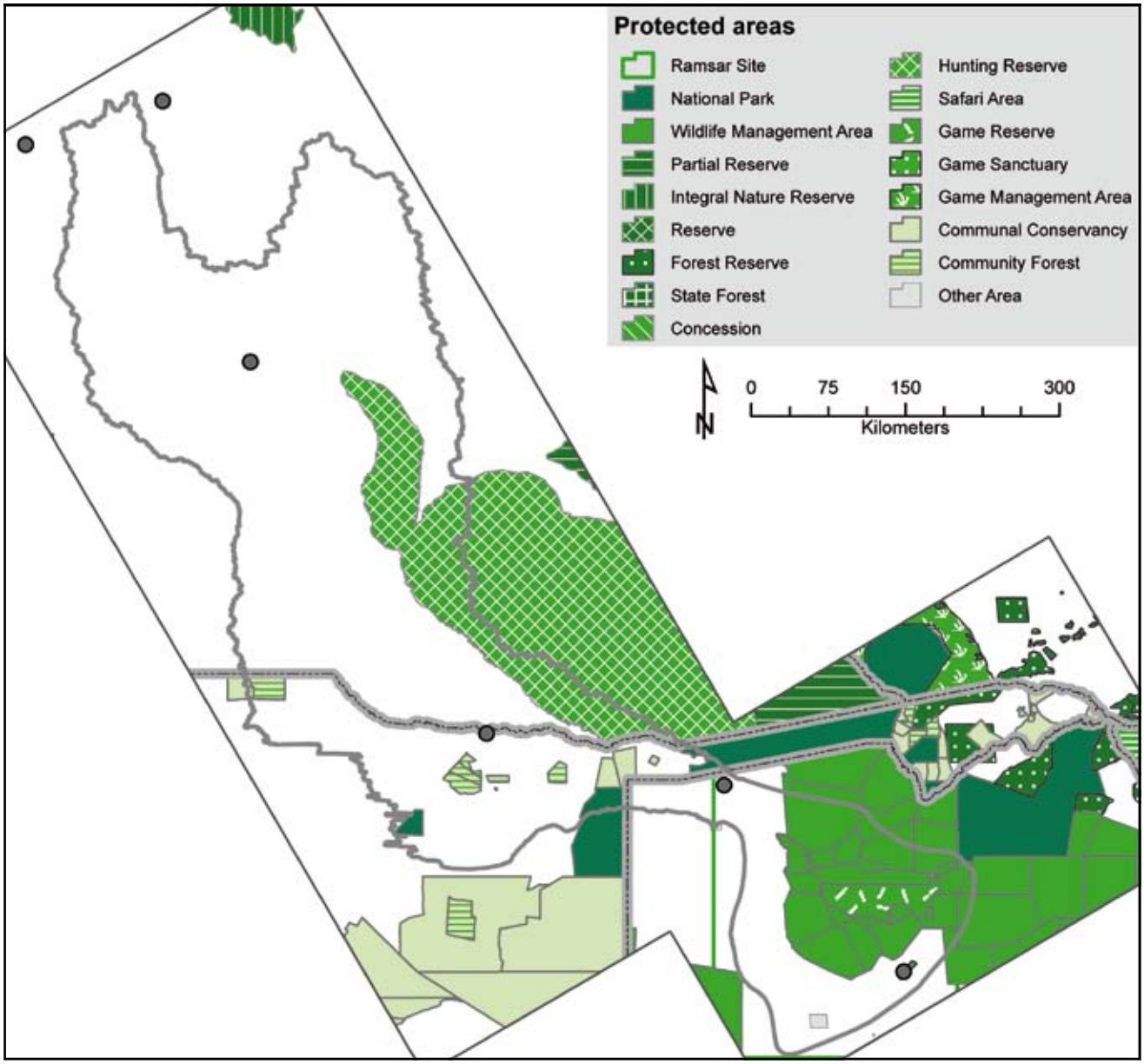

Fig. 36: Áreas protegidas no âmbito da FORA (World Conservation Union e UNEP-World Conservation Monitoring Centre).

Na escala da bacia, a quantidade de água varia de acordo com a sazonalidade das chuvas na parte norte da FORA. Os principais afluentes que contribuem são o Cubango, com uma captação de 108.000 km^2 e uma extensão de fluxo de 1.260 km, e o Cuito, com uma captação de 57.470 km^2 e uma extensão de fluxo de 920 km. A área atual de agricultura industrial irrigada abrange 2.200 hectares do Kavango namibiano, cerca de 1.100 hectares do Vale Longa angolano e 31 hectares do Botsuana. A quantidade total de água captada do Okavango atualmente é inferior a 5 m^3/s, com a Namíbia sendo atualmente o maior consumidor de água, aproximadamente 3 m^3/s. As áreas no Botsuana são muito pequenas, tendo quase nenhum impacto sobre o fluxo e quantidade de água.

Um grande número de diferentes recursos é extraído das áreas não cultivadas pelas comunidades da bacia do Okavango. Em geral, a intensidade da **extração de recursos naturais** está nitidamente correlacionada com a densidade da população na área e o acesso a mercados de fluxo financeiro. Esses recursos incluem peixe, mel, plantas medicinais, bem como madeira para diferentes usos (Tab. 3) e, dependendo da disponibilidade local e o acesso aos mercados, seus valores variam consistentemente.

A **agricultura familiar** ainda é predominante na FORA da bacia. Nas terras montanhosas de Angola, pequenos produtores atuam alternando o cultivo, enquanto encontramos o cultivo semipermanente ao longo do mais denso povoado Kavango namibiano. Ambos os processos podem ser classificados como agricultura pré-industrial, onde o trabalho manual continua sendo a fonte principal de energia, e não os combustíveis fósseis. São usadas técnicas de corte e queima para estender as áreas de cultivo, se houver terra suficiente disponível.

O gado é encontrado, principalmente, no interior mais seco das partes baixa e central, com maior relevância econômica, especialmente nas regiões sul dos cordões de isolamento veterinário na Namíbia e no Botsuana.

Tab. 3: Estimativa do total de recursos extraídos nos três núcleos centrais do TFO em 2012.

	Cacuchi	Mashare	Seronga
Peixe em kg	11,100	3,680	12,500
Plantas medicinais em kg	3,800	0	448
Raízes em kg	10,500	0	474
Castanhas em kg	0	3,250	1,000
Sapé em kg	44,300	253,000	512,000
Junco em kg	4,950	172,000	129,000
Madeira em kg	2,710	142	2,870
Pedaços de Madeira para construção	1,680	14,500	18,700
Minhocas, larvas e lagartas em kg	1,650	52	1,590
Animais Selvagens em kg	21,600	0	0
Lenha em feixes	14,300	3,440	19,300
Mel em Lts	8,810	0	0
LSU Total	105	3,400	7,620
Matéria seca e biomassa usada para pastagem em kg	238.429	7,750,000	17,400,000
Número de famílias	237	518	943
Tamanho total da área em km²		96	1,470

Tab. 4: Visão geral de produtividade obtida por sistema agrícola (sob condições climáticas atuais).

Farming System	Average Yield in kg/ha	SD	Data source
Shifting cultivation	503 (cereals, esp. maize) + 374 (manioc) + 188 (pumpkins, beans, sweet potatoes)	264 (maize) + 362 (manioc) + 278 (pumpkins, beans etc.)	TFO yield assessment Cusseque (mixed cropping of maize, manioc and tertiary crops)
Semi-permanent cultivation	320	n/a	Calculation; value assumed to lie in-between shifting cultivation cereal yield (maize) and degraded permanent cultivation yield (pearl millet); values of Seronga not used because rainfall conditions not representative of mid-river areas
(Degraded or degrading) Permanent cultivation	137	83	TFO yield assessment Mashare (pearl millet only fields without inputs)
Permanent cultivation (CA) - agrarian	710 (Maize + pearl millet + cowpeas)	354	TFO yield assessment of Conservation Agriculture (CA) fields, using all available inputs (manure, fertilizer, probio)
Permanent cultivation (irrigation) - agrarian	567	n/a	Unpublished Master thesis by J. Mutero, at Polytech Namibia (Ibo Zimmermann)
Industrial smallholder agriculture	8900	n/a	Unpublished Master thesis by J. Mutero, at Polytech Namibia (Ibo Zimmermann); data refer to large-scale Green Schemes

Fig. 37: Uso de recursos naturais: 1) Armadilhas tradicionais para peixes, Cusseque, Angola; 2) Artesão fazendo cestas; 3) Cercas feitas de sapé, Mashare, Namíbia. Fotos: R. Kissanga; M. Finckh; H. Seidel.

3.1 O sistema socioecológico em Cusseque

Quadro nacional e provincial

As **prioridades gerais para o desenvolvimento** de Angola são reforçar o crescimento econômico, erradicar a pobreza e garantir os meios de subsistência. Atualmente, a estratégia econômica nacional está fortemente direcionada para o crescimento econômico, através da promoção do mercado e de considerável investimento externo. A reconstrução de infraestrutura é onipresente e envolve muita mão-de-obra e capital estrangeiros. A diversificação dos sistemas de produção agrícola é vista como um passo importante nesse sentido.

Como resultado, a intensificação da agricultura é incentivada (Fig. 38). Porém, o governo não tem capacidade suficiente para fornecer ativamente incentivos para investidores nacionais ou estrangeiros. Ao mesmo tempo, uma estratégia para a grande população rural que é dependente da agricultura não está evidente. O uso atual da terra reflete, principalmente, os interesses e as decisões de agentes locais e municipais. Centros urbanos como Menongue e Chitembo, de forma mais intensa, passam por um rápido desenvolvimento do setor comercial, comercializando todos os tipos de bens de consumo modernos. Além disso, anunciantes incitam novas necessidades. Órgãos políticos e legislativos regionais claramente facilitam os investimentos e a criação desses novos mercados urbanos baseados em fluxos financeiros. Esses mercados têm impacto nas periferias rurais conforme novos incentivos emergem, e os recursos naturais, como a madeira, carne de caça e mel estão sendo mercantilizados. As transações baseadas em fluxo financeiro desempenham papel cada vez maior em contextos rurais.

As **leis ambientais** existentes relacionadas à floresta, água e terra são dificilmente aplicadas, com exceção dos casos de poluição e degradação severa. O **cumprimento** é especificamente baixo devido à administração de recursos naturais em grande parte ineficiente, criando mais insegurança e reduzindo os incentivos para gerir a terra de forma sustentável. As autoridades tradicionais desempenham um papel importante no cumprimento das leis consuetudinárias.

O processo de integração dos interesses ambientais no quadro jurídico está em andamento, mas atrasado. Há grandes limitações de informações ambientais e sociais (OKACOM 2011, Jürgens 2014). Uma lacuna crítica é a integração setorial insuficiente de políticas ambientais (Malzbender e outros 2010, Setlhogile e Arntzen 2012). A legislação estabelece disposições para avaliações do impacto ambiental (EIAs) que, no entanto, raramente são aplicadas (Setlhogile e Arntzen 2012) e há limitações críticas sobre a informação ambiental e social (OKACOM 2011 e Jürgens 2014). Esta é uma das razões pela qual os serviços ecossistêmicos não são suficientemente levados em conta na tomada de decisões sobre o uso da terra e dos recursos. O comércio de recursos naturais, como carvão, madeira e carne de animais selvagens não é claramente regulamentado.

O núcleo central de Cusseque

Os trechos superiores da bacia Cubango são caracterizados pelos declives ondulados ao sul do planalto Bié. O núcleo central de Cusseque apresenta um mosaico de florestas Miombo nas colinas e campos dos vales e pequenas orlas de turfeiras acompanham os rios e riachos de águas rápidas (Fig. 41). Atualmente, observamos um padrão de **paisagens** naturais intactas e paisagens agrícolas seminaturais. Os vales ainda são em sua maioria cobertos por campos naturais, devido aos brotos lenhosos de Cassamba que são um obstáculo para a agricultura não mecanizada ou baixo nível de nutrientes. As florestas e bosques de Miombo são parcialmente utilizados pela agricultura de corte e queima, especialmente dentro de um perímetro de, aproximadamente, 10 km ao redor das aldeias. Este padrão é muito visível no núcleo central, visto que a parte oriental apresenta um mosaico desigual de campos, pousios e florestas secundárias, enquanto a parte ocidental mais remota continua coberta por florestas Miombo bastante densas.

O local de estudo de Cusseque

Quadro nacional e provincial atual

- A estratégia econômica nacional se inclina fortemente para o crescimento econômico, através da promoção de mercado e considerável investimento externo.
- A reconstrução de infra-estruturas envolve mão de obra e capital estrangeiros.
- A intensificação da agricultura é incentivada.
- Centros urbanos como Menongue e Chitembo passam por um desenvolvimento rápido.
- As leis ambientais existentes relacionadas com a floresta, a água e a terra, raramente são cumpridas.

Situação atual do núcleo central de Cusseque

- A estrada principal de Huambo/Bié, Chitembo e Menongue foi asfaltada em 2010. Apenas algumas trilhas de terra secundárias penetram no interior.
- Assentamentos rurais se aglomeram ao longo da estrada principal. Não há eletricidade e nem água potável nas aldeias.
- A agricultura tradicional de corte e queima é a principal atividade econômica. Farinha de mandioca, carvão vegetal e carne de animais selvagens são vendidos ao longo da estrada.
- Agricultura, extração de carvão e produção de mel atingiram os limites de práticas sustentáveis de uso da terra. A caça já estressa a capacidade dos recursos de animais selvagens e os incêndios agravam a pressão sobre o ecossistema.
- A qualidade da água no rio Cusseque e seus principais afluentes ainda é considerada boa localmente.
- O núcleo central apresenta atualmente um mosaico de paisagens naturais imaculadas e sistemas agrícolas seminaturais.

O **clima** em Cusseque é caracterizado por condições semi-úmidas, com uma estação chuvosa pronunciada entre novembro e abril. Entre 1971 e 2000, a precipitação média anual foi estimada em 987 mm (Weber 2013), com alta variabilidade interanual e uma tendência decrescente a partir dos anos 70. Cusseque tem uma temperatura média anual de 20,4 °C, com outubro como o mês mais quente, 23 °C, e julho o mês mais frio, 16,1 °C. Devido à topografia local, os vales têm geadas noturnas muito mais freqüentes do que nas áreas elevadas, ocorrendo em mais de 30 noites por ano, com temperatura abaixo de 7 °C negativos. A ocorrência de geada limita a produção de espécies de culturas sensíveis nas margens das turfeiras na estação seca.

O núcleo central de Cusseque está situado no município de Chitembo, este último com uma população de 68.581 habitantes pelo censo 2014, e uma densidade **populacional** de 3,6 habitantes por km^2. Existem poucos assentamentos rurais no núcleo ao longo da estrada principal de Chitembo para Menongue. No núcleo central de Cusseque a fertilidade natural é elevada e um fator dominante do aumento da população. A migração interna para os centros urbanos assim como a remigração de novos familiares para as comunidades é bastante comum, fazendo com que centros urbanos como Menongue, Chitembo, Kuito e, mais ao longe, Huambo experimentem um crescimento rápido.

A estrada principal que liga Bié a Chitembo e Menongue está asfaltada desde 2010 e não há estradas secundárias asfaltadas na área, apenas algumas trilhas de terra. Não há eletricidade disponível nas aldeias, porém a rede de telefonia celular já abrange a maioria das aldeias ao longo da estrada principal. O hospital rural mais próximo fica em Chitembo e escolas primárias são acessíveis nas aldeias do núcleo central. A água para consumo e uso doméstico é retirada dos rios, já que poços para

Fig. 38: Infraestrutura de irrigação na plantação de arroz em Longa, Angola. Foto: M. Finckh.

Fig. 39: 4-Agricultura de corte e queima em Cusseque, Angola. Foto: S. Domptail.

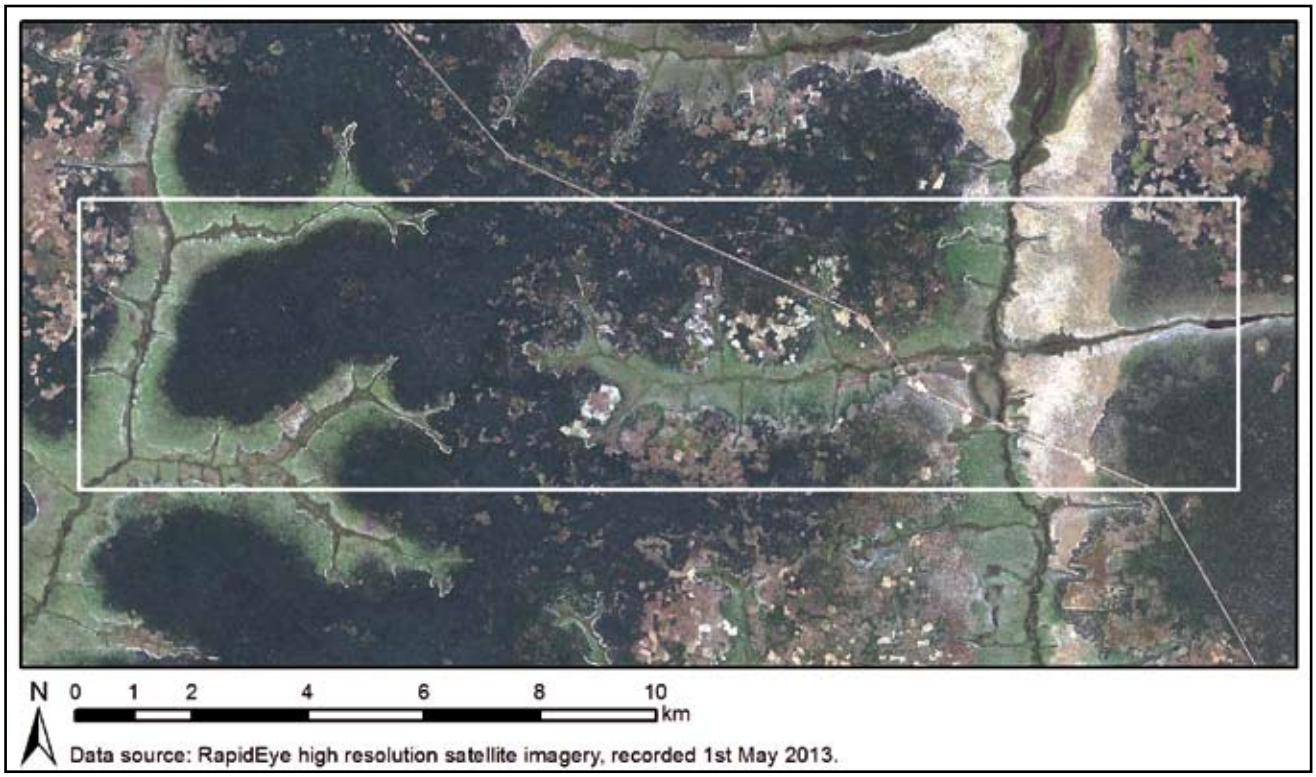

Fig. 40: Visão geral do local de estudo de Cusseque. A linha branca marca a extensão do local de estudo.

abastecimento doméstico ou locais de tratamento da água não existem. As poucas pequenas lojas no núcleo central atendem principalmente as demandas locais e a comercialização de produtos típicos para as cidades e os mercados urbanos ocorre ao longo da estrada. O comércio de manufaturas é quase inexistente.

O levantamento socioeconômico de 2012 em Cacuchi revelou uma renda média per capita anual de € 206 e o coeficiente de Gini da **renda anual per capita** foi de 0,59. Apenas uma em cada 236 famílias da amostra teve acesso à água potável. 49 % da amostra não tiveram educação formal e apenas 2 % concluíram o ensino secundário. Esses dados parecem descrever razoavelmente bem as condições socioeconômicas no núcleo central de Cusseque e em outras comunidades rurais no sul do Bié.

A **agricultura** tradicional de corte e queima é a principal atividade econômica no núcleo central. A terra da comunidade é designada pelo Estado e os agricultores locais não detêm direitos formais a terra. No entanto, a lei consuetudinária tem sido eficaz em alocar terras e evitar conflitos dentro da comunidade. Entre 1998

Fig. 41: Estação de chuvas, Rio Cusseque, Angola. Foto: M. Finckh.

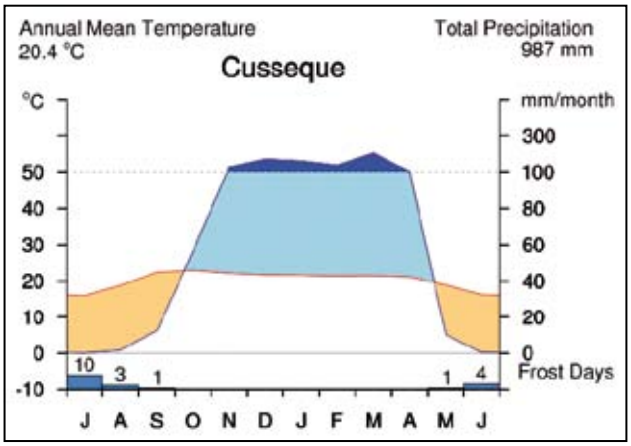

Fig. 42: Diagrama Walter e Lieth do clima de Cusseque para o período de 1971 a 2000 (Weber 2013b).

Fig. 43: Mercado para os produtos locais. Foto: M. Pröpper.

e 2008 cerca de 4 km² de floresta foram desmatados para a produção agrícola e de carvão. No período de 2008 e 2011, outros 3,5 km² tiveram o mesmo destino nesta área. Clareiras se aglomeram ao longo das ruas e em torno de assentamentos e afetam principalmente os bosques. Algumas conversões localizadas de pântanos estão servindo para atividades hortícolas (Fig. 44). Boas condições de chuva e recursos existentes no solo permitem ainda rendimentos estáveis, apesar da gestão inadequada da fertilidade do solo, do controle de pragas e do manejo pós-colheita. As famílias geralmente atingem suficiência alimentar e conseguem vender o excedente da colheita no mercado. Devido à notada abundância de recursos, as famílias seguem estratégias de subsistência homogêneas e ainda não sentem a pressão de se adaptar ao aumento da escassez de recursos.

A Comercialização de produtos locais, em especial farinha de mandioca e carvão vegetal, com o intuito de vender para mercados urbanos ocorre ao longo da estrada. Um mercado crescente no Chitembo leva a um aumento nas culturas de rendimento na comercialização de recursos naturais. Além disso, há um número crescente de estrangeiros que querem aplicar a cultura de rendimento no núcleo central e, juntamente com o aumento da população, isto exerce uma pressão crescente sobre o meio ambiente.

A qualidade da **água** do rio Cusseque e seus principais afluentes ainda é, localmente, considerada boa o suficiente para o uso doméstico e consumo. Atualmente, não há escassez de água na estação seca e o fluxo de base dos principais afluentes é sempre alto o suficiente para as demandas domésticas. A segurança microbiana da água, no entanto, não está em conformidade com as normas sanitárias angolanas ou internacionais de qualidade da água potável. Apenas porções muito pequenas de água são tiradas pelas aldeias para demandas domésticas e pequenos sistemas de irrigação a nível local estão, atual-

Fig. 44: Horticultura em Cacuchi, Angola. Foto: S. Domptail.

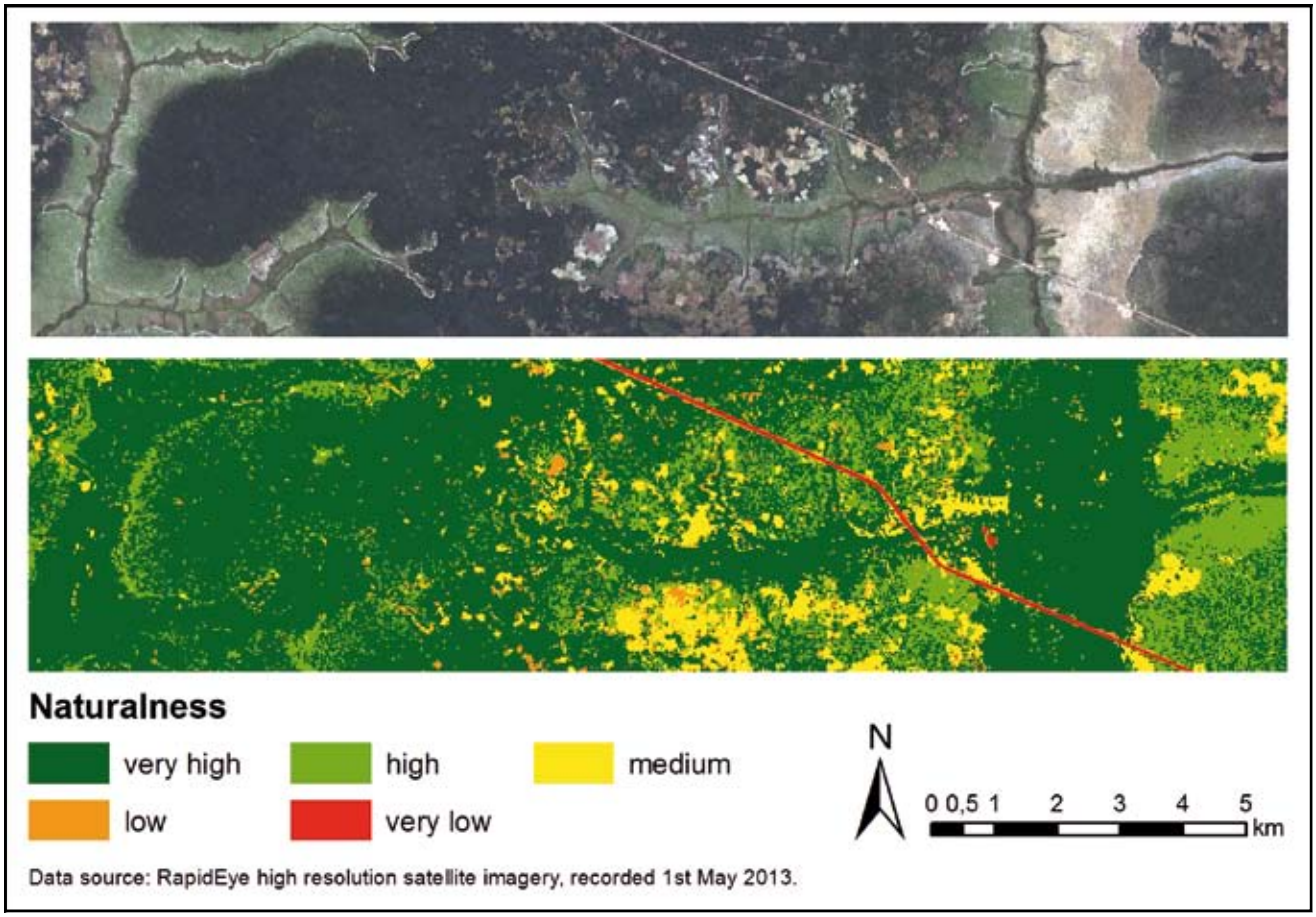

Fig. 45: Grau de naturalidade em cinco classes, indo de muito alta (natural) a muito baixa (não natural), no núcleo central de Cusseque.

mente, sendo implantados ou planejados. O desenvolvimento agrícola mais amplo de campos e várzeas, que atualmente agem como filtros para a água, colocariam a sua qualidade em risco.

Atualmente não há **turismo** relevante em Cusseque. Há pouca criação de gado e nem a **agricultura industrial** **irrigada** nem a **pecuária** comercial existem na área. O município de Chitembo incentiva e subsidia sistemas coletivos de irrigação em pequena escala a nível local nas pastagens não utilizadas no momento, a fim de melhorar a produção da colheita de culturas como batatas, repolho, cenouras, tomates, cebolas, etc. na estação seca. Neste programa, uma pequena parte das pastagens ao longo do Rio Sovi é lavrada por trator desde setembro de 2013.

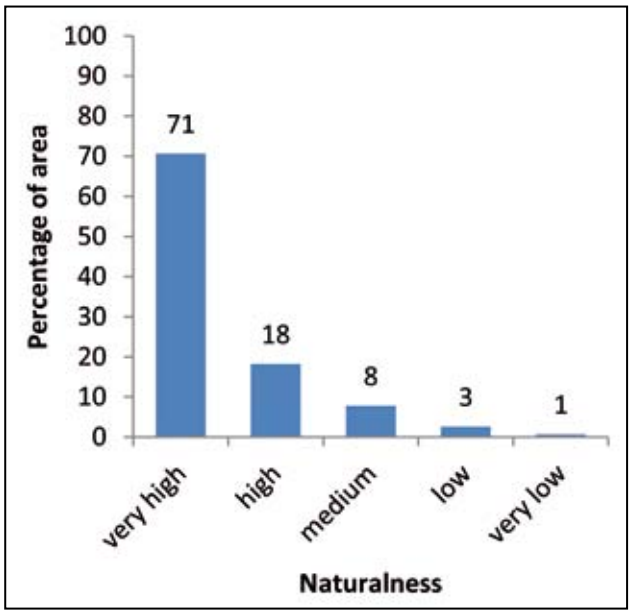

Fig. 46: Porcentagem da área de naturalidade em uma das cinco classes, indo de muito alta (natural) para muito baixo (não-naturais), no núcleo central de Cusseque.

A **madeira** é explorada principalmente para o uso doméstico nas aldeias e há poucos sinais de exploração de madeira valiosa para comercialização no passado recente. O carvão vegetal é produzido em vários locais para comercialização ao longo da estrada. No entanto, a intensidade de produção ainda é baixa, comparada com as áreas ao longo da estrada principal na direção sudeste. A produção de mel é de grande importância e seus níveis são estáveis. A **caça** é intensa. A comercialização da carne de animais selvagens ocorre ao longo da estrada e bicicletas e motos são utilizadas para ir ainda mais para o interior. A pressão da caça reduziu as populações de animais selvagens consideravelmente desde 2007.

Assentamentos permanentes estão localizados ao longo da estrada de asfalto principal, o que interrompe a conectividade do ecossistema de alguma forma. O

principal impacto da estrada, no entanto, é a abertura para a comercialização de uma ampla gama de produtos naturais, de carne de animais selvagens a carvão vegetal, a qual afeta a **pureza da paisagem** (Fig. 45 e 46) e o funcionamento do ecossistema a longas distâncias no sentido do interior (esta distância depende do produto, por exemplo, o carvão de 1 a 2 km e a carne de caça de 10 a 15 km). Já no âmbito da baixa densidade populacional atual (nota-se a abundância de terras), a agricultura arável, a fabricação de carvão e a produção de mel atingem os limites das práticas de uso sustentável do solo. Outros usos da floresta, como a caça, já superestimam a resiliência dos recursos naturais e há, por exemplo, várias espécies de animais selvagens desaparecendo. O **fogo** agrava a pressão sobre os ecossistemas. Os incêndios florestais se espalham principalmente em agosto e setembro, dos campos queimados para as florestas e pousios nos arredores. A queimada das pastagens acontece principalmente no período seco, para melhorá-las para os animais domésticos e ainda facilitar a caça. No entanto, as pastagens ao longo dos principais rios e florestas no interior da área de Cusseque são ainda relativamente intactas. As turfeiras naturais são utilizadas localmente para a horticultura, porém sua condição geral ainda é boa, especialmente na área mais distante de assentamentos na parte ocidental do núcleo central. Atualmente, não existem **áreas de preservação** designadas no núcleo central de Cusseque.

3.2 O sistema socioecológico em Mashare

As faixas intermediárias do rio Okavango, onde as regiões leste e oeste do Kavango namibiano são opostas às bordas do sul da região angolana Cuando-Cubango, são formadas por uma savana.

O **clima** na região do Kavango namibiano e no núcleo de pesquisa do TFO Mashare é caracterizado por condições semi-áridas, com a estação de chuvas durante o verão austral e um período seco de maio a setembro. Durante o período de 1971 a 2000, a precipitação média anual foi determinada em 571 mm (Weber 2013) e, entre 1950 a 2009, a precipitação anual em Mashare mostra alta variabilidade interanual, sem qualquer tendência óbvia. Mashare tem temperatura média anual de 22,3 °C, com outubro como o mês mais quente e julho o mais frio, com temperaturas médias de 26,2 °C e 16,2 °C, respectivamente no período de 1971 a 2000. A temperatura média anual em longo prazo mostra variabilidade interanual moderada, com aumento da temperatura desde o final da década de 70 (Weber 2013).

A **população** dos dois Kavangos é atualmente de 222.500 pessoas em uma área de 48.742 km^2. Esta população está amplamente concentrada ao longo das margens do rio, as quais estão super povoadas, e há uma forte competição pelos recursos remanescentes. Essa competição e a conseqüente **pressão de recursos** há muito tempo levam as pessoas a migrar para o interior, sendo que esta migração depende de infraestrutura, disponibilidade de água e políticas de direito a terra/arrendamento. No nú-

O local de estudo de Mashare

Quadro nacional e regional atual

- A estratégia econômica nacional se inclina fortemente para o crescimento econômico, através da promoção de mercado e considerável investimento externo.
- A intensificação agrícola e a agricultura de irrigação são encorajadas.
- Centros urbanos, como Rundu e Nkurenkuru/Katwitwi passam por rápido desenvolvimento.
- Leis ambientais existentes relacionadas com a floresta, a água e a terra raramente são aplicadas.

Situação atual do núcleo central de Mashare

- Assentamentos rurais se aglomeram ao longo das estradas principais. Há pouco fornecimento de energia elétrica nas aldeias.
- A agricultura tradicional de subsistência é a principal estratégia de sobrevivência para uma grande parte da população, com alta escassez de terra e níveis avançados de empobrecimento das famílias.
- A agricultura ao longo do rio atingiu os limites de práticas sustentáveis de uso da terra. A caça já sobrecarrega a resiliência dos recursos da vida selvagem. Os incêndios agravam a pressão sobre o ecossistema.
- As leis ambientais existentes relacionados com a floresta, a água e a terra são aplicadas inconseqüentemente, exceto em casos de poluição e degradação severos.
- A qualidade da água ao longo do rio Kavango namibiano continua sendo considerada excelente, com variações locais e interanuais, mas as medições ainda estão muito abaixo dos limites de água potável (padrões namibianos).
- Em relação à integridade da paisagem, Mashare é atualmente o núcleo central com as mais fortes alterações de paisagem geradas por seres humanos.

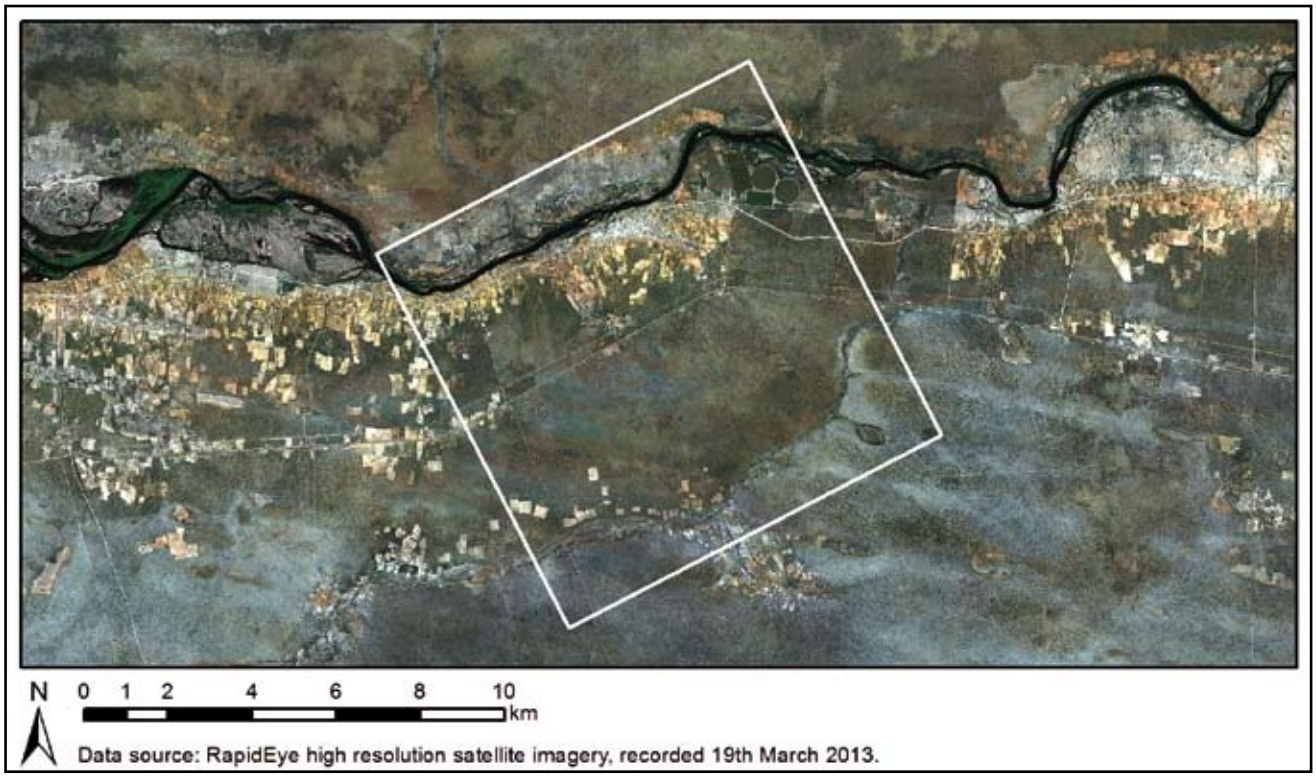

Fig. 47: Visão geral do local de estudo de Mashare. A linha branca marca a extensão do local de estudo.

cleo central de Mashare é bastante provável que a fertilidade natural continue alta e seja um fator dominante do crescimento populacional. A migração interna para os centros urbanos acontece especialmente pela geração mais jovem, em busca de melhor educação ou procura por trabalho. Todavia, a migração interna de novos familiares para as comunidades é bastante comum.

Neste momento, comparadas com todas as outras regiões da Namíbia, os Kavangos têm altos índices de **pobreza e subdesenvolvimento** (Agência de Estatística da Namíbia 2012), já que a principal estratégia de subsistência para uma grande parte desta população é o cultivo de sequeiro semipermanente em pequena escala, com alta escassez de terras e níveis avançados de empobrecimento das famílias. Na área de pesquisa em Mashare, o levantamento sócio-econômico de 2012 no

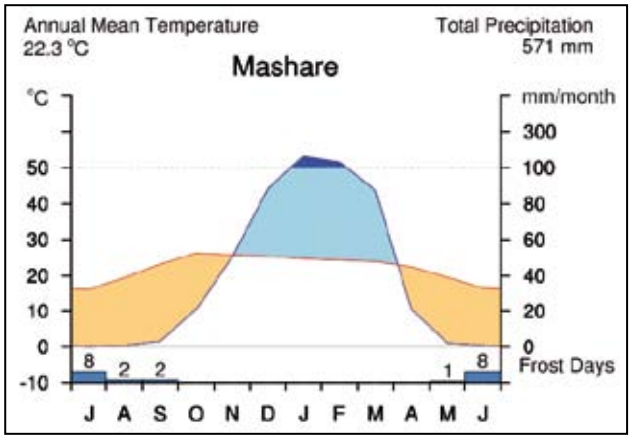

Fig. 48: O diagrama Walter-Lieth do clima de Mashare para o período de 1971 a 2000 (Weber 2013c).

núcleo central revelou renda média anual per capita (incluindo a renda de subsistência) de € 406. O coeficiente de Gini da renda per capita anual (incluindo a renda de subsistência) foi um alto 0.76. Apenas 38 % dos domicílios tinham acesso à água potável; 34 % da amostra não tinham educação formal e apenas 13 % tinham concluído o ensino secundário.

Enquanto isso, os governos nacionais e regionais instigam fortemente o desenvolvimento socioeconômico das regiões. Em geral, a Namíbia segue uma **política de desenvolvimento** misto e há forte ênfase na melhoria da educação. Por outro lado, são incentivados projetos agrícolas públicos e privados em grande escala, bem como atividades turísticas. Atualmente, a estratégia econômica nacional e regional está fortemente direcionada para o crescimento econômico, por meio da promoção do mercado e **projetos agrícolas intensificados**. Um exemplo são os produtos intensamente cultivados com forte impacto de agentes/grupos de interesses externos, que crescem em número e área coberta. Por um lado, as estratégias agrícolas de baixo custo de pequenos produtores, tais como a utilização de fertilizantes ou aluguel de trator, são promovidas e subsidiadas tanto por parte do governo como por organizações de desenvolvimento. No entanto, estas atividades pontuais não podem ser descritas como uma visão sustentável, devido à grande população rural ser dependente da agricultura que é excluída dos benefícios do sistema verde.

Devido à migração para os centros urbanos e as altas taxas de crescimento da população, a atual taxa de **urbanização** é alta e sua média está prevista em torno de

Fig. 49: O rio Kavango em Rundu, Namíbia. Foto: L. Schmidt.

Fig. 50: Bosque seco em Kavango, Namíbia. Foto: A. Gröngröft.

3,5 % ao longo dos próximos 15 anos. Rundu passou de um pequeno povoado em 1970 para uma cidade de 63.431 habitantes em 2011 e continua crescendo rapidamente. A cidade encara o desafio de se adaptar a esse crescimento com formalizações de direitos a terra, construção de infraestruturas como estradas, esgotos, coleta de lixo, energia elétrica etc. A migração é resultado de fatores urbanos atraentes para o assentamento, como oportunidades de emprego, infraestrutura e habitação melhores, além dos fatores de pressão das áreas rurais, tais como falta de terra, retorno declinante da agricultura, assistência precária à saúde e educação ruim. O crescimento e a expansão das áreas urbanas estão causando um nível sem precedentes de esgotamento localizado de recursos naturais, descarga de resíduos não processados no meio ambiente e enormes demandas por serviços urbanos. Os municípios nas duas regiões do Kavango já são desafiados a manter o ritmo com a demanda por serviços básicos, como moradia, estradas, água encanada, saneamento e eliminação de resíduos. O fornecimento de serviços de saúde e educação e suas instalações também ficam aquém do crescimento da população urbana. O resultado é que o meio ambiente se tornou perigoso para a saúde humana, através da rápida disseminação de doenças respiratórias e doenças transmitidas pela água, por exemplo, a esquistossomose (Mendelsohn e Obeid 2003), pela falta de instalações de saúde, baixos níveis de educação e de oportunidades de emprego e, conseqüentemente, uma capacidade reduzida para proporcionar melhorias para as condições de vida (relatório UNEP).

Centros **urbanos** como Rundu, e cada vez mais Nkurenkuru e Katwitwi, também experimentam um rápido **desenvolvimento do setor** comercial, anunciando e comercializando todo tipo de **bens de consumo** modernos. Tais importações por agentes corporativos globais exigem **pagamentos à vista**. A indústria publicitária, sobretudo, está ocupada incitando novas necessidades. Órgãos políticos e legislativos regionais claramente facilitam os investimentos e a criação desses novos mercados. Os mercados urbanos baseados em fluxos financeiros têm um impacto nas periferias rurais conforme novos incentivos emergem e parcialmente até mesmo recursos naturais estão sendo mercantilizados (Fig. 51). Lojas e transações baseadas em fluxo financeiro cada vez mais desempenham uma função em contextos rurais como Mashare, conforme usuários subsistentes da

Fig. 51: Mercantilização dos recursos naturais: Mokoros à venda para turistas, a fim de gerar dinheiro para o consumo de bens modernos. Fotos: M. Finckh e M. Pröpper.

Fig. 52: Tráfego e comércio transfronteiriço. Foto: A. Gröngröft.

Fig. 53: Venda informal de madeira. Foto: M. Pröpper.

terra se tornam consumidores. No entanto, entrevistas neste campo mostram que esta não é uma ação sem resistência. Os agricultores vêm os mercados baseados em fluxos financeiros (mão-de-obra/emprego e comércio) e a comercialização do uso da sua terra como a única opção, mas uma fração considerável desses agricultores está claramente interessada em um futuro sustentável para a agricultura, o qual exigiria investimentos em formação, educação, acesso a terra e outras medidas que garantam rendimentos suficientes para a população rural.

O tráfego econômico de pequena escala através do rio, que é consideravelmente organizado e normalmente feito por barco, e as tentativas unilaterais pelo lado angolano para estabelecer uma ponte flutuante foram interrompidos devido ao fato de que seus custos ecológicos e econômicos para o lado namibiano não foram negociados de antemão (Fig. 52).

No estágio atual não existem sérios **esforços governamentais ou institucionais para garantir o direito à terra de pequenos agricultores** e para aumentar os rendimentos rurais - um fator de impulso para a população rural. Em geral, o Kavango todo tem experimentado um crescimento contínuo da população nas últimas décadas e Rundu é, depois de Windhoek, a segunda maior cidade da Namíbia. Esta tendência pode permanecer estável devido à infraestrutura em relação a Angola e o aumento no comércio do turismo.

Ao longo das últimas décadas, a Namíbia colocou uma forte ênfase **na integração das questões ambientais no quadro jurídico** e há uma forte política e quadro jurídico para a gestão sustentável dos recursos naturais entre todos os países da bacia. Na região do Kavango namibiano a terra também é regida sob os direitos agrários consuetudinários e existem leis consuetudinárias relacionadas com a gestão dos recursos naturais. Na Namíbia, a lei consuetudinária é reconhecida pela lei estatutária e, como tal, também aplicável pelo sistema executivo estatutário. No entanto, existe um risco elevado de que as políticas de desenvolvimento conflitem e resultem em desenvolvimentos descoordenados que são propensos a ser economicamente e ambientalmente não sustentáveis em longo prazo. A lacuna crítica é a integração setorial insuficiente de políticas ambientais (Malzbender e outros 2010, Setlhogile e Arntzen 2012). As legislações dão condições para avaliações de impacto ambiental (EIAs) e, em particular, na Namíbia os procedimentos são claramente especificados e aplicados. No entanto, o escopo de tais avaliações é limitado e só pode basear-se na melhor informação disponível. Há limitações críticas sobre a informação ambiental e social (OKACOM 2011, Setlhogile e Arntzen 2012 e Jürgens 2014) e como resultado, políticos e outros tomadores de decisão têm que decidir com base em previsões ruins das conseqüências das ações.

As **leis** ambientais existentes relacionadas à floresta, à água e ao solo **são aplicadas de forma inconseqüente**, com exceção dos casos de poluição e degradação severa. A sociedade encara outros aspectos da vida social como sendo mais prioritários. As multas e punições são muito poucas para evitar as atividades degradantes de recursos, tais como a extração ilegal de madeira. São feitos esforços para garantir a observância das leis florestais e da pesca, mas as autoridades de monitoramento competentes estão esgotadas com o patrulhamento da grande área, criando insegurança e reduzindo os incentivos para gerir o solo de forma sustentável. As autoridades tradicionais desempenham um papel importante na aplicação das leis consuetudinárias sobre os recursos naturais e sua conformidade com o direito consuetudinário traria uma forte contribuição para a gestão sustentável dos recursos.

A terra da comunidade é designada pelo Estado. Os agricultores locais não possuem direitos agrários formais e se opõe às tentativas do governo para formalizar

Fig. 54: Campos de agricultura de sequeiro (Mahango) e agricultura de conservação. Fotos: A. Gröngröft.

a posse da terra. A **lei consuetudinária** tem sido eficaz em alocar terras e evitar conflitos dentro da comunidade, mas tem suas limitações assim que agentes externos mais poderosos se interessam no acesso aterra. Com a crescente demanda por terra e a necessidade de melhorar as operações comerciais, o governo está sob pressão para confiscar terras, forçando as pessoas com diferentes tipos de direitos agrários formais e informais a reassentar em outro lugar. A lei da reforma agrária comum especifica que, nesses casos, uma indenização tem que ser paga e todos os direitos agrários consuetudinários e estatutários devem ser reconhecidos. Como tal, os agricultores estão, pelo menos, legalmente bem protegidos contra a apropriação das terras e o sistema de autoridade tradicional é geralmente capaz de alocar e proteger os direitos agrários. Como as estruturas de autoridade tradicionais não são formadas com separação de poderes, os órgãos estatutários freqüentemente são reticentes e tentam reduzir os seus poderes.

Atividades turísticas desempenham um papel econômico menor no Kavango namibiano. No entanto, a movimentação de animais selvagens é fortemente prejudicada pelo sistema de cordões de isolamento veterinário existente através do norte da Namíbia. O sistema de eixos rodoviários principais asfaltados que liga as maiores intersecções urbanas e as estradas secundárias ainda são, em sua maioria, de cascalho ou de terra e em parte com usabilidade restrita na época das chuvas. Existem aeroportos em Rundu e Calai e a eletricidade está disponível nos principais centros, bem como nos assentamentos maiores,particularmente os que estão ao longo das estradas principais.

A **área terrestre efetivamente protegida** é cerca de 6 % da FORA da bacia namibiana.

O próprio núcleo central de Mashare não está localizado dentro de uma área protegida, mas nos seus arredores existem algumas florestas comunitárias e reservas comuns. Encontramos os principais 'hotspots' de transformação urbana próximos a Rundu e de transformação agrícola ao longo da borda sul densamente povoada do Kavango namibiano. Entre 1990 e 2000, aproximadamente 12 km^2 de florestas foram transformados em terras aráveis ou estradas e, além disso, novos campos irrigados foram fundados perto do rio. Embora a área de Rundu tenha aumentado neste período, os assentamentos dentro do núcleo central mostraram poucas mudanças.

A maioria das áreas sofre **incêndios** regularmente. Como os incêndios são, em sua maioria, causados pelo homem, a sazonalidade das queimadas corresponde às práticas agrícolas nas diferentes estações do ano. Os incêndios florestais começam nessa região uma vez que a vegetação está bem seca (junho) e ganham freqüência e intensidade com o avanço da estação seca, atingindo o pico em agosto e terminando em outubro com as primeiras chuvas. Os mapas de incêndio mostram que as áreas de floresta queimam freqüentemente. As áreas com alta densidade populacional e, conseqüentemente utilizadas intensamente, não são afetadas pelos incêndios. Este é o caso de Rundu, situada na parte ocidental do mapa, bem como das aldeias do núcleo central ao longo do rio Okavango.

No âmbito da **agricultura**, encontramos dois sistemas dominantes: **o cultivo de subsistência de sequeiro semipermanente, em pequena escala, e a agricultura industrial irrigada**. **A área atual sob irrigação** cobre 2.200 hectares no Kavango namibiano. Há apenas pequenas partes do núcleo central que são cobertas pela agricultura industrial.

O sistema de cultivo em pequena escala é caracterizado pela escassez de terra e os baixos níveis de fertilidade do solo, o que restringe o cultivo, principalmente, para o milheto de baixo rendimento (que tem boas colheitas apenas em anos com muita chuva). Os excedentes de

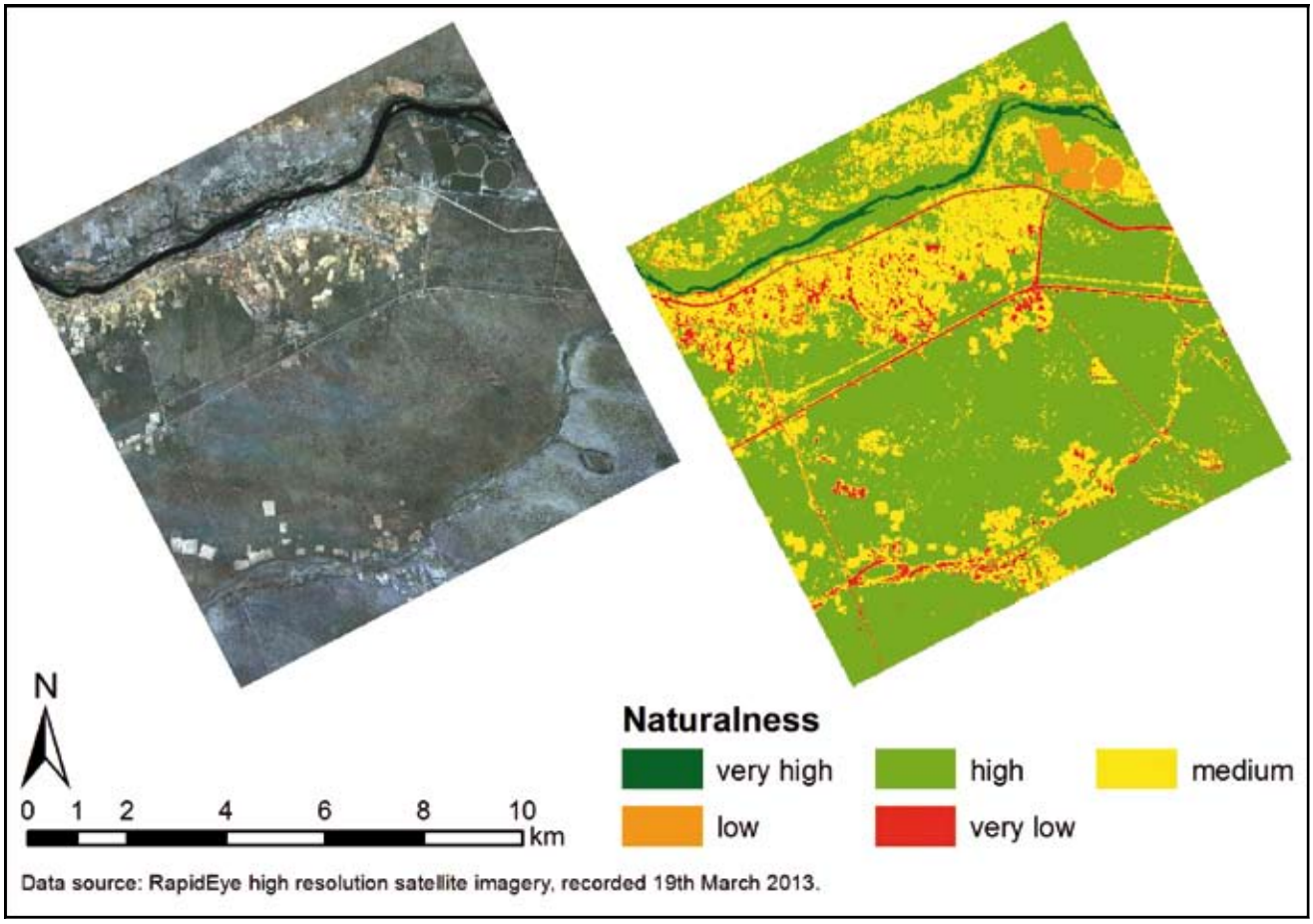

Fig. 55: Grau de naturalidade em cinco classes, indo de muito alta (natural) a muito baixa (não natural), no núcleo central de Mashare.

alimentos comercializáveis são muito raros. Na última década, a velocidade dos processos de empobrecimento tem aumentado devido a um colapso da economia pecuária, causado pelo sobrepastoreio das pastagens comuns. Isso resultou em falta de bois para arar, visto que as famílias que não possuem bois freqüentemente precisam gastar a maior parte de seu dinheiro para alugá-los. Esses bois estão disponíveis para o aluguel apenas após seus donos ararem seus campos, fazendo com que exista pouco tempo disponível para a aragem dessas terras familiares. Em função das chuvas, as famílias que não possuem bois muitas vezes não conseguem arar e plantar seus campos inteiros, ou até mesmo uma pequena parte deles, e assim a colheita total é reduzida. Esses processos resultam em uma estratificação em andamento das famílias em Mashare. A maioria é afetada por recursos domésticos degradados, reduzindo a fertilidade do solo e deteriorando os recursos florestais devido ao sobrepastoreio, enquanto uma minoria de famílias se beneficia do lento aumento na integração do mercado de fluxos financeiros (especialização e comercialização). Assim, a falha de métodos de produção antigos levou ao treinamento de 72 agricultores para adaptar o novo sistema de produção e de trabalho mais intensivo da **Agricultura de Conservação**.

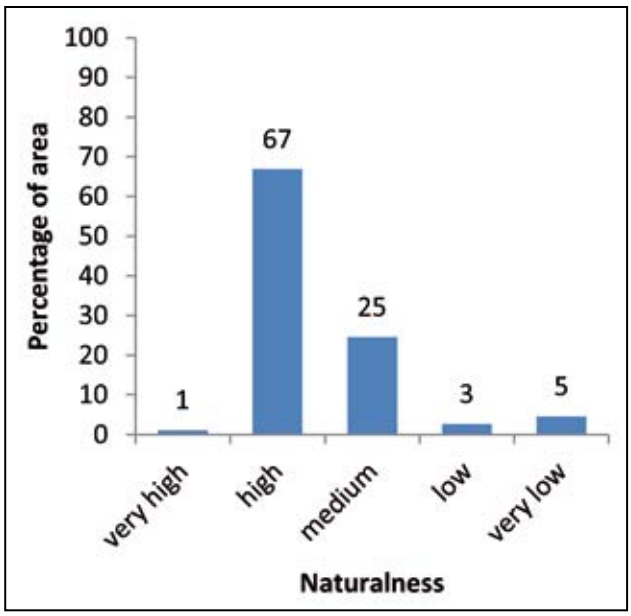

Fig. 56: Porcentagem da área de naturalidade em uma das cinco classes, indo de muito alta (natural) para muito baixo (não-naturais), no núcleo central de Mashare.

Algumas pessoas da população local têm **gado**, mas devido à degradação ao longo do rio, os rebanhos maiores são encontrados principalmente no interior mais árido. A pecuária também deveria desempenhar um papel importante nas **fazendas de pequena escala arrendadas do interior**. No entanto, a pecuária visando à exportação acontece principalmente ao sul do cordão de iso-

Fig. 57: Residências rurais em Mashare, Namíbia. Foto: H. Seidel.

Fig. 58: Vista do lado angolano do rio, à partir de Mashare, Namíbia. Foto: L. Schmidt.

lamento veterinário, já que a localização das fazendas arrendadas ao norte do cordão dificulta a conexão com a UE e os mercados internacionais. Não está claro até que ponto essas fazendas arrendadas no interior em terras comunitárias são unidades produtivas e que geram benefícios para a população em geral. Temos que avaliar se elas não são um passo para a privatização da terra por meio de elites locais e nacionais, pois cobrem frações muito significativas de terra das regiões em questão.

A **febre aftosa** não aparece com freqüência, provavelmente devido aos números muito baixos de animais selvagens remanescentes na área. Quando a doença é encontrada em bovinos, ocorrendo mais para o leste onde os animais selvagens são mais abundantes, o controle do movimento dos animais e seus derivados entre os cordões veterinários aumenta, e o gado pode ser vacinado com mais freqüência.

Em relação à **pureza da paisagem**, Mashare é atualmente o núcleo central com as maiores alterações humanas da paisagem (Fig. 55 e 56).

Duas estradas dissecam o núcleo de oeste para leste: a antiga estrada de cascalho seguindo a faixa da recente inundação do Okavango e a nova estrada de asfalto a cerca de 3 quilômetros no interior das dunas do Kalahari, com vários atalhos verticais entre elas e blocos de areia que se estendem ao sul. Uma seqüência mais contínua de comunidades rurais se estende ao longo dessas duas estradas principais, transformando intensivamente a maioria das antigas várzeas em paisagens agrícolas seminaturais pelas atividades de pequenos produtores, com mosaicos de pequenos campos, pousios, herdades, sebes, árvores remanescentes e arbustos, etc. Uma pequena faixa com novas dinâmicas periurbanas se desenvolve atualmente ao longo da estrada de asfalto, com pequenas lojas e 'shebeens'. A única parte com grandes extensões de ecossistemas quase naturais nas antigas várzeas está dentro dos limites do complexo MITC/MADI. Na parte noroeste dos núcleos centrais, há vários campos com agricultura de irrigação industrial moderna, com comunidades bióticas correspondentemente perturbadas e processos ecossistêmicos naturais. O interior das dunas do Kalahari ao sul da estrada de asfalto é menos povoado, com assentamentos seguindo quase exclusivamente o curso dos sistemas fluviais efêmeros e, embora esta área seja menos povoada, as atividades agrícolas acontecem com muitos pousios e campos ativos nas dunas. A paisagem natural global no interior é, portanto, superior, porém impactos sobre o uso do solo como a extração de madeira, a caça e a criação de gado vão muito além dos limites do sul do núcleo central. A recente inundação do Okavango é muito pequena no núcleo central, as florestas ciliares originais no lado namibiano do rio foram quase todas cortadas e os canaviais são intensamente colhidos para cobrir telhados em ambos os lados do rio. No entanto, o curso do rio ainda tem em sua maior parte estruturas e dinâmicas de inundação intactas.

A conectividade do ecossistema é consideravelmente interrompida pelas estradas mencionadas acima e cercas ao redor do complexo do MITC/MADI. As comunidades bióticas não têm a maioria dos grandes herbívoros e predadores do topo da cadeia alimentar do lado namibiano. O núcleo central inclui uma pequena parte do lado angolano do rio e os assentamentos lá são esparsos. No entanto, campos já se estendem por todas as partes mais férteis das antigas várzeas, mostrando atualmente o início de um processo de transformação nas paisagens agrícolas. Porém, grande parte destas atividades agrícolas parece estar associada a comunidades do lado namibiano do rio, assim a transformação da paisagem é menos pronunciada do que na margem sul. O interior norte do lado angolano mostra ainda muitas paisagens relativamente intactas e naturais, incluindo alguns elementos emblemáticos das comunidades bióticas naturais, por exemplo, a passagem de elefantes.

O local de estudo de Seronga

Quadro nacional e regional atual

- A estratégia econômica nacional se inclina fortemente para o crescimento econômico, através da promoção de mercado e considerável investimento externo.
- A aplicação das leis da vida selvagem e da pesca é rigorosa, enquanto as leis ambientais existentes relacionadas com a floresta, a água e a terra aplicadas inconseqüentemente. As autoridades tradicionais desempenham um papel marginal na gestão dos recursos naturais.

Situação atual do núcleo central de Seronga

- A agricultura tradicional é a principal atividade econômica.
- Há fortes conflitos entre humanos e animais selvagens.
- Os incêndios agravam a pressão sobre os ecossistemas.
- A qualidade da água potável fornecida por canos é baixa.
- O núcleo central apresenta atualmente um mosaico de florestas naturais intactas, no interior do Kalahari, e sistemas agrícolas seminaturais ao longo da estrada principal e das várzeas naturais intactas ao longo do enclave.

3.3 O sistema socioecológico em Seronga

O **clima** em Seronga é caracterizado por condições semiáridas com uma estação de chuvas durante o verão austral e um período seco de maio a setembro. Durante o período de 1971 a 2000, a precipitação média anual foi de cerca de 478 mm (Weber 2013). A precipitação anual em Seronga mostra uma alta variabilidade interanual, sem qualquer tendência significativa entre 1950 e 2009. A temperatura média anual é de 23,2 °C, com novembro como o mês mais quente e julho o mais frio, com temperaturas médias de 27,1 °C e 16,5 °C, respectivamente (período de 1971 a 2000). A temperatura média anual em longo prazo mostra variabilidade interanual moderada, com aumento da temperatura desde o final da década de 1970 (Weber 2013).

A pequena cidade de Seronga e o núcleo central do TFO em Seronga estão situados na borda a sudeste do enclave do Okavango, na confluência com o Delta. A área é composta de pântanos naturais relativamente intactos e do deserto Kalahari. O desenvolvimento de Seronga foi apoiado pelas características da paisagem, enquanto um canal principal dentro das várzeas encontra uma larga faixa de solos relativamente férteis nas areias do deserto. Os assentamentos estão alinhados ao longo da encosta

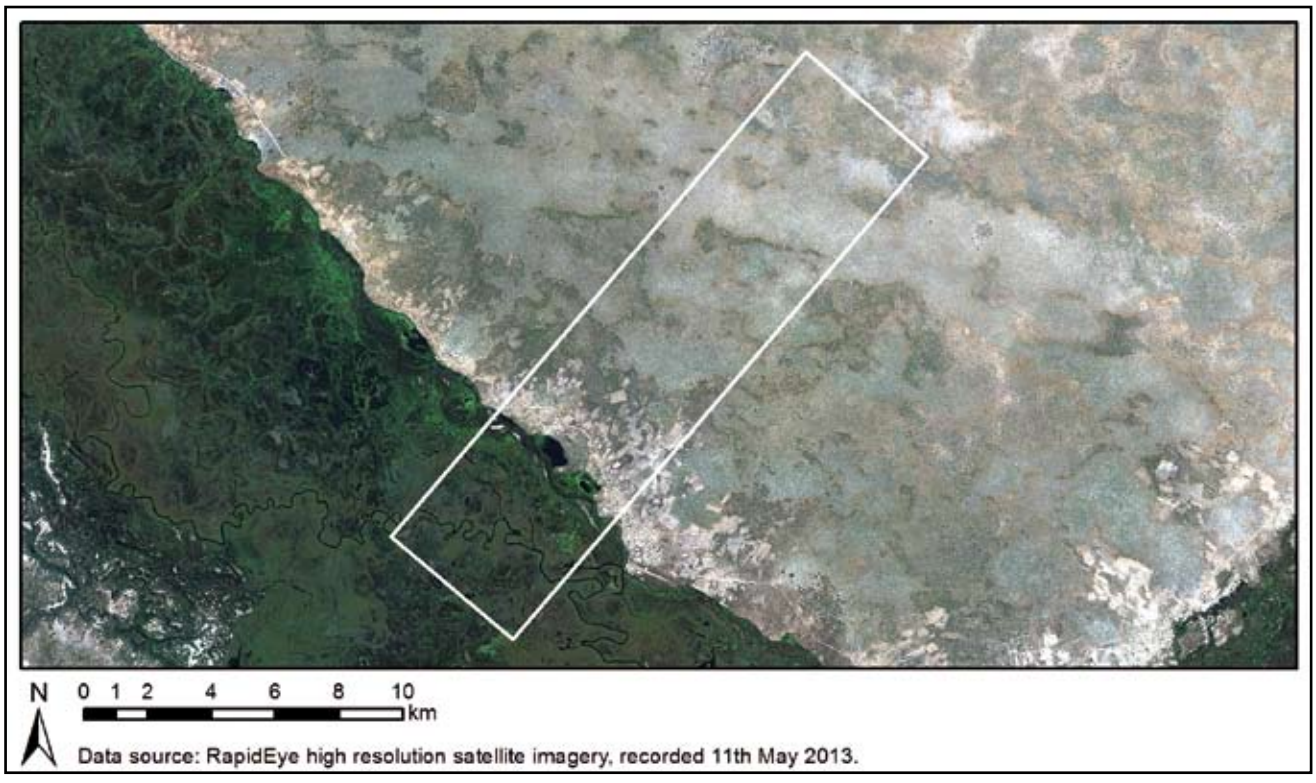

Fig. 59: Visão geral do local de estudo de Seronga. A linha branca marca a extensão do local de estudo.

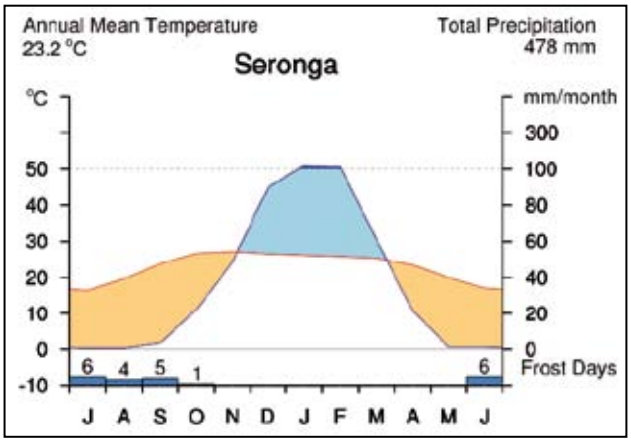

Fig. 60: Diagrama Walter-Lieth do clima de Seronga para o período 1971 a 2000 (Weber 2013d).

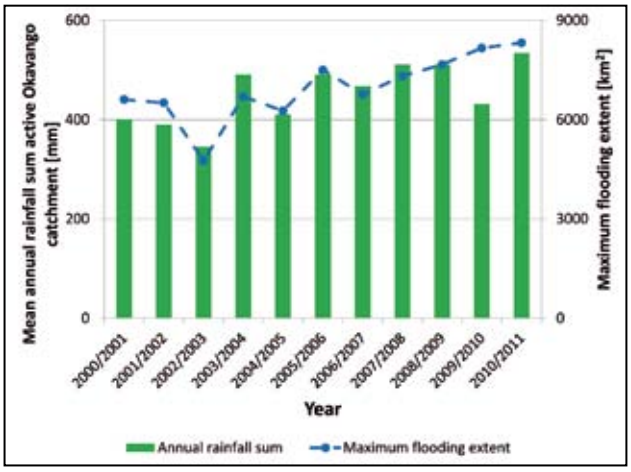

Fig. 61: Soma da precipitação média anual da bacia hidrográfica activa do Okavango e extensão máxima de cheias para o período de observação de 2000 a 2011.

entre os pântanos e o deserto. A estrada de cascalho de Shakawe a Seronga segue a mesma linha ao longo da borda leste do enclave. Todos estes fatores contribuem para a **alta integridade da paisagem** (Fig. 63 e 64).

A área é apenas moderadamente afetada por queimadas. Dentro da área de estudo de 100 km² ao redor de Seronga, mais de 90 % permanece em um estado relativamente natural. A fauna natural da área ainda mostra cadeias tróficas bastante intactas com grandes herbívoros, como elefantes, búfalos e hipopótamos, e predadores do topo da cadeia alimentar, por exemplo, leões. A aldeia Seronga está localizada na zona de amortecimento fora da zona central do Patrimônio Mundial da UNESCO do Delta do Okavango. Parte das várzeas utilizadas pela comunidade desemboca no núcleo central e são também classificadas como um pântano de importância internacional pela convenção Ramsar. Além disso, partes das terras comunitárias pertencem a uma área de gestão da vida selvagem. No entanto, em termos de funcionamento do ecossistema, os movimentos em grande escala de animais migratórios são contidos pelas cercas Búfalo e Caprivi, aprisionando-os entre elas e o enclave.

Ao longo da estrada a conectividade do ecossistema é parcialmente interrompida pelo desenvolvimento linear dos assentamentos. Isso leva a fortes conflitos entre humanos e animais selvagens na estação seca, quando os elefantes são forçados a passar pelos campos e perto de assentamentos para chegar aos pântanos buscando por água (veja abaixo).

O único grande centro urbano na área do Delta é Maun, com uma população com cerca de 60.000 habitantes. Seronga é parte do distrito noroeste do Botsuana, com uma população de aproximadamente 152.000 habitantes. O centro administrativo Shakawe, na extremidade noroeste do enclave, desempenha papel importante para a migração, comércio, câmbio e suprimentos, acessível a partir de Seronga por uma estrada de cascalho e uma balsa pública (Fig. 65). Cada vez mais, a agricultura está se espalhando ao longo da estrada de cascalho. Ao mesmo tempo, há também uma concentração crescente de **população** em Seronga, que oferece mais e mais conforto devido à melhoria de infraestrutura públicas como escolas, um hospital, polícia, administração da terra, um sistema de abastecimento de água e cobertura de telefonia celular, bem como o desenvolvimento do mercado representado por um pequeno supermercado. A eletricidade é fornecida por um gerador descentralizado, mas apenas algumas famílias podem dar-se ao luxo de acessá-la. Seronga é vagamente conectada com Maun através de tráfego aéreo pouco freqüente.

Paralelamente, as comunidades do enclave têm acesso permanente à **água** corrente nos córregos dos pântanos. Seronga bombeia água de um poço central e a distribui por meio de um sistema de tubulação. No entanto, a infraestrutura está em mau estado e a qualidade da água potável é baixa. Portanto, as pessoas mais pobres ainda dependem da água do rio ou de bombas manuais públicas, enquanto as famílias mais ricas instalaram poços em seus quintais. A extração humana de água é apenas para consumo pessoal e o volume total é baixo. Ao longo da fronteira das zonas pantanosas, pequenas quantidades de água são usadas para a irrigação de horticultura em pequena escala (Fig. 66).

Seronga tem cerca de 950 famílias e, aproximadamente, 3.000 habitantes. De acordo com os resultados preliminares do censo 2011, a taxa de crescimento populacional foi de 1,9 na região. Bem como em Seronga, a fertilidade natural ainda é alta e provavelmente continuará a ser o fator dominante do crescimento da população. No entanto, devido à sua posição remota, a migração interna para os centros urbanos é e continuará a ser uma dinâmica forte, especialmente para os jovens. A remigração por familiares para as comunidades também é comum.

O levantamento socioeconômico do TFO de 2012 no núcleo central revelou **renda** média anual per capita (incluindo a renda de subsistência) de € 756. O coe-

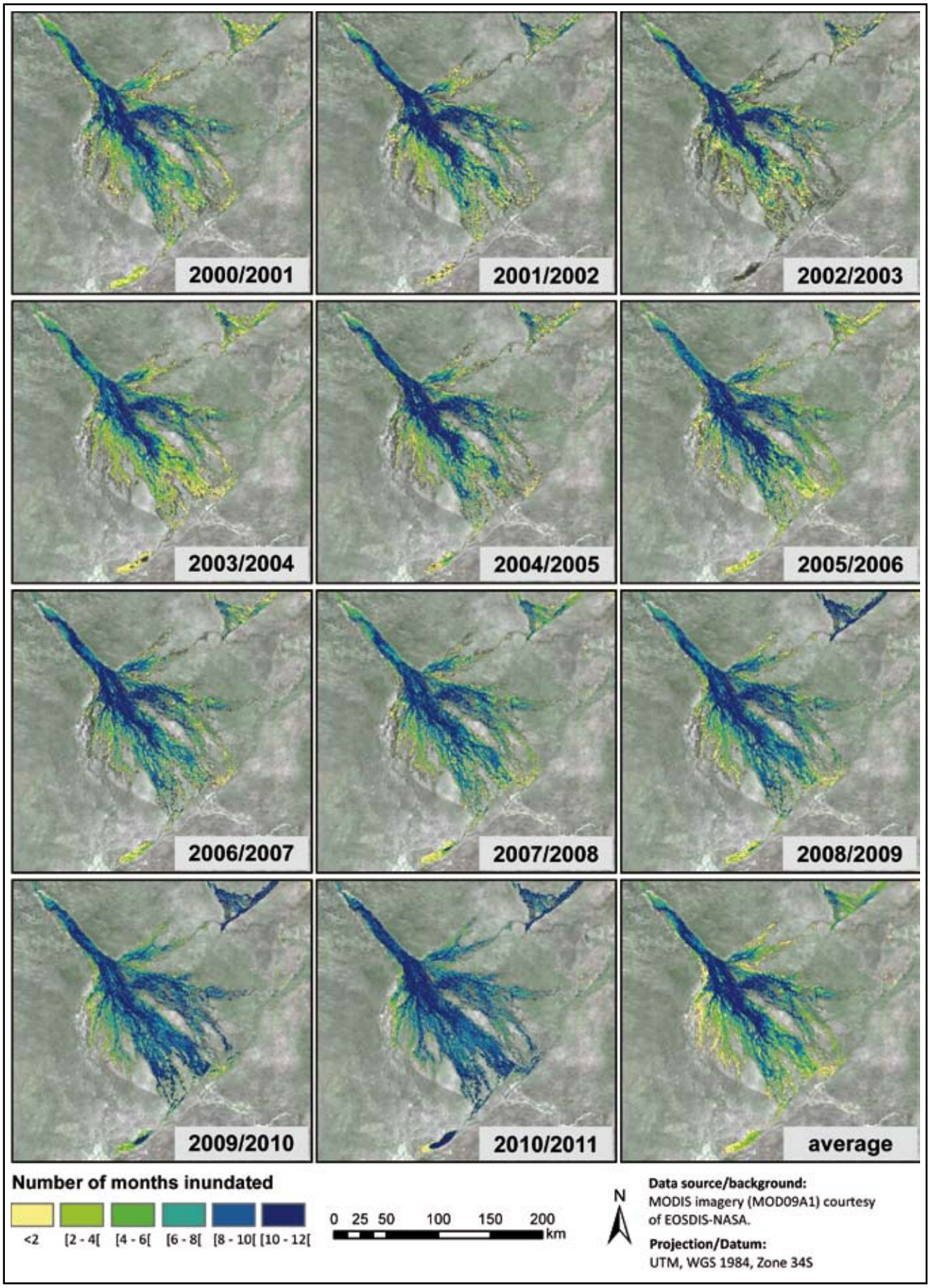

Fig. 62: Número estimado de meses de inundação no cabo de caçarola e bacia hidrográfica do Okavango, cobringo o período de observação de 2000 a 2011. O conjunto de dados é baseado nos dados de reflectividade de 8 dias do sensor MODIS (MOD09A1).

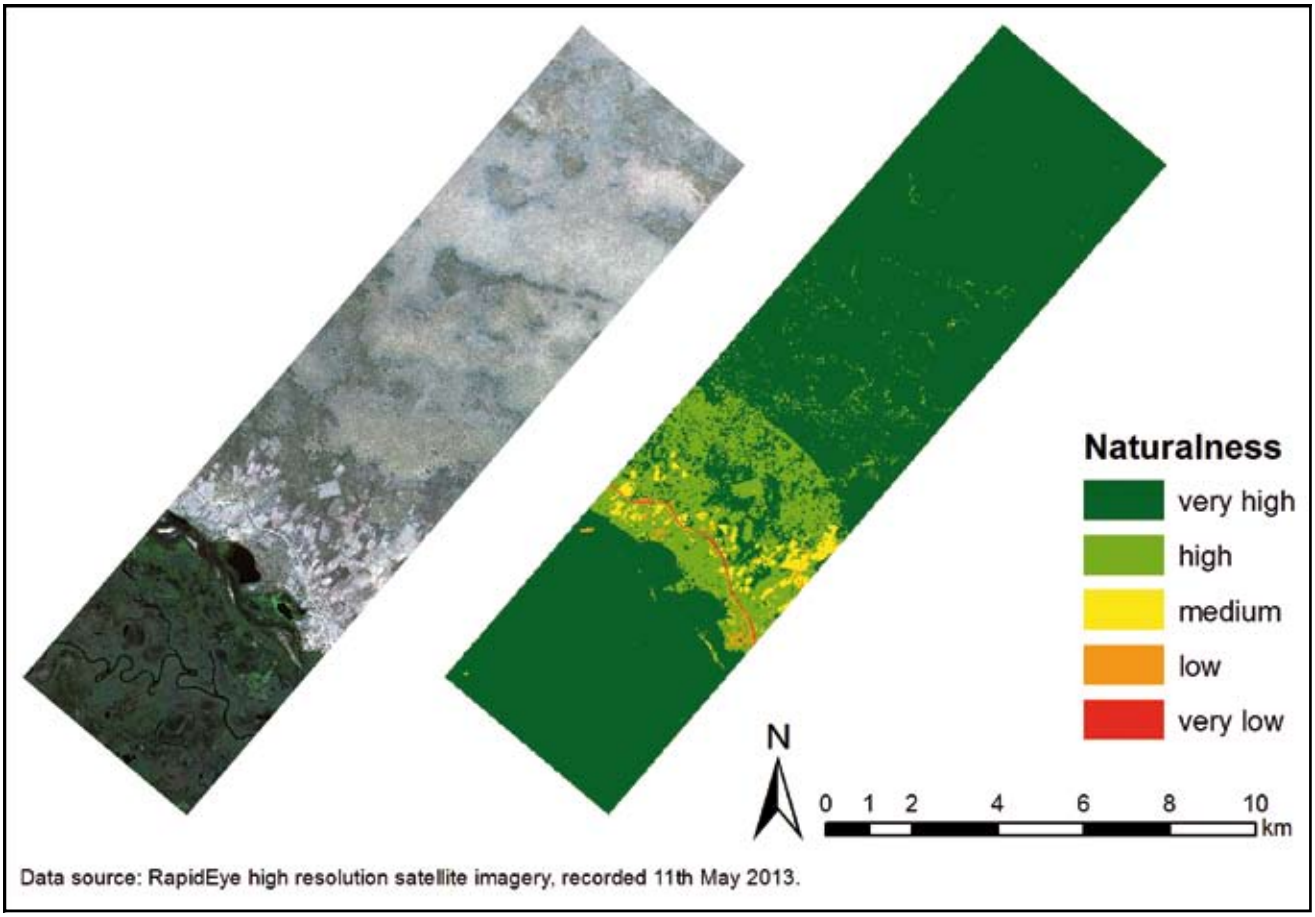

Fig. 63: Grau de naturalidade em cinco classes, indo de muito alta (natural) a muito baixa (não natural), no núcleo central de Seronga.

ficiente de Gini da renda per capita anual (incluindo a renda de subsistência) foi bem alto, 0,82, indicando uma distribuição de renda muito desigual. Dos domicílios, 74 % tinham acesso à água potável, sendo que 31 % da população não tiveram educação formal e 28 % concluíram o ensino secundário.

Botsuana segue uma política de desenvolvimento mista. Por um lado, as inovações agrícolas de baixo custo dos pequenos produtores, tais como o uso de fertilizantes ou aluguel de trator, são incentivadas e subsidiadas tanto por parte do governo quanto pelas organizações de desenvolvimento. Por outro lado, são incentivados projetos de mineração comercial, bem como as operações turísticas.

No geral, há forte política e quadro jurídico para a **gestão sustentável dos recursos naturais** no Botsuana (Malzbender e outros 2010). A Política de Gestão de Recursos Naturais para a Comunidade (CBNRM 2007) inclui o objetivo de equilibrar a conservação da natureza com a melhoria da subsistência. No entanto, existe um risco elevado de que as políticas de desenvolvimento se conflitem e resultem em desenvolvimentos descoordenados, que se mostrem econômica e ambientalmente não sustentável ao longo prazo. A lacuna crítica é a integração setorial insuficiente das políticas ambientais no distrito, bem como a nível nacional (Malzbender e outros 2010 e Setlhogile e Arntzen 2012). O Plano de Desenvolvimento Distrital (DDP 7) para Ngamiland contempla especialmente o desenvolvimento de assentamentos e novas áreas de proteção de animais selvagens, mas também inclui planos para estabelecer projetos agrícolas em larga escala (Setlhogile e Arntzen 2012). Os subsídios

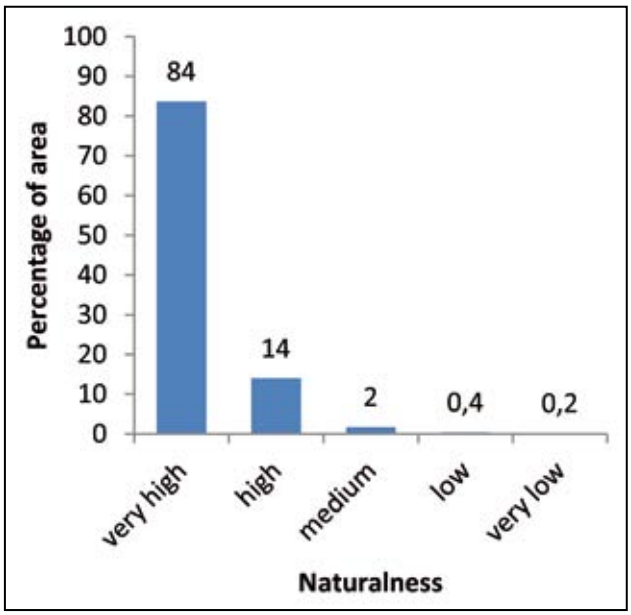

Fig. 64: Porcentagem de área de naturalidade das cinco classes, indo de muito alta (natural) a muito baixa (não-naturais), no núcleo central de Seronga.

Fig. 65: Balsa e estrada de cascalho para ir de Shakawe a Seronga. Fotos: S. Domptail e L. Schmidt.

aos insumos são um importante instrumento político para o desenvolvimento agrícola de pequenos produtores (Setlhogile e Arntzen 2012). Há limitações críticas sobre a informação ambiental e social que também é destaque na 'Visão do Botsuana 2016' (OKACOM 2011, Setlhogile e Arntzen 2012 e Jürgens 2014) e como resultado, políticos e outros tomadores de decisão têm que decidir as conseqüências das ações com base em previsões ruins. Esta é a razão pela qual muitos serviços ecossistêmicos não são suficientemente considerados no planejamento de uso da terra e de recursos. Há esforços para aumentar o conhecimento sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso dos recursos (OKACOM 2011 e Jürgens 2014), mas o país enfrenta graves restrições de capacitação.

Fig. 66: Horticultura irrigada em pequena escala irrigada em Seronga, Botsuana. Foto: A. Gröngröft.

Há aplicação muito eficaz e rigorosa das leis sobre animais selvagens e pesca. As **leis ambientais** relacionadas com a floresta, a água e a terra, no entanto, são pouco claras e aplicadas de forma inconseqüente, com exceção dos casos de poluição e degradação severas. Para esses últimos recursos, as multas e punições são muito baixas para evitar essas atividades. As autoridades tradicionais perderam muito do seu poder e desempenham papel bastante marginal na gestão dos recursos naturais.

A terra da comunidade é designada pelo Estado, os agricultores locais têm **direitos agrários** formais e a terra é alocada pelo conselho agrário. O mecanismo é eficaz em prevenir agentes externos mais poderosos de acessarem ilegalmente a terra. No entanto, com a crescente demanda por terra e a necessidade de melhorar as operações comerciais, incluindo a mineração, o governo está sob pressão para encorajar as pessoas a mudar de suas casas e campos. Em tais casos, uma indenização tem que ser paga, assim os agricultores ficam relativamente bem protegidos contra a apropriação de terras.

A cidade de Seronga está cada vez mais envolvida em **mercados de fluxos financeiros** e, pelo menos, algumas pessoas estão muito preocupadas com a aquisição de bens de consumo. Os domicílios têm uma grande variedade de produtos modernos que são, em sua maioria, importados de mercados globais e regionais. A renda depende muito de emprego, principalmente público, mas também do setor privado de turismo. Em comparação com os outros núcleos centrais do TFO, Seronga oferece uma densidade institucional mais elevada e, portanto, mais oportunidades de trabalho. Assim, há menos pressão para mercantilizar os recursos naturais do que em locais menos desenvolvidos.

Ao longo do enclave, as comunidades praticam sistema de **cultivo** semipermanente, com alta importância do uso de recursos naturais para a subsistência. A es-

trada para Seronga constitui um eixo de transformação de bosques do deserto em um mosaico de campos agrícolas desiguais de pequenos produtores, pousios e matagais degradados. As pessoas vivem e fundam seus campos perto da estrada e as clareiras para os campos concentram-se em áreas com florestas de mopane mistas, que têm solos escuros e mais férteis do que as florestas de *terminalia*. Portanto, apesar da relativa abundância global de terra, o cultivo se concentra em torno de Seronga, e a transformação é limitada a uma área de menos de 4 quilômetros do rio no interior árido. Só a criação de gado se estende mais para dentro do deserto sem grandes impactos sobre os ecossistemas do sertão. No entanto, o padrão tradicional de uso da terra, com campos nas imediações dos assentamentos e currais em áreas remotas, é cada vez mais abandonado e os estoques de gado são estáveis. Durante a estação chuvosa, as áreas de pastagem estendem-se intensamente para o interior e, durante o ano todo, pântanos são usados como pastagem.

A baixa produtividade das culturas é fortemente agravada pelas perdas da lavoura devido aos danos causados por animais selvagens e pelo gado. Assim, a agricultura está se tornando menos atraente, tão logo fontes alternativas de rendimento se tornam disponíveis. Dentro da área de estudo de cerca de 100 km^2, 5 % das terras são usadas para o cultivo e, atualmente, não há nenhuma área sob intensa irrigação perto de Seronga.

A **gestão da pecuária** é amplamente baseada no manejo de pastagens comunitárias, as quais são adjacentes às áreas de gestão de animais selvagens do Okavango e Kwando. Isso aumenta o risco de surtos de doença, por exemplo, de febre aftosa, embora raramente aconteça graças a um acompanhamento atento e campanhas de vacinação anuais executadas pelo governo. No entanto, a classificação como área de alto risco é a razão pela qual Seronga é colocada dentro de uma área restrita, na qual a exportação de produtos de origem animal para grandes mercados regionais e globais é fortemente prejudicada. Existem três cordões de isolamento veterinário operando de leste a oeste no sul de Seronga.

Em comparação com outras partes do Delta, há menos atividades **turísticas** ao redor de Seronga. Um camping é administrado de forma cooperada por guias turísticos da comunidade e há também chalés mal conservados. O camping é visitado apenas esporadicamente por turistas independentes e alguns caminhoneiros. A estação próxima, XauMokoro, facilita passeios de barco na parte noroeste do Delta e há ainda um operador de turismo privado, que oferece passeios de barco na região. A maioria do turismo é composta de excursões rápidas de canoa organizadas por empresas de safári estrangeiras. A maior parte dos trabalhadores locais no setor de turismo tem empregos de baixa qualificação e é mal paga. Porém, a comunidade de Seronga beneficia-se do turismo por meio de taxas de concessão pagas ao Fundo Comunitário do Okavango.

Atualmente, não há **mineração** em andamento na área de Seronga.

A avaliação das entrevistas do TFO sobre os **serviços ecossistêmicos** revelou que a comunidade colhe grandes quantidades de sapé e junco para telhados (512 e 129 toneladas por ano, respectivamente). Além disso, madeira e tábuas são usadas para a construção e fogo doméstico, extraídas principalmente em áreas próximas à estrada e perto da aldeia. As pessoas pescam e consomem peixes com freqüência, com extração anual total de, aproximadamente, 11 toneladas. Plantas medicinais, nozes, raízes e as famosas 'lagartas Mopane' complementam a dieta.

A equipa interdisciplinar responsável pelas descrições do estado actual:

Manfred Finckh & Michael Pröpper (Coordination), Baboloki Autlwetse, Claudia Burbano Roa, Vera De Cauwer, Stephanie Domptail, Cynthia Erb, Celesté Espach, Thomas Falk, Richard Fynn, Lucky Ganeb, Hendrik Göhmann, Jann Grönemeyer, Alex Gröngröft, Ben Kowalski, Sven Kralisch, Wellington Masamba, Felix Monggae, Jona Luther-Mosebach, Tiego Mpho, Mike Murray-Hudson, Ernst-August Nuppenau, Barbara Reinhold, Rasmus Revermann, Carlos Ribeiro, Achim Röder, Laura Schmidt, Henrike Seidel, Marion Stellmes, Thomas Steudel, Torsten Weber, Jan Wehberg, Thomas Weinzierl, Ibo Zimmermann

Capítulo 4

Principais desafios e implicações para ações estratégicas

Neste capítulo, apresentamos as principais conclusões da pesquisa interdisciplinar. Cada conclusão caracteriza os aspectos do sistema socioecológico com diferentes graus de relevância espacial e temporal. Algumas têm relevância específica para pequenas áreas dentro da bacia hidrográfica, por exemplo, para as matas ciliares no Delta, outros analisam toda a bacia ou áreas ainda maiores. Os resultados são agrupados nos capítulos 'Clima e Mudanças Climáticas'; 'Disponibilidade, Gestão e Uso da água'; 'Conservação e Gestão dos Recursos Naturais Vivos e seus Serviços Ecossistêmicos'; 'Agricultura e Segurança Alimentar' e 'A Sociedade e o Governo'. Com base nas conclusões e na análise do sistema para cada capítulo, recomendações integrativas são apresentadas aos interessados em diferentes escalas na bacia hidrográfica. Essas recomendações foram elaboradas pelos cientistas do projeto com a visão geral de um desenvolvimento sustentável na bacia em longo prazo, levando em conta a conservação da beleza e singularidade do sistema natural.

4.1 Clima & Alterações Climáticas

C1) A Bacia se tonará mais quente, especialmente no Sul de Angola, na Namíbia e no Delta (aproximadamente 1,5 a 2,5 °C no período de 2016 a 2045).

Os cenários de mudanças climáticas são de grande interesse, pois o potencial de mudança do clima na Bacia do Rio Okavango pode afetar todos os componentes do ciclo hidrológico e, portanto, as vidas das pessoas que habitam essa região. Para gerar projeções climáticas de alta resolução, modelos regionais são usados para diminuir gradualmente as simulações (ou seja, o cálculo dos dados climáticos com maior resolução espacial e temporal) criadas por modelos de circulação global. Projeções climáticas, no entanto, contêm várias incertezas que devem ser consideradas e estimadas. A incerteza proveniente de modelos climáticos pode ser estimada por meio da aplicação de diferentes modelos de circulação global e modelos climáticos regionais. Em projeções de mudanças climáticas em longo prazo, porém, a maior parcela de incerteza é atribuída à contribuição humana, o que é resultado de desenvolvimentos globais desconhecidos na tecnologia, economia, estilo de vida e política. Esta incerteza pode ser combatida usando cenários diferentes de emissão que abrangem uma ampla gama de possíveis emissões futuras antropogênicas. No projeto TFO, as novas vias representativas de concentração (PRCs) são consideradas, as quais contêm um possível cenário de emissão antropogênica moderada (RCP4.5) e alta (RCP8.5) (Moss e outros 2010).

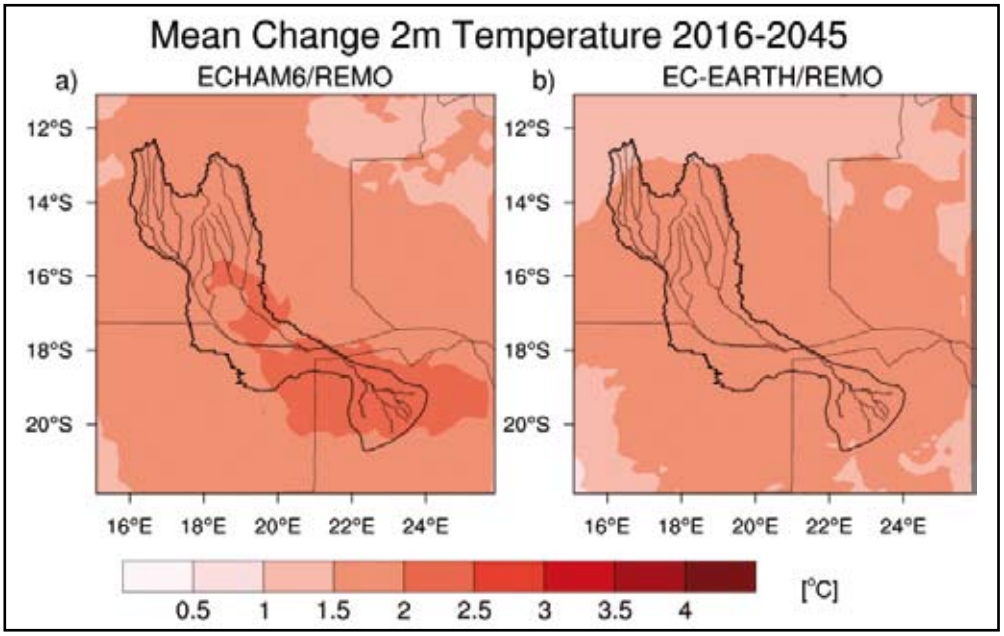

Fig. 67: Principal mudança na temperatura do ar em 2 m no período de 2016 a 2045, com base em dois modelos (a: ECHAM6/REMO e b: EC-EARTH/REMO).

Finalmente, a incerteza resultante da variabilidade do clima pode ser reduzida, considerando-se o valor médio de uma variável meteorológica ao longo de um período suficientemente longo de tempo, por exemplo, 30 anos. No processo de construção do cenário, apenas o de alta emissão (RCP8.5) foi considerado, uma vez que para o futuro próximo a via de emissão de RCP8.5 é semelhante ao Relatório Especial sobre Cenários de Emissões (SRES) anterior, A1B. Assim, os resultados podem ser comparados com os cenários SRES utilizados em outros projetos de pesquisa.

Em detalhe, o subprojeto 01 gerou projeções de mudanças climáticas em alta resolução espacial para a Bacia do Rio Okavango. As projeções de mudanças climáticas regionais foram diminuídas gradualmente com o modelo climático regional REMO (Jacob 2001), usando dados de modelos de circulação global ECHAM6 (Stevens e outros 2015) e CE-EARTH (Hazeleger e outros 2010). Para obter a alta resolução espacial de 25 x 25 km² das projeções de mudanças climáticas regionais, um método de 'aninhamento' duplo foi aplicado (ou seja, inicialmente, os dados climáticos foram diminuídos gradualmente para uma resolução espacial de 50 x 50 km² e, em seguida, novamente para uma resolução espacial de 25 x 25 km²).

A temperatura média do ar a 2 m do nível do solo foi analisada em um futuro próximo, de 2016 a 2045 (sendo 2030 o ano central) e comparada com o período de referência de 1971 a 2000. A possível mudança de temperatura é indicada por uma série (valor mínimo e máximo), que expressa a incerteza resultante da utilização de dois modelos globais diferentes como **input** para o modelo climático regional. A Fig. 67 indica as mudanças, que variam entre 1,5 e 2,5 °C.

Link para dados e leitura adicional: Uma análise detalhada das projeções de mudanças climáticas está disponível no OBIS.

C2) A precipitação anual tende a diminuir em toda a bacia e a duração da estação de chuvas deve diminuir em até 20 dias nas regiões montanhosas angolanas (no período de 2016 a 2045).

A informação de base, para a abordagem da projeção de mudança climática do projeto TFO, é dada no C01.

A precipitação anual e a duração da estação de chuvas foram analisadas para um futuro próximo, período de 2016 a 2045 (sendo 2030 o ano central), e comparadas com o período de referência de 1971 a 2000. A duração da estação de chuvas foi calculada com base na definição de Liebmann e outros (2012), que permite uma determinação objetiva da duração das chuvas para cada ano e cada célula da grade. Ao resumir a precipitação diária em um ano, menos a precipitação média diária de todos os anos, o início da estação de chuvas é o dia no qual a curva cumulativa está no mínimo.

As possíveis alterações de ambas as variáveis são indicadas por uma série (valor mínimo e máximo), que expressa a incerteza resultante do uso de dois diferentes modelos globais como **input** para o modelo de clima regional.

A Fig. 68 mostra a mudança da precipitação média para toda a bacia, calculada com dois modelos globais como **input**. Ambos indicam uma diminuição da precipita-

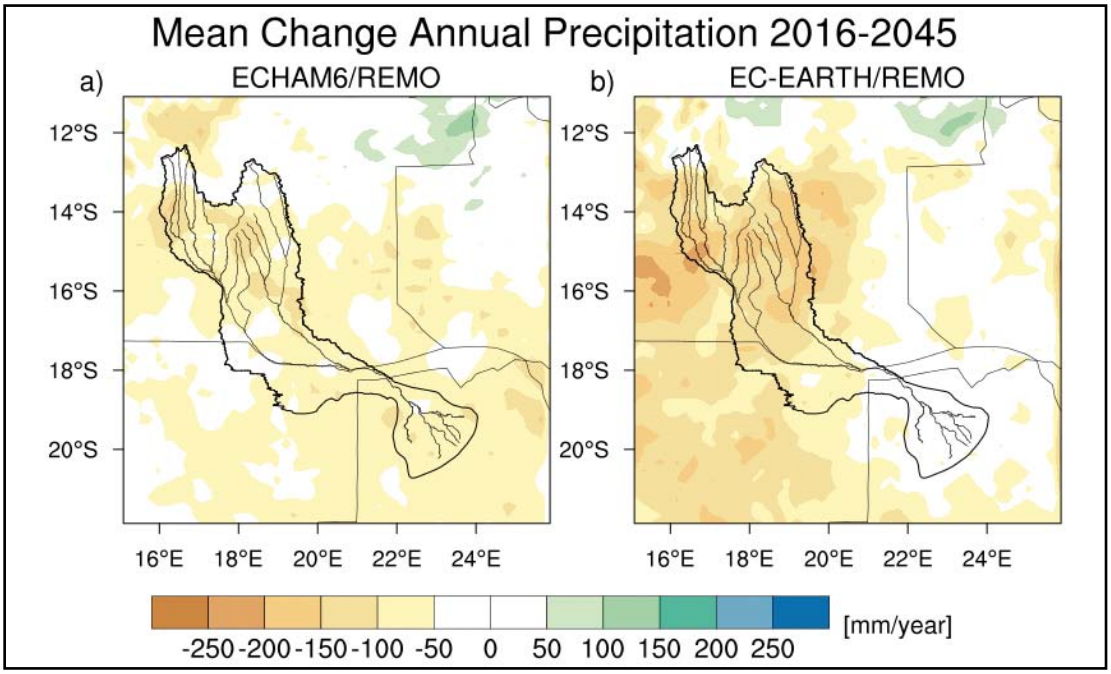

Fig. 68: Principal mudança na precipitação anual para o período de 2016 a 2045 com base em dois modelos (a: ECHAM6 /REMO e b: EC-EARTH/REMO).

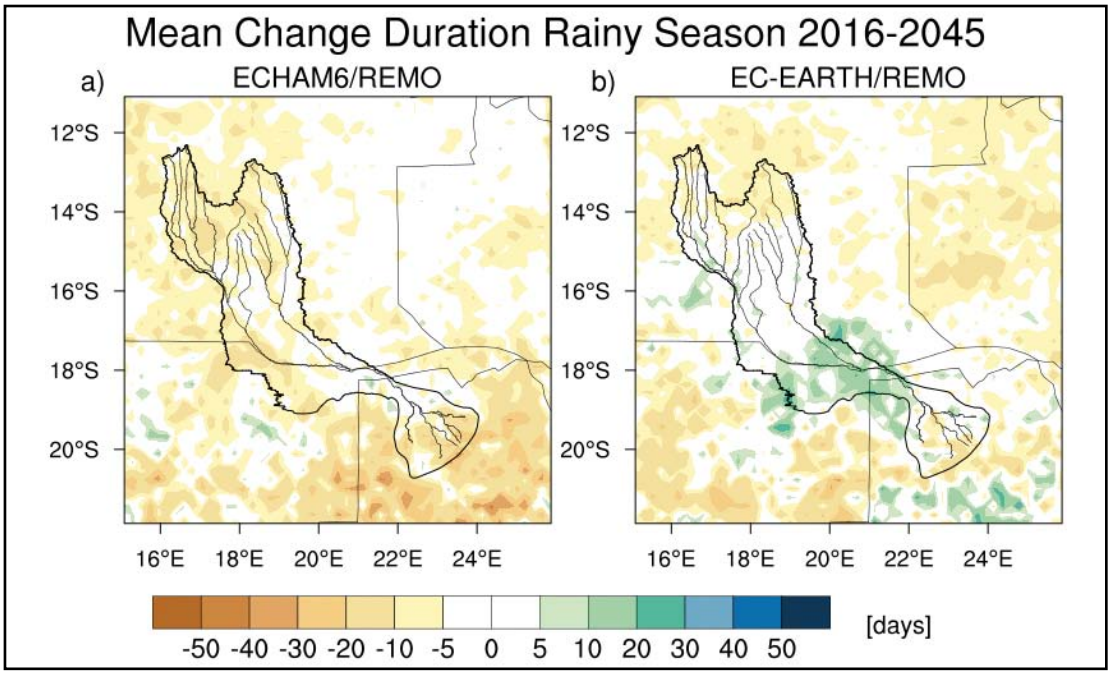

Fig. 69: Principal mudança na duração da estação de chuvas para o período de 2016 a 2045 com base em ois modelos (a: ECHAM6/REMO e b: EC-EARTH/REMO).

ção, especialmente para a parte superior da bacia, enquanto que para o Delta a mudança varia entre zero e -100 mm a^{-1}.

A duração da estação de chuvas (Fig. 69) tende a diminuir em até 20 dias nas montanhas angolanas. Para as outras partes da bacia, os modelos não simulam nenhuma tendência clara da sua duração.

Link para dados e leitura adicional: Uma análise detalhada das projeções de mudanças climáticas está disponível no OBIS.

C3) A mudança climática deve levar a uma rotação de áreas adequadas para o cultivo agrícola.

Estudos recentes revelam que em muitas áreas ao redor do mundo, uma inconstância substancial no rendimento das culturas pode ser explicada pela variação climática (Ray e outros 2015). Na bacia do Okavango, uma grande parte da população depende da agricultura de subsistência de sequeiro, enquanto as condições de clima árido e solos relativamente improdutivos colocam grandes restrições na adequação da terra para cultivo. No futuro, uma pressão adicional no plantio de determinadas culturas pode ocorrer se a precipitação cair abaixo dos limites de tolerância devido a mudanças climáticas.

Para apurar as mudanças correspondentes nas zonas adequadas, para as cinco principais culturas praticadas na bacia (milho, milheto, sorgo, mandioca e feijão-de-corda), uma análise baseada em GIS (Weinzierl e Heider 2015) foi realizada. Ela liga os cenários climáticos regionalizados do TFO para o final do século (2071 a 2100, Weinzierl e outros 2013) com os níveis de tolerância hídrica do banco de dados Ecocrop (FAO 2015), mostrados na Tab. 5. A adequação climática recente foi derivada de dados de reanálise ERA-Interim/REMO (Jacob 2001) e tanto o cenário de emissão médio-baixo (RCP4.5) quanto um caso pior (RCP8.5), que são idênticos aos utilizados pelo IPCC, ilustram a possível situação futura.

Além disso, o tipo de solo dominante foi obtido do banco de dados SOTERSAF (Dijkshoorn e van Enge-

Tab. 5: Necessidades anuais de água (mm) (FAO 2015) das cinco principais culturas da bacia do Okavango.

Cultura	Mínimo absoluto	Mínimo ideal	Máximo ideal	Máximo absoluto
Milho	400	600	1200	1800
Milheto	200	400	900	1700
Sorgo	300	400	600	700
Mandioca	500	1000	1500	5000
Feijão-de-corda	300	500	1500	4100

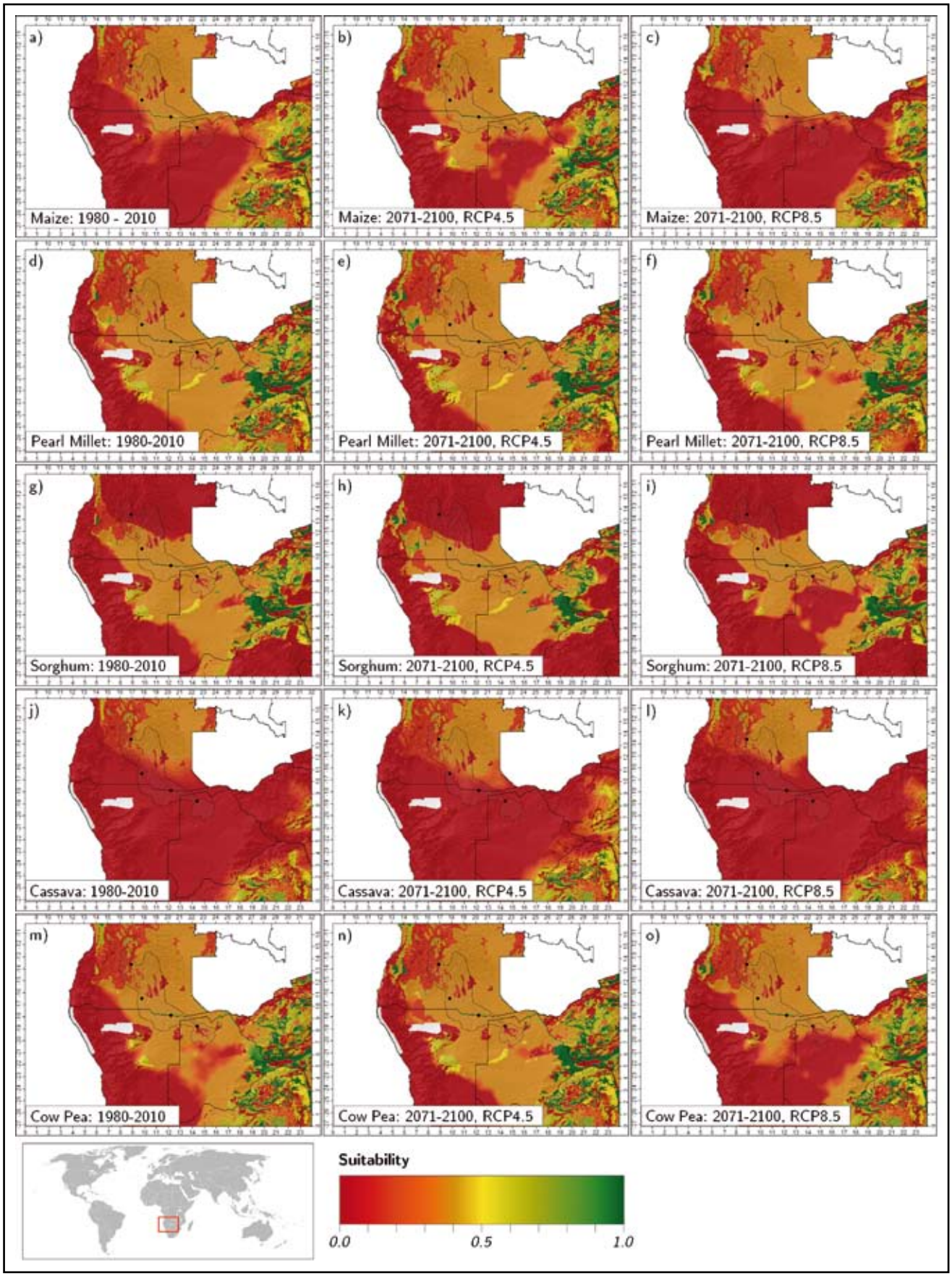

Fig. 70: Adequação natural para as cinco principais culturas derivadas da reanálise de precipitação (coluna da esquerda) e dois cenários de modelos climáticos (coluna do meio e da direita). A FORA está delineada em cinza e os quatro núcleos centrais do TFO estão marcados em preto.

Fig. 71: Névoa da manhã no vale de Cusseque (30 de maio de 2011), ilustrando a acumulação de ar frio nos vales das regiões montanhosas angolanas. Foto: M. Finckh.

len 2003) e incluído na abordagem. Os tipos de solo foram classificados de acordo com sua adequação para uso agrícola, sem irrigação ou fertilização adicional, com base na FAO 2006 e difundidos em valores entre 0 e 1. Os dois conjuntos de dados imprecisos em precipitação e solo foram, em seguida, combinados utilizando-se um algoritmo '**AND Intersection**' com o operador mínimo. Ao conjunto de dados obtido é assim atribuído o valor menor da célula das duas entradas diferentes. Isto significa que, se em uma célula a cultura não é possível por causa de um dos fatores, o resultado será 0. Embora um dos fatores seja o mais favorável, o outro determina a adequação geral ou, em outras palavras, o potencial agrícola só pode ser tão alto quanto o pior fator limitativo numa determinada localização.

Os resultados exibidos na Fig. 70 mostram que na parte norte e central da bacia, solos pobres são o fator limitante para a agricultura, enquanto especialmente no sul, a precipitação é a principal restrição. Devido à prevalência dos solos arenosos, até mesmo o fornecimento ideal de água leva a uma adequação média na maior parte da bacia.

Nossos dados sugerem que no sul da bacia e em partes da região do Delta, o milho não é adequado no momento. No cenário RCP4.5, um ligeiro aumento na precipitação pode permitir o cultivo no nordeste da Namíbia e em partes do Botsuana. O RCP8.5 sugere uma mudança em direção ao norte da zona apropriada e, portanto, uma diminuição do rendimento na metade sul da bacia. Como o milheto é relativamente resistente à seca, pode ser cultivado na maior parte da área de estudo, exceto nas áreas extremamente áridas do deserto. Até o final do século 21, o potencial climático para o cultivo de milheto provavelmente permanecerá moderado em ambos os cenários de emissão. Atualmente, o sorgo é adequado para áreas espalhadas no centro da região de estudo. No RCP4.5 apenas pequenas alterações são projetadas, enquanto no RCP8.5, especialmente a parte central do Botsuana, é afetada por uma diminuição da precipitação média. A mandioca atualmente é cultivada apenas na parte norte da bacia. Enquanto a projeção de alcance médio mostra um ligeiro aumento na área adequada, o pior cenário não apresenta grandes alterações em comparação com a situação atual. A adequação atual de feijão-de-corda é moderada na maior parte da área de estudo. O RCP4.5 sugere um ligeiro aumento ao longo da fronteira com a Namíbia e Angola e no centro do Botsuana. As mesmas regiões são afetadas negativamente no cenário RCP8.5. Em resumo, o milheto é a cultura mais adequada na maior parte da área de estudo em ambos os cenários, devido à sua resistência à seca. O cenário de médio alcance expande ligeiramente a área adequada para o milho e feijão-de-corda. No cenário de alta emissão, especialmente o milho, o sorgo e o feijão-de-corda podem ser afetados por quedas de precipitação.

Nos núcleos centrais do TFO, os sistemas agrícolas e culturas atuais foram avaliados no âmbito do projeto e confirmam os resultados das condições atuais. Uma vez que a análise pressupõe que não há irrigação ou fertilização, também pode haver regiões classificadas como 'inadequadas', onde a cultura de fato ocorre. Os resultados não devem ser confundidos com um retrato exato da situação atual. Eles são, porém, uma aproximação das condições prévias meramente naturais e seu desenvolvimento no futuro.

Link para dados e leitura adicional: Detalhes sobre os dados climáticos podem ser encontrados no DVD B. Os dados brutos do solo podem ser recuperados no OBIS.

C4) Nos vales do planalto de Angola o crescimento das culturas tropicais é limitado por geadas na estação seca.

As terras da região montanhosa de Angola podem ser descritas como uma paisagem suave e ondulada, com vales, encostas e áreas elevadas alternadas em um padrão regular. Florestas de Miombo cobrem as colinas e o topo das encostas, enquanto o meio e o pé são cobertos por gramíneas e pequenos arbustos, e as margens do vale são cobertas por turfeiras.

Esta topografia singular é a razão para um microclima específico local. O céu claro durante a noite na estação seca, de maio a setembro, facilita a perda de calor por radiação térmica, resultando em acúmulo de ar frio próximo à superfície do solo. Como o ar frio é mais pesado do que o ar quente, ele flui para baixo e se acumula nos vales (Fig. 71). Medições microclimáticas no núcleo central de Cusseque mostraram que os vales e suas margens estão freqüentemente sujeitos a geada, com temperaturas caindo vários graus abaixo de 0 °C (Revermann e Finckh 2013, Finckh e outros, apresentado). Entre o final de maio e meados de setembro de 2012 a 2014, registramos perto de 44 noites de geada por ano

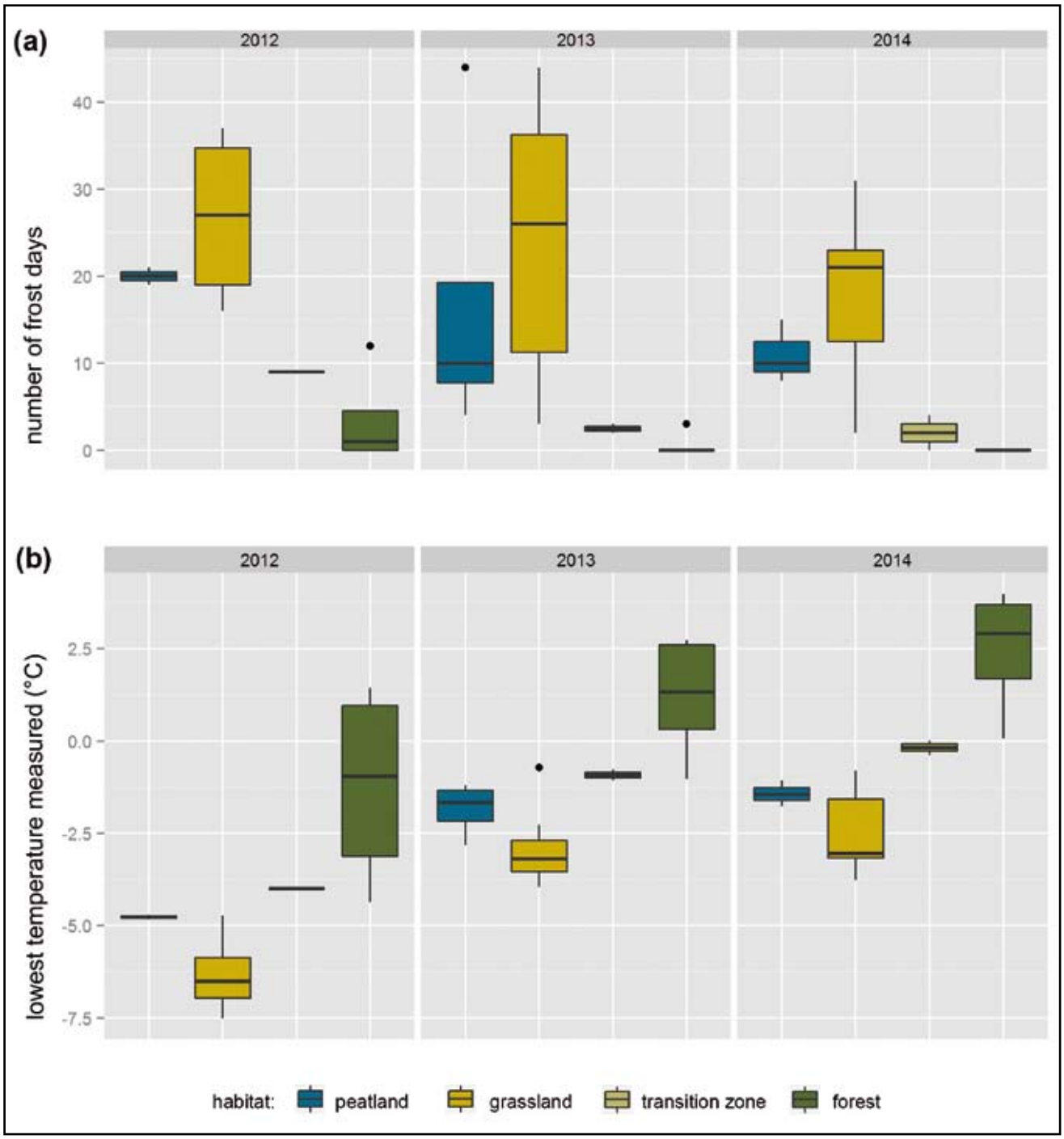

Fig. 72: Variação no número anual de dias de geada (gráfico superior) e a temperatura mínima absoluta (gráfico inferior) em diferentes tipos de habitat (turfeiras, pastagens *geoxylic*, ecótono da pastagem e floresta, floresta). A temperatura foi medida automaticamente com um número variado de registros de microclima (2012: 11, 2013: 21, 2014: 16).

nos vales, atingindo uma temperatura mínima absoluta de -7,5 °C. Em contraste, nas áreas florestais, a geada foi registrada somente em algumas ocasiões ao longo do ano (Fig. 72).

As geadas são sempre de curta duração, restritas ao período noturno, e atingem a temperatura mais baixa, pouco antes do nascer do sol. Devido a esta curta duração, os solos apóiam um regime de temperatura equilibrado e sua temperatura a 10 cm sempre permanece acima de 10 °C ao longo do ano em todas as áreas.

A agricultura de sequeiro de milho e mandioca durante a estação de chuvas não é afetada pela geada, já que sua ocorrência é limitada apenas à estação seca. Culturas perenes sensíveis à geada, como bananas ou mangas não são cultivadas freqüentemente. No entanto, existem várias oportunidades para diversificar a agricultura através da utilização de variedades de culturas tolerantes à geada ou da seleção de locais com menor risco de geada.

Link para dados e leitura adicional: Séries temporais de registro de dados microclimáticos podem ser encontradas no OBIS.

C5) Na biomassa da floresta e nos solos, quantidades substanciais de carbono são armazenadas e transferidas para a atmosfera na conversão florestal.

Com relação às alterações climáticas, os estoques de carbono e seus reservatórios acima e abaixo do solo servem como armazenamento para gases de efeito estufa, e têm várias importantes funções ecossistêmicas adicionais.

O carbono eleva várias funções do solo relacionadas à fertilidade:

- Fornece nutrientes e os impede de escoar, agindo como complemento obrigatório para íons, que de outra forma seriam lavados pela água da chuva.
- É responsável pelo armazenamento e liberação em médio prazo de nitrogênio, que é fornecido durante os processos de decomposição de material orgânico por fungos, bactérias e cupins.
- Desempenha papel importante na agregação de partículas do solo e, assim, o protege contra a erosão do vento e da água e aumenta a disponibilidade de água, mantendo-a na zona de enraizamento.

O carbono da biomassa acima do solo corresponde ao gradiente do clima e diminui do norte para o sul. Esta tendência é menos acentuada nos estoques de carbono do solo, sendo as maiores quantidades encontradas no norte do núcleo central de Cusseque. Estes estoques são sempre mais altos do que os da biomassa lenhosa acima do solo. Durante a conversão da floresta para campos agrícolas, a parte principal de carbono liberada na atmosfera como CO_2 vem da queima da biomassa lenhosa. Este efeito é maior em Cusseque, onde o carbono da biomassa acima do solo é o mais alto de todos os núcleos centrais (Fig. 74).

Além disso, perdas significativas de estoques de carbono do solo ocorrem na utilização de terras agrícolas em longo prazo. Este efeito pôde ser visto no núcleo central namibiano, onde seus estoques são significativamente mais baixos em propriedades do que em florestas. A

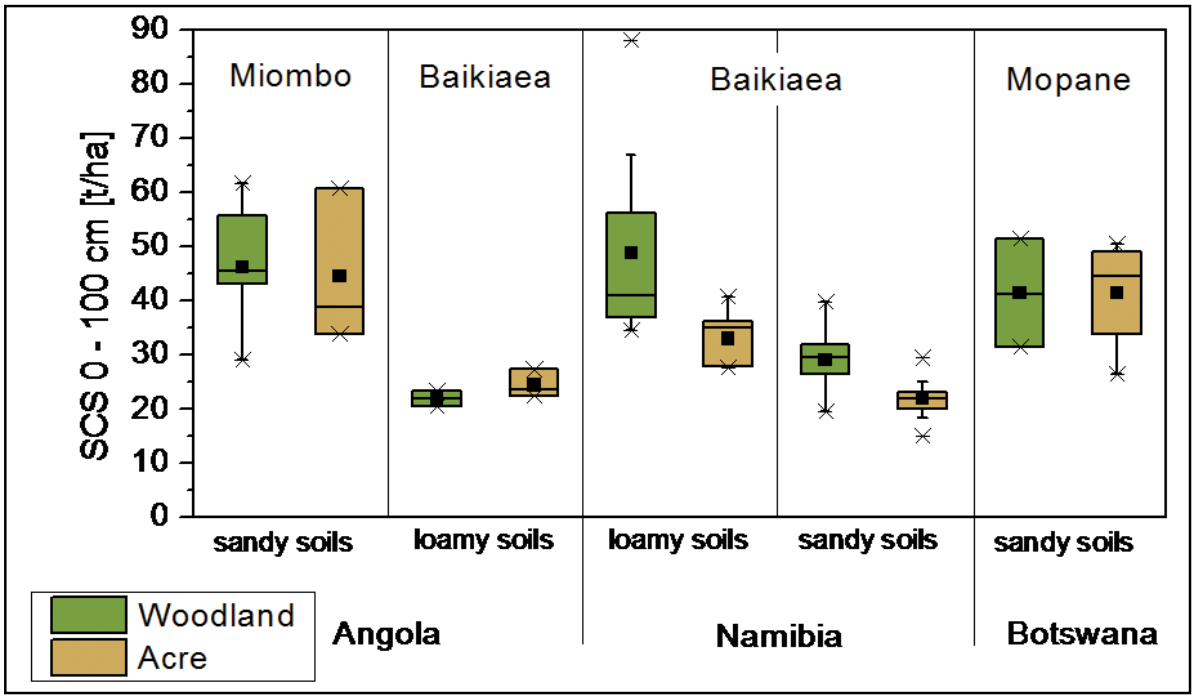

Fig. 73: Os estoques de carbono do solo (SCS) em diferentes tipos de floresta (Miombo no núcleo central de Cusseque, *Baikiaea* nos núcleos centrais de Caiundo e Mashare e Mopane no núcleo central de Seronga) e em campos agrícolas correspondentes. Devemos considerar que o uso agrícola ocorreu por diferentes períodos: curto período desde a conversão florestal em Angola e o cultivo de longo prazo na Namíbia e Botsuana.

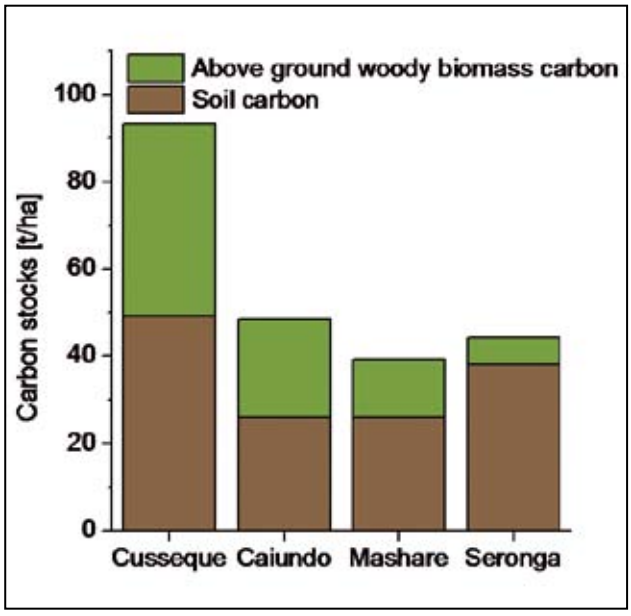

Fig. 74: Os estoques de carbono em florestas dos quatro núcleos centrais.

perda deste estoque (0 a 100 cm de profundidade) varia entre unidades de paisagem na faixa de -11 a -39 % dos números iniciais (3.5–21.2 t ha^{-1}). Para os núcleos angolanos, o efeito não é visível devido a um período menor, desde o início da agricultura de corte e queima. Visto que queimadas e desmatamento produzem uma grande quantidade de madeira morta que se decompõe e é trazida de volta para o solo, os estoques de carbono no solo podem ser ainda maiores em áreas recém-desmatadas (Fig. 73).

No total, a conversão de florestas para terras de cultivo agrícola de longo prazo leva a uma liberação de carbono de 50–63 t ha^{-1} nas florestas de Miombo, 25–33 t ha^{-1} nas florestas de *Baikiaea angolanas* e 10–24 t ha^{-1} nas florestas áridas do norte da Namíbia e Botsuana. A conversão de florestas em terras agrícolas libera maiores quantidades de carbono, enquanto a conversão devido a outras práticas de uso da terra libera quantidades menores.

Link para dados e leitura adicional: Dados brutos do solo podem ser recuperados no OBIS. Para resultados detalhados do estoque de carbono do solo consulte o apêndice.

RECOMENDAÇÕES

A adaptação às alterações climáticas em todos os setores de recursos naturais é uma necessidade geral para todos os países. Com base nas projeções de mudanças climáticas e na integração dos dois cenários globais, o conhecimento sobre possíveis mudanças futuras do clima na bacia do Okavango foi substancialmente melhorado. Esses dados já foram utilizados para projetar os fluxos de água no sistema do rio e devem ser usados por outro futuro planejamento.

Uma contribuição relevante dos países para amenizar a mudança climática faz parte da questão da preservação e gestão sustentável da floresta. Ao evitar a conversão da floresta e a subsequente agricultura de sequeiro, a liberação de carbono de 10 a 63 pode ser evitada para cada hectare, dependendo da área dentro da bacia hidrográfica. Para gerar incentivos financeiros para evitar a conversão da floresta, os mecanismos do acordo multilateral UNFCC sobre as alterações climáticas definido no REDD+, devem ser aplicados.

4.2 Uso, disponibilidade & gestão das águas

W1) O fluxo de água é originado nas terras montanhosas angolanas. Aqui, turfeiras estabilizam a qualidade da água e amortecem os picos de fluxo.

A avaliação hidrológica e a análise a montante e a jusante levam a conclusão de que a maior parte da geração de escoamento ocorre no planalto de Angola. A contribuição do escoamento é essencial para manter o fluxo dos rios Cubango e Cuito estáveis. O movimento da água recebida durante chuvas intensas é diminuído por solos de turfa através da infiltração e retenção na matriz do solo. Os padrões de chuva na parte norte da bacia hidrográfica do Okavango podem chegar a até 1.300 milímetros a^{-1} e, portanto, gerar partes essenciais de escoamento do rio distribuídas em direção ao Delta em Botsuana. Noventa e cinco por cento do escoamento do rio é gerado durante a estação chuvosa.

A influência das zonas úmidas no comportamento hidrológico alcança desde a função de amortecimento de inundações e pico de fluxo de base durante a estação chuvosa até a contribuição de escoamento essencial de fluxo na estação seca (Mitch e Gosselink 2000). As turfeiras imaculadas na parte norte da bacia hidrográfica do Okavango (Fig. 76) são essenciais para o amortecimento do pico de fluxo e contribuição no fluxo de base para manter o padrão de fluxo estável, já que o rio Cubango tem alta variabilidade na descarga distribuída às áreas a jusante, variando de menos de 50 m^3/s (baixo escoamento na estação seca [MNQ]) na estação seca até 250 m^3/s (escoamento da estação das chuvas [MHQ]) em condições de inundação.

A Fig. 75 mostra a geração de escoamento de uma análise à jusante e a montante na bacia Cubango. As microbacias do sistema Cubango (estações de Chinhama, Cutato e Mumba) distribuem diferentes quantidades de escoamento para a estação de Caiundo. Devido às condi-

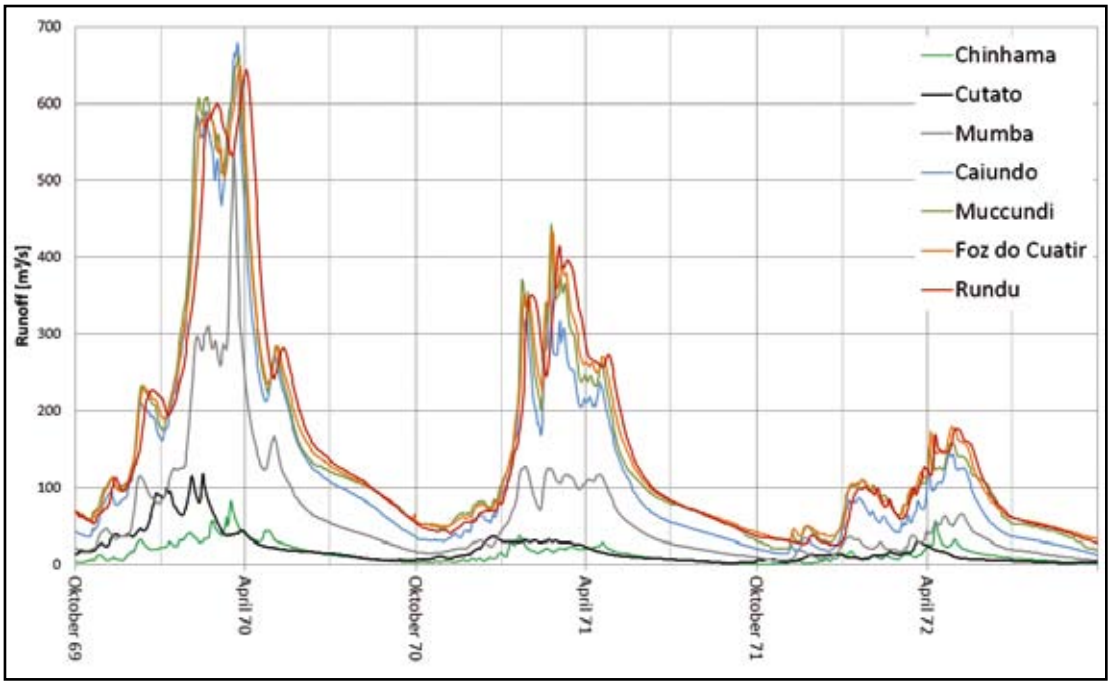

Fig. 75: Análise a montante e a jusante no sistema Cubango.

ções locais, na estação Cutato dentro de cada temporada, o escoamento começa relativamente cedo. Após Caiundo, e descendo para Rundu, os volumes do padrão de fluxo de descarga e a quantidade em todas as estações são quase iguais, o que indica que nesta seção acontece uma produção combinada da captação a montante.

Link para dados e leitura adicional: Dados relativos às descargas de diversas estações podem ser obtidos através do OBIS ou, se forem restritos, através do Centro Global de Dados de Escoamento (GRDC), Koblenz, Alemanha.

Fig. 76: As turfeiras nas terras montanhosas Angolanas (núcleo central de Cusseque). Estruturas regulares indicam uso prévio para hortas. Foto: A. Gröngröft.

Fig. 77: O Rio Cuito próximo a Nankova com as zonas úmidas estendidas ao fundo. Foto: M. Finckh.

W2) As grandes zonas úmidas ao longo do Cuito estabilizam o fluxo de água e, assim, garantem o fluxo mínimo para o Delta na estação seca.

As configurações geomorfológicas na captação de Cuito (em contraste com a captação Cubango), com areias profundas do Kalahari ao invés de rochas metamórficas pré-cambrianas subjacentes, levaram à criação de um leito de rio muito largo. Os depósitos de areia são mais afetados pela erosão fluvial induzida pela água e permitem que o rio e seus afluentes serpentem ao longo de todo o leito do rio, especialmente a jusante de Cuito Cuanavale. O tamanho da bacia hidrográfica do rio Cuito (57.000 km^2) é apenas a metade do tamanho da bacia hidrográfica do rio Cubango (108.000 km^2). Apesar disso, a extensão do fluxo do Cuito é quase 75 % da do rio Cubango. Isso indica a alta sinuosidade do rio Cuito no seu amplo leito. As grandes áreas úmidas entre as curvas do rio Cuito são cobertas em parte por turfeiras, que são permanentemente ou periodicamente inundadas e predominantemente cobertas com grama. A comparação entre a área de várzea/pântano ao longo dos afluentes dos rios Cubango e Cuito revelaram que o Cuito tem mais do dobro da área de várzeas e pântanos ao longo de seu leito do rio do que o Cubango (Baumberg e outros 2014).

As áreas úmidas ao longo dos rios (Fig. 77) têm muitas funções hidrológicas. Em primeiro lugar, com o aumento dos níveis de água durante inundações, as zonas úmidas e o interior arenoso mostram crescente conteúdo de água e levantam o nível do lençol freático, e, assim, reduzem o escoamento no leito do rio. Com o nível da água do rio caindo depois da inundação, especialmente na estação seca, essas zonas úmidas realimentam a água armazenada e são, portanto, o principal impulsionador da contribuição do fluxo de base para o Delta do Okavango. A função de retenção resulta em um hidrograma regular, com membros longos e planos subindo e descendo. Adicionalmente, as zonas úmidas contribuem significativamente para a qualidade da água que flui, já que quantidades substanciais de nutrientes são armazenadas nos solos e vegetações destas áreas. No entanto, no que diz respeito à captação do Okavango esta função ainda não foi estudada. Em comparação com o padrão de fluxo do Cubango, o Cuito oferece fluxo de base essencial para o Delta durante a estação seca de maio a setembro (Fig. 78).

Link para dados e leitura adicional: Dados de descarga de várias estações podem ser obtidos através do OBIS ou, se forem restritos, através do Centro Global de Dados de Escoamento (GRDC), Koblenz, Alemanha.

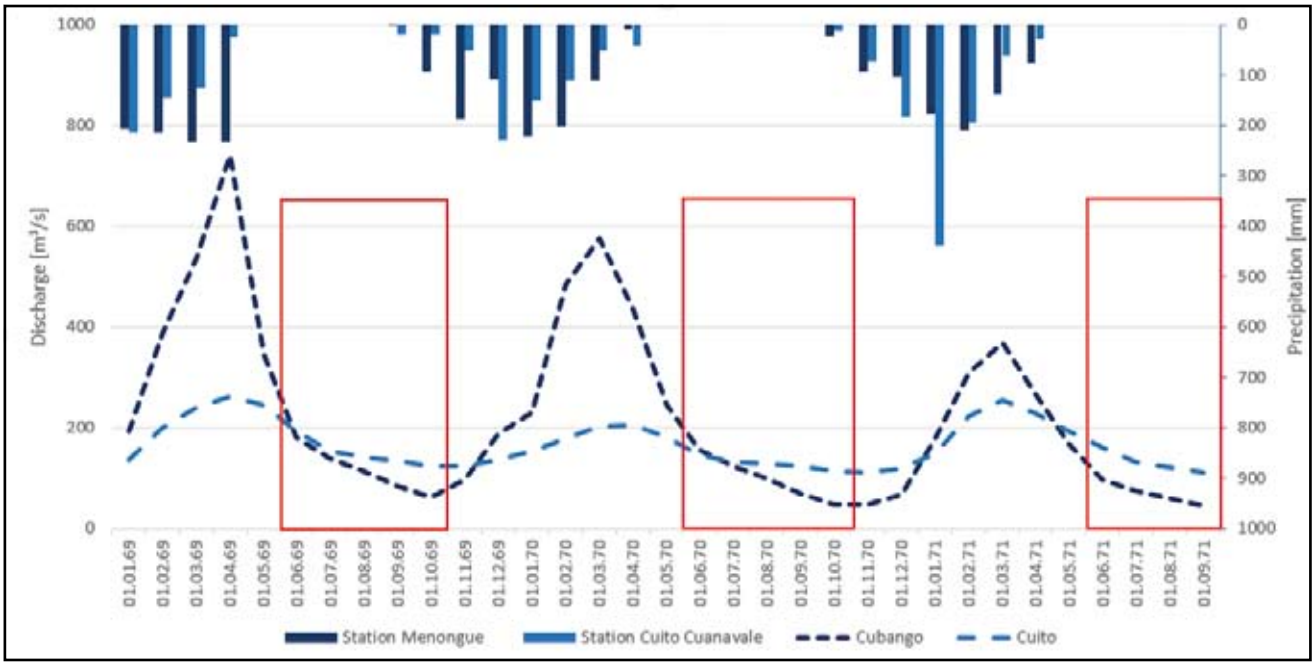

Fig. 78: Padrão de precipitação de escoamento dos principais afluentes do rio Okavango.

W3) O sistema de fluxo é influenciado pelo represamento para a energia hidrelétrica, irrigação (especialmente os sistemas ecológicos) e outras abstrações. A conversão da floresta aumenta os fluxos totais de água.

O sistema de fluxo atual dos principais afluentes e, portanto, o sistema de fluxo integral do Okavango, pode ser descrito como um sistema de pulso de inundação. Durante a estação chuvosa, picos de cheias distribuem quantidade essencial de água para o Delta. A influência do represamento do fluxo do rio é óbvia. O represamento e/ou a implantação de reservatórios no leito do rio leva ao amortecimento do escoamento. Como tal, pulsos de inundação são amortecidos em intensidade e duração.

Atualmente, a captação de água não influencia o padrão de fluxo porque a quantidade de água captada por grandes sistemas ecológicos, especialmente na Namíbia, é bastante pequena comparada com a quantidade de água nos rios. Como se espera que a região do Kavango namibiano seja um **hotspot** da produção agrícola intensiva, com uso acentuado de irrigação, o estado atual parece equilibrado, já que a abstração antes da confluência do Cubango e do Cuito é apenas 1,2 % do fluxo médio mínimo de água (MNQ), e a jusante da confluência somente 1 %. Futuras alterações ampliarão as facilidades de instalações de sistemas ecológicos e uso de irrigação, o que levará a uma extração total de 3,6 % do MNQ a montante da confluência em Dirico e 7 % do MNQ a jusante da confluência (Liebenberg 2009, Helmschrot e outros 2014).

A modelagem hidrológica integrada foi combinada com previsões futuras de mudanças no uso da terra, que conduziram à integração de possíveis áreas de desmatamento na região norte da bacia. A simulação de balanços hídricos locais usando as propriedades do solo e as características da vegetação dos núcleos centrais fornecem dados quantitativos sobre o efeito da conversão da floresta em áreas para a produção agrícola na geração de escoamento. Para as florestas de Miombo da bacia superior, o escoamento médio anual específico da floresta é cerca de 270 mm. Porém, após a conversão de campos tradicionais o escoamento duplica para cerca de 540 mm. Para as florestas de *Baikiaea* do norte da Namíbia quase nenhum escoamento ocorre, pois a vegetação natural é capaz de retirar toda a água armazenada no solo. No entanto, após a conversão da terra para uso agrícola, a recarga de águas subterrâneas aumenta, mesmo sob condições semiáridas de 110 a 180 mm a^{-1}, dependendo da capacidade de armazenamento de água do solo. Após a integração desses dados de descarga do rio no modelo do computador, torna-se claro que o desmatamento em curso levará a um aumento do escoamento em geral. Se a mudança na geração de escoamento produz picos de fluxo mais elevados, ou mesmo escoamento de base alargada, depende da distribuição das áreas de conversão da floresta. A análise das mudanças no fluxo de água, ligadas ao desmatamento, calculou um aumento de em média 7,5 % no sistema do Cuito (variando de +1 % a +10 % ao mês) e de 5,9 % no sistema do Cubango (variando de 17 % a -5 %). Estes valores baseiam-se na redução de 30 % das áreas florestais na bacia do Cuito (8.300 km^2) e do Cubango (10.200 km^2).

Link para dados e leitura adicional: Dados de descarga de várias estações podem ser obtidos através do OBIS ou, se forem restritos, através do Centro Global de Dados de Escoamento (GRDC), Koblenz, Alemanha, EPSMO Banco de dados de Literatura/Relatórios.

W4) Em seu estado atual, a água no sistema do rio Okavango é de boa qualidade.

A qualidade da água do rio Okavango parece ser imaculada no momento, uma vez que apenas há poluição relativamente baixa por atividades humanas. Há atualmente poucas ou nenhumas indústrias comerciais importantes, e qualquer impacto de vários projetos agrícolas é considerado baixo e facilmente absorvido e diluído no grande e diversificado sistema do rio (OKACOM 2010). A função de amortecimento natural de várzeas e matas ciliares regula a carga de nutrientes no rio (Trewby 2003). Aplicando os padrões sul-africanos para a concentração de fosfato (menos de 0,1 mg/l), esses limites não estão excedidos, além de que uma atenuação das cargas de fósforo pode ser observada (Vushe e outros 2014). As concentrações de nitrogênio ainda são baixas, com flutuações internas anuais. As observações em longo prazo indicaram que a concentração total de nitrogênio no Okavango diminuiu e que até 2012 a concentração de nitrogênio na água do rio nunca excedeu os limites namibianos para padrões excelentes de qualidade da água (Vushe 2014).

Na área namibiana ao longo do rio, os assentamentos maiores (Rundu e nkurenkuru) parecem ter um efeito mínimo sobre a qualidade da água em comparação com grandes sistemas agrícolas. Ainda assim, as medições demonstraram que o sistema do rio é capaz de atenuar naturalmente as cargas de nutrientes antes que a água entre no Botsuana. Todos os estudos atuais indicam que há uma variação intra-anual de cargas de fósforo e nitrogênio, com o intervalo das cargas no Rio Okavango variando de muito baixo a indetectável (OKAKOM 2010, Andersson 2006, Trewby 2003).

Link para dados e leitura adicional: Os dados de descarga de várias estações podem ser obtidos através do OBIS ou, se estiverem indisponíveis, através do Centro Global de Dados de Escoamento (GRDC), Koblenz, Alemanha. Base de dados e Relatórios EPSMO [http://epsmo.iwlearn.org/publications/files].

W5) Com base em imagens do MODIS, foram desenvolvidas técnicas automatizadas aperfeiçoadas para monitorar as áreas de extensão da inundação no Delta.

Em regiões com escassez de água, como os países da África Austral, o conhecimento sobre a extensão espacial e os padrões temporais de inundações é uma ferramenta importante, a fim de desenvolver e melhorar os modelos hidrológicos. Estes modelos podem ajudar os pesquisadores a compreender a dinâmica hidrológica e ecológica, podendo também ser usados para fazer previsões de chegada de inundações, as quais são apreciadas tanto pelos agricultores de recessão de inundação como pelas indústrias do turismo. No Delta do Okavango, alguns estudos de sensoriamento remoto, cobrindo as mudanças espaciais e temporais de inundações por um longo período de tempo, foram feitos por McCarthy e outros (2003) e Wolski e Murray-Hudson (2006). Esses estudos utilizaram plataformas que eram de alta resolução espacial, mas de baixa resolução temporal. Portanto, este estudo utilizou o conjunto de dados MODIS, que é mais vantajoso por causa de suas altas medições de freqüência temporal e média resolução espacial (Chen e outros 2013, Feng e outros 2012).

Um método baseado em bimodalidade de valores de pixel na banda vermelha foi utilizado na classificação das imagens. O método classificou os pixels em inundados ou não inundados com base no limiar da banda vermelha. Os valores de pixel ou Número Digital (DN) abaixo do limiar foram classificados como inundados, enquanto aqueles com DNs acima do limiar foram classificados como não inundados. Esse método baseia-se na diferença de reflectância entre massas de água e o solo seco ou com vegetação, sendo que o primeiro tem baixa reflectância, enquanto o último exibe valores mais elevados. A abordagem limiar é conceitualmente simples, mas no Delta do Okavango existem dois fatores que afetam a capacidade de determinar o limiar espectral de forma objetiva. Em primeiro lugar, as massas de água no Delta do Okavango são geralmente cobertas por vegetação aquática de diversas densidades, o que provoca a sobreposição espectral entre a terra seca e molhada, mas com vegetação. Em segundo lugar, a escala espacial e a complexidade de unidades geomorfológicas (planícies e ilhas) são menores do que a dos pixels do MODIS. Isto pode resultar na resposta espectral de pixels individuais, sendo uma mistura de respostas de terra úmida e seca. Na prática, estes efeitos se manifestam na sobreposição dos histogramas de reflectância (ou simplesmente DN) de uma cena que contém um número semelhante de pixels úmidos e secos.

O método é aplicado de tal maneira que o limiar DN é determinado separadamente para cada imagem, usando uma fórmula objetiva, como uma função de período e extensão de inundação (Pricope 2013, Wolski, *comentários pessoais*). No processo de desenvolvimento do método (Murray-Hudson e outros (2014A), Wolski, *comentários pessoais*), várias bandas do MODIS, combinações de bandas e produtos (NDVI, EVI, etc.) foram experimentadas e a banda 1, MOD09Q1, acabou proporcionando a melhor discriminação entre áreas inundadas e não inundadas.

Além disso, no método utilizado, as imagens MOD11A2 foram usadas para distinguir melhor entre as marcas de incêndio e áreas inundadas. As marcas de incêndio, semelhantemente às de áreas inundadas, apresentam baixa

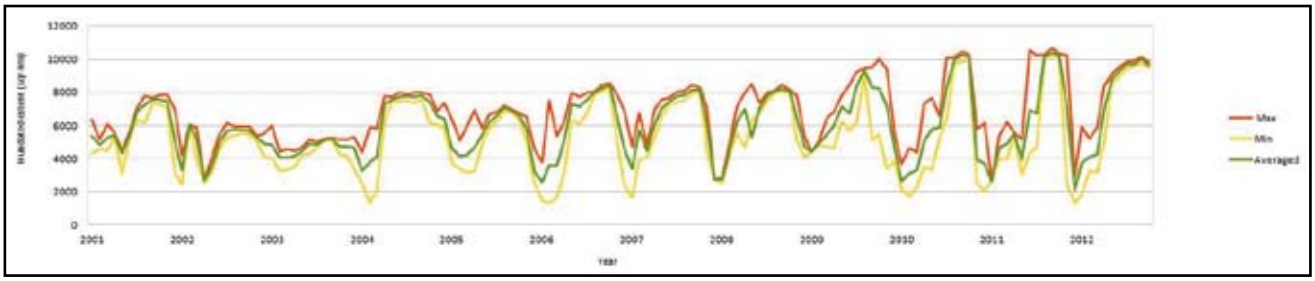

Fig. 79: A extensão de inundação no Delta do Okavango derivada de imagens do MODIS no período de 2001 a 2012. O **max e min** na legenda representam a extensão de inundação máxima e mínima nas imagens classificadas para um determinado mês. A média representa a média de três ou quatro cenários analisados em cada mês. As áreas máximas e mínimas não representam a variação real de inundação, mas refletem erros decorrentes da classificação devido à presença de nuvens e artefatos de imagem (por exemplo, efeitos decorrentes devido à fusão de dados brutos de duas transposições de satélites diferentes, etc.). Observe que os valores máximos e mínimos são muito semelhantes durante o período seco e sem nuvens (maio a agosto), mas grandes diferenças ocorrem durante a estação chuvosa (novembro a abril).

reflectância na parte visível do espectro e, portanto, podem ser confundidas com estas últimas, quando a classificação é feita usando o método descrito acima. No entanto, ao contrário das áreas inundadas, as marcas de incêndio são caracterizadas por elevada temperatura de superfície, o que oferece a oportunidade de distingui-las das inundadas. O método foi verificado em comparação com os mapas de inundação derivada do Landsat gerados por Wolski e Murray-Hudson (2006).

Após a classificação, o número de pixels que representa a área inundada foi convertido em área inundada dentro da cena em quilômetros quadrados, multiplicando-o por 0.0625 (um pixel de 250 m por 250 m é 1/16 ou 0.0625 de 1 km^2).

A extensão da inundação intra-anual para o período de 2001 a 2012 atingiu o máximo durante os anos de 2010 e 2011 (Fig. 79) em aproximadamente 10.300 km^2. Isso significa que o MODIS fornece uma precisão de 87 % ao mapear a extensão da inundação do Delta. Sazonalmente, as extensões de inundação mínimas mensais foram observadas de janeiro a dezembro (verão) para a maioria dos anos, exceto em 2001 e 2002, e as máximas ocorreram em setembro para a maioria dos anos (inverno).

W6) As taxas de fluxo anuais para o Delta são muito mais impactadas pelas mudanças de uso da terra do que pela mudança climática.

Cenários das alterações climáticas até 2030 indicam que apenas pequenas alterações no padrão de fluxo afetarão a quantidade de água, atingindo o enclave e o Delta. As simulações de computador com modelos hidrológicos calibrados usando a distribuição do uso da terra atual têm mostrado que os impactos das mudanças climáticas afetam as microbacias de diferentes maneiras. A análise das tendências dos resultados modelados mostra que mais água será distribuída pelo Cubango e menos pelo Cuito, mas no total, apenas uma pequena quantidade de água vai faltar na entrada do enclave em Mohembo, em comparação com as medições atuais. Isto pode ser realçado por possíveis alterações no uso do solo. A implantação de sistemas agroindustriais expandidos, utilizando grandes quantidades de água do rio para irrigação, afetará principalmente os padrões de fluxo regionais e, indiretamente, também o padrão de fluxo de todo o sistema do rio a jusante. Sistemas planejados na região do Kavango namibiano vão captar um máximo de 27 m^3/s (7 % da vazão média mínima) antes de entrar no Botsuana. Vários grandes sistemas são propostos na parte angolana das microbacias, levando as taxas de captação subsequentes a afetar bastante a vazão dos pequenos afluentes. Por exemplo, na bacia Cuelei um sistema está proposto para captar 120 m^3/s, o que excede o fluxo de água mesmo no período de alta inundação. Na bacia vizinha do Cuebe, um sistema planejado poderia captar 12 m^3/s, o que equivale a 75 % da vazão média mínima no rio. Tendo em mente que ambas as bacias contribuem para o sistema Cubango, que se caracteriza por uma alta variabilidade no padrão de fluxo, isso pode afetar as condições de baixo fluxo tremendamente, especialmente na zona da fronteira de Angola e Namíbia, antes da confluência com o rio Cuito. Portanto, a conversão para o uso agroindustrial do solo afetará o padrão de fluxo mais do que a mudança climática.

Link para dados e leitura adicional: Os dados de descarga de várias estações podem ser obtidos através do OBIS ou, se estiverem indisponíveis, através do Centro Global de Dados de Escoamento (GRDC), Koblenz, Alemanha.

Fig. 80: A elevação do nível da água do Kavango próximo a Mashare (MADI). À direita em 12 de março de 2012 e à esquerda em 23 de março de 2012. Foto: H. Göhmann.

W7) Os crescentes picos de fluxo vão afetar os assentamentos e aldeias, visto que as localizações estão adaptadas apenas para o sistema de fluxo atual.

A elevação dos picos de fluxo depende da distribuição de chuvas na bacia e das características de armazenamento de água dos elementos individuais de paisagem. As mudanças no uso da terra (conversão da floresta, estabelecimento de sistemas de irrigação em grande escala e expansão das áreas urbanas) e no clima são suscetíveis de aumentar os picos de fluxo no futuro. As localizações atuais dos assentamentos estão adaptadas para a situação de fluxo atual, mantendo assim uma deterioração mínima durante os picos de fluxo. Com os níveis de água excedendo os picos atuais, é muito provável que ocorram danos à habitação, infraestrutura e instalações de turismo. Além disso, as atividades de cultivo em torno de muitas aldeias se concentram nos solos mais nutritivos de antigas várzeas, situadas apenas ligeiramente acima da altura do pico de fluxo atual. Os possíveis danos a todos esses valores não podem ser previstos, porém, como a vida das pessoas locais está bem adaptada à situação atual, eles têm que ser considerados como potencialmente muito graves.

As várzeas recentes são áreas de retenção natural, nas quais o rio se expande durante as inundações. As variações de medições do nível da água em Rundu vão de no mínimo 3,2 metros a até 8,9 metros em condições de alta inundação. O nível do pico de fluxo aumenta devido às mudanças futuras no clima e uso da terra. No início de um pico, o aumento do nível da água ocorre muito rapidamente. A Fig. 80 mostra um indicador de nível de água no Kavango (MADI, núcleo central de Mashare), onde em um prazo de oito dias o nível da água subiu mais de um metro.

Link para dados e leitura adicional: Os dados de descarga de várias estações podem ser obtidos através do OBIS ou, se estiverem indisponíveis, através do Centro Global de Dados de Escoamento (GRDC), Koblenz, Alemanha.

RECOMENDAÇÕES

Com o clima atual e a rede de aferição (incluindo as seis estações de medição revitalizadas dentro do projeto TFO) é possível avaliar o impacto do clima e mudanças de uso da terra na escala da bacia. No entanto, para uma análise mais detalhada no nível da sub-bacia, a rede de medição hidrometeorológica na Bacia do Rio Okavango deve ser ampliada para representar os processos regionais com nível maior de detalhe.

A avaliação hidrológica e a abordagem de modelagem integrada levaram a compreensão fundamental do sistema para os dois principais afluentes do rio Okavango, cobrindo mais de 80 % de sua área de abrangência. Esses dois sistemas (ou seja, as sub-bacias dos rios Cubango e Cuito) são fundamentalmente diferentes em seus processos hidrológicos dominantes e sua contribuição intra-anual/sazonal para o afluxo do Delta do Okavango. A avaliação destas diferenças mostra que o sistema Cubango é altamente variável e contribui com volumes de descarga essenciais para o Delta na época das chuvas. Ao mesmo tempo, o Cuito contribui com escoamento essencial na estação seca. Essas diferenças dos subsistemas do Cubango e Cuito devem ser levadas em consideração no planejamento de gestão da bacia.

A qualidade da água do Rio Okavango pode ser quantificada hoje e ao longo das últimas décadas como de alta qualidade desde que as primeiras medições começaram. Vários estudos na extensão da parte inferior do Cubango/Okavango mostraram flutuações intra-anuais de cargas de nutrientes em nível muito baixo. As cargas médias totais de nitrogênio e fósforo no momento não são superiores ao limite de água potável. Com o objetivo de preservar a qualidade elevada da água do Rio

Okavango, a gestão transfronteiriça e o monitoramento da qualidade da granulação fina devem ser implantados para controlar atividades agrícolas intensas e outras fontes potenciais de poluição da água.

A análise baseada em modelos de mudanças climáticas (cenário de emissão de CO_2 RCP8.5) e do uso da terra (desmatamento) referentes ao ano de 2030 mostrou que a mudança do uso da terra tem maior potencial de impacto sobre a regeneração de escoamento do que a mudança climática. Deve ser dada alta atenção a mudanças de uso da terra em grande escala.

Para apoiar a gestão da água e atividades de planejamento na Bacia do Rio Okavango, repositórios de dados e sistemas de informação, como o Sistema de Informação da Bacia do Okavango (OBIS), fornecem funcionalidade substancial para armazenamento, gestão, análise e visualização de dados para grande variedade de usuários. Uma plataforma centralizada de gestão de dados e informação é requisito essencial para uma gestão e tomada de decisão transfronteiriça integrada dos recursos hídricos, fornecendo plataforma para troca de dados e conhecimentos entre diferentes disciplinas científicas e interessados.

4.3 Conservação e gestão de recursos naturais vivos e os seus serviços de ecossistemas

N1) Atualmente, a paisagem e a vegetação em grandes áreas da Bacia do Okavango ainda estão, em sua maior parte, intactas e quase naturais, enquanto a fauna, especialmente os grandes animais selvagens, estão bastante degradadas. A agricultura de corte e queima, a construção de estradas, a intensificação agroindustrial e a caça contínua pela carne de animais selvagens impulsionam a conversão, fragmentação e degradação dos ecossistemas naturais.

A Fig. 82 mostra a naturalidade da bacia classificada em cinco categorias, de verde escuro (naturalidade muito alta) a vermelho escuro (naturalidade muito baixa). O quadro continua mostrando predominantemente tons de verde, e o estado geral da bacia ainda é muito bom (Fig. 81). Os tons mais claros de verde na parte central da bacia refletem os impactos das queimadas. Já na parte sul da bacia, eles refletem o uso pastoral intensivo pelo gado e rotas de migração interrompidas para os animais selvagens por cercos veterinários.

O mapa reflete várias tendências de desenvolvimento, que começam a colocar em risco a integridade de paisagens e ecossistemas na Bacia do Okavango. Em áreas mais densamente povoadas, a agricultura familiar converte rapidamente florestas naturais e matas em campos agrícolas. As conversões de vegetação natural (em verde) em sistemas agrícolas seminaturais de baixa intensidade são maiores na parte ocidental do planalto angolano, em uma faixa ao longo do Kavango namibiano e em torno dos centros urbanos maiores.

A baixa naturalidade na área do Okavango está relacionada, principalmente, aos sistemas de irrigação agroindustriais, como no rio Longa em Angola, e ao longo do rio Kavango na Namíbia. Esses sistemas levam a completa transformação da paisagem, mas estão espacialmente limitados e, assim, não são visíveis no mapa de integridade da paisagem na escala da FORA (Fig. 82). No entanto, eles aumentam rapidamente e

Fig. 81: Várzea virgem do rio Longa. Foto: M. Finckh.

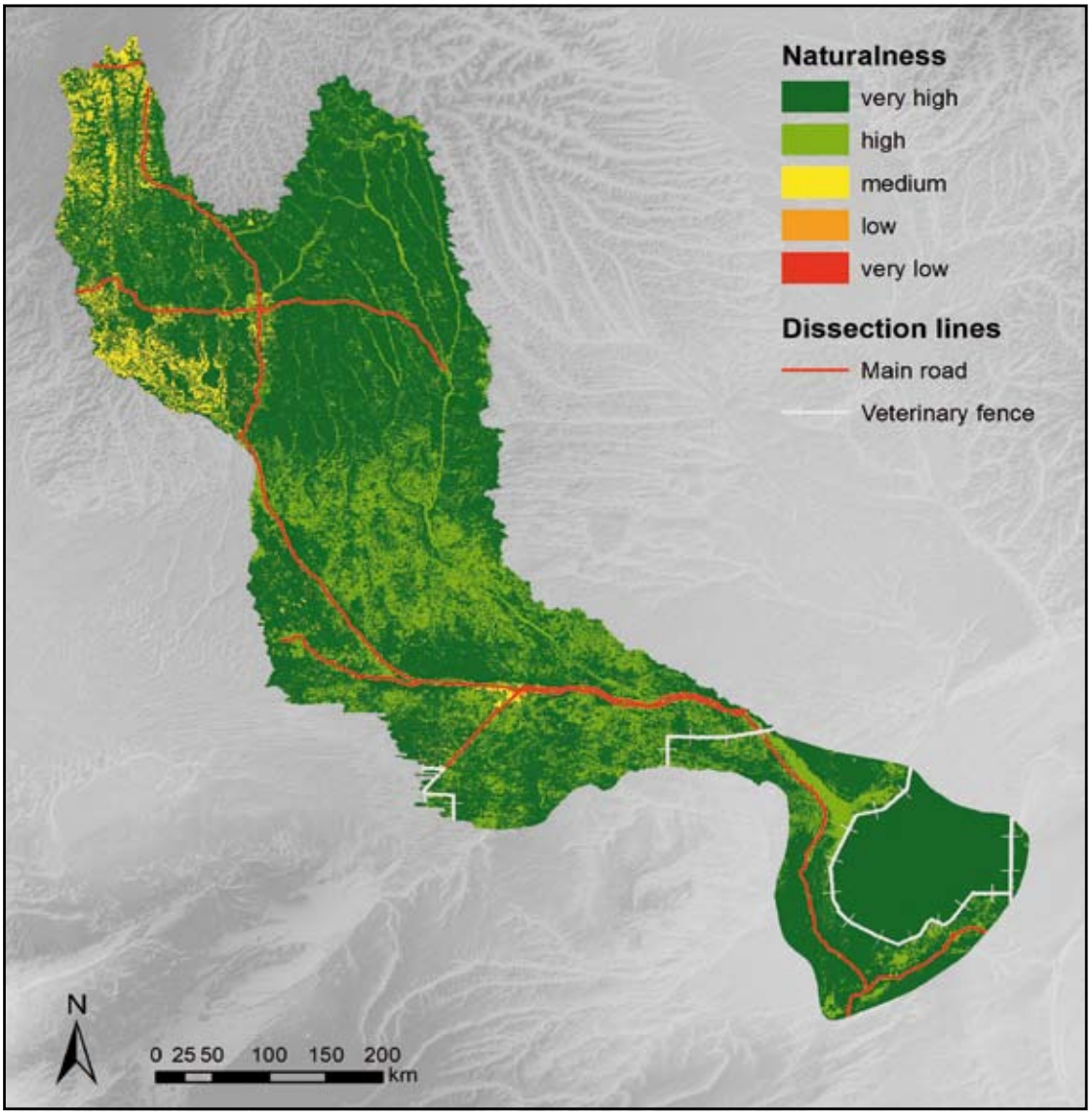

Fig. 82: Mapa da vegetação natural na bacia do Okavango.

estão localizados em áreas ao longo dos rios, que também têm um alto valor para a pequena agricultura, turismo e preservação e, consequentemente, os conflitos são inevitáveis.

A paisagem natural baixa e muito baixa está praticamente restrita aos principais centros urbanos (Chitembo, Menongue, Cucchi, Rundu e Maun) e representa os problemas do desenvolvimento, que não só transformam a área que ocupam, mas também alteram seu entorno (veja acima). Além disso, as demandas urbanas e estilos de vida se estendem ao longo das estradas principais, criando novas demandas e incentivando a exploração e mercantilização dos ecossistemas e recursos naturais.

Finalmente, as estradas com suas faixas associadas de uso da terra, bem como o sistema de cercos veterinários, criam barreiras significativas que fragmentam os ecossistemas da bacia e interrompem os padrões de migração dos animais selvagens.

Com base nos estudos do projeto TFO, as unidades de vegetação e sua composição florestal são agora mais conhecidas (Revermann e Finckh 2013) e mapeadas (Stellmes e outros 2013). O valor ecológico e econômico e a vulnerabilidade e impossibilidade de substituição dessas unidades de vegetação são diferentes. Com base na combinação desses parâmetros e sua distribuição espacial, o TFO fornecerá em breve uma base robusta para o planejamento sistemático de conservação.

Link para dados e leitura adicional: Wallenfang (2013).

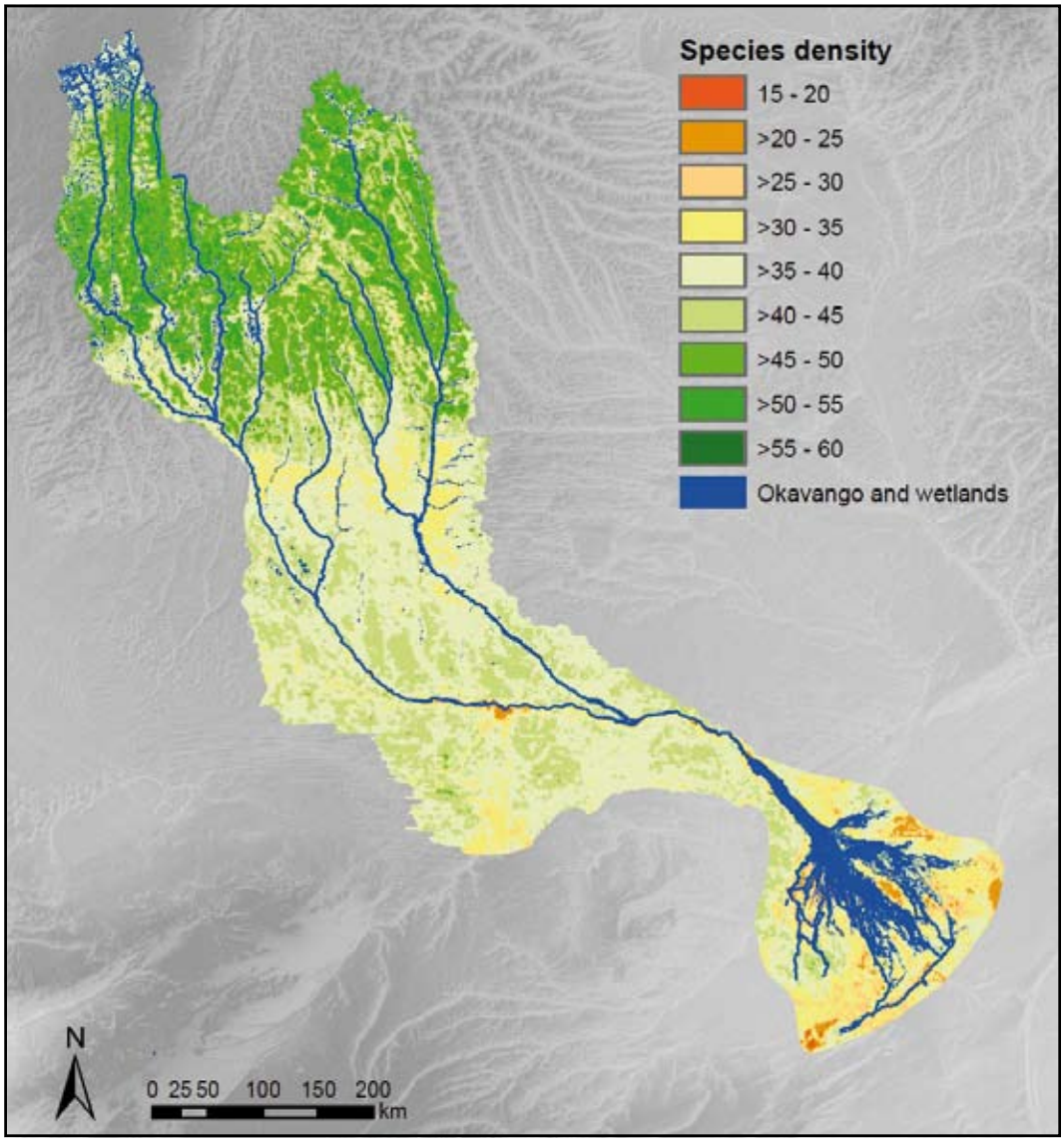

Fig. 83: Densidade modelada de espécies de plantas da Bacia do Okavango com base em um modelo estatístico usando dados de vegetação dos terrenos (tamanho do terreno de 20 m x 50 m, n = 999) e a previsão de variáveis métricas fenológicas de uma análise de séries temporais e atributos topográficos MODIS, derivados do modelo SRTM de elevação digital global.

N2) O planalto do Bié exibe diversidade biológica bastante elevada, um número importante de espécies vegetais e animais, raras ou endêmicas, e os ecossistemas frágeis das montanhas. Essas características biológicas são observadas em várias das principais unidades de vegetação da área. A composição das espécies difere quase completamente da parte central e sul da bacia.

A Fig. 83 mostra a densidade das espécies de plantas modeladas por 1.000 m^2, para as unidades de vegetação terrestre da Bacia do Okavango (excluindo as zonas úmidas) (Revermann e outros, em preparação). O mapa mostra um gradiente da riqueza crescente de espécies do interior do Delta do Okavango até as regiões montanhosas angolanas. Os dados do núcleo central confirmam esse gradiente norte-sul, incluindo as turfeiras nesta escala (Fig. 86). A densidade média de plantas em Cusseque é cerca de duas vezes maior quanto em Caiundo, e mais de três vezes maior do que nas florestas de Seronga.

Além disso, encontramos um volume de mudança quase completa de espécies entre os ecossistemas das savanas e da floresta na parte sul da Bacia do Okavango e nos planaltos angolanos. Enquanto a flora da parte sul da bacia inclui principalmente espécies que estão espalhadas nas savanas da África Austral, a flora dos planaltos angolanos inclui muitas espécies que são endêmicas de tipos específicos de ecossistemas da região florestal zambiana. Isso torna as terras montanhosas extremamente valiosas para a conservação da biodiversidade global, já que muitas dessas espécies não estão incluídas nas áreas de preservação maiores ou adjacente as partes centro-sul da Bacia do Okavango.

O volume de mudanças entre as espécies das montanhas angolanas e as florestas e savanas na parte central da Ba-

Fig. 84: O tecelão, espécie de ave característica das savanas da floresta do sul da África. Foto: M. Finckh.

Fig. 85: Muitas espécies de orquídeas estão restritas a região florestal zambiana. Foto: M. Finckh.

cia não é real apenas para a flora, mas também para a avifauna e provavelmente para outros grupos. Censos de aves da floresta e da avifauna das matas em Cusseque, Caiundo e Seronga mostraram fortes diferenças entre os três núcleos e uma alteração da avifauna da floresta mais central africana para a da savana sul-africana (Richter 2013, Wendefeuer, em preparação).

Link para dados e leitura adicional: Stellmes e outro (2013).

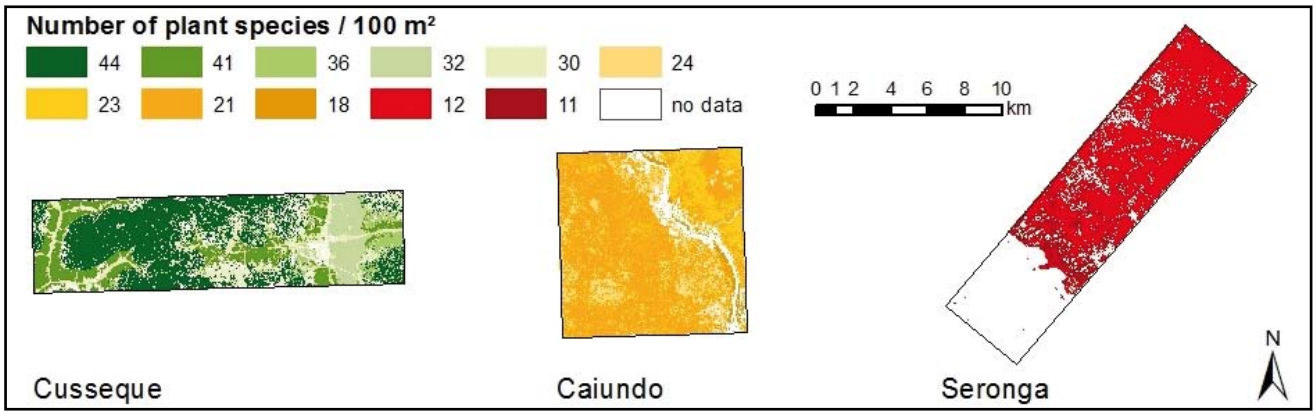

Fig. 86: Comparação de padrões espaciais de densidade de espécies entre os núcleos centrais de Cusseque, Caiundo e Seronga.

N3) As florestas nas regiões montanhosas angolanas fornecem vários bens para os usuários locais, tais como madeira, frutos, plantas medicinais, mel e carvão vegetal. A rotação do uso local de bens para permuta e mercantilização altera o equilíbrio entre as diferentes opções de uso das florestas e leva a importantes decisões sobre opções incompatíveis de uso.

As florestas de Miombo nas regiões montanhosas angolanas fornecem uma infinidade de produtos diferentes para os interessados, entre eles madeira, casca de madeira, mel, frutas silvestres, plantas medicinais e carne de animais selvagens. Tradicionalmente, esses produtos eram colhidos em quantidades correspondentes às demandas domésticas das famílias rurais.

A demanda financeira crescente para comprar bens de consumo modernos causa mudanças dramáticas nos padrões de extração, especialmente ao longo das estradas principais, que permitem que as mercadorias sejam enviadas para os centros urbanos de Angola. As pessoas com espírito empreendedor começaram a usar as florestas em grande escala para a produção de carvão vegetal, destruindo a paisagem ao longo das estradas por uma distância de 1 a 2 km (Schneibel e outros 2013) a partir delas, em ambos os lados, e para expandir a caça de carne de animais selvagens (afetando fortemente o funcionamento do ecossistema) em até 15 km para o interior. Esse tipo de exploração orientada para o comércio tem uma intensidade e demanda espacial muito maiores do

que os antigos usos locais e, portanto, tem impacto direto sobre os usos tradicionais e menos destrutivos ou menos intensivos dos bens florestais.

Um bom exemplo da incompatibilidade de usos é a escolha entre a extração de carvão e madeira de um lado, e do outro a produção de mel. O mel é o produto florestal mais emblemático entre o povo Chokwe no sul do Bié e Moxico (vide filme participativo 'Mel' do TFO). Todas as famílias consomem mel (Baptista 2013) e a maioria delas tem algum membro ou parente que o produz. As colméias são colocadas na copa das árvores da floresta (Fig. 87) e as abelhas africanas recolhem o néctar das árvores floridas, especialmente da grande família da *Leguminosae*. As árvores desta família (por exemplo, os gêneros *Brachystegia*, *Julbernardia*, *Cryptosepalum*, *Erythrophleum*, *Bobgunnia*, e *Pterocarpus*) dominam as florestas de Miombo e produzem a maior parte do néctar coletado pelas abelhas (Fig. 88). Assim, desmatar a floresta para produção de carvão vegetal e o subsequente uso agrícola ou pousio, reduz diretamente a produção de néctar e mel ao nível da paisagem. Para a comunidade, a destruição de florestas para a mercantilização de carvão ou madeira beneficia poucos produtores e comerciantes, mas afeta negativamente a grande maioria dos meios de subsistência rurais.

Fig. 87: Colméias são colocadas na copa das árvores maiores. Foto: M. Finckh.

Fig. 88: As densas florestas de Miombo dominadas por *Cryptosepalum exfoliatum* ssp. *taxoides* proporcionam uma alta produção de néctar. Foto: M. Finckh.

N4) As espécies de madeira kiaat levam mais de 90 anos para atingir o tamanho mínimo de colheita, que é de 45 centímetros de diâmetro.

A Kiaat (*Pterocarpus angolensis*) é uma das árvores produtoras de madeira mais importantes da África do sul devido à sua madeira atraente e estável, que é usada principalmente para móveis e decks (Groome e outros 1957). É intensamente colhida e cresce a preocupações sobre o futuro dessa espécie. Existe pouca informação sobre a taxa de crescimento da kiaat, o que é necessário para determinar a colheita sustentável. Alguns estudos de crescimento têm sido feito no Zimbábue, África do Sul e Zâmbia, mas pouco se sabe sobre o crescimento na bacia do Okavango (Fichtler eoutros 2004, Shackleton 2005, Stahle e outros 1999, Therrell e outros 2007, van Daalen e outros 1992).

Fig. 89: Disco do caule da *Pterocarpus angolensis* (kiaat) obtido a partir do estudo de Moses (2013). Foto: P. Nichol.

Fig. 90: Aumento de circunferência da *Pterocarpus angolensis* (kiaat) perto do centro de pesquisa florestal Kanovlei, em Otjozondjupa, Namíbia. Foto: V. De Cauwer.

Tab. 6: Tempo gasto por árvores kiaat namibianas em várias classes de diâmetro a altura do peito (DBH). Inventários de árvores namibianas consideraram a vegetação lenhosa, com DBH mínimo de cinco centímetros por árvore.

Diameter class (cm)	Years in class (mean)	SD	# Samples
suffrutex	10		
0 — 5	10	2,7	24
5 — 15	20	6,3	24
15 — 25	19	6,6	21
25 — 35	19	7,6	13
35 — 45	15	4,1	8
TOTAL	**93**		

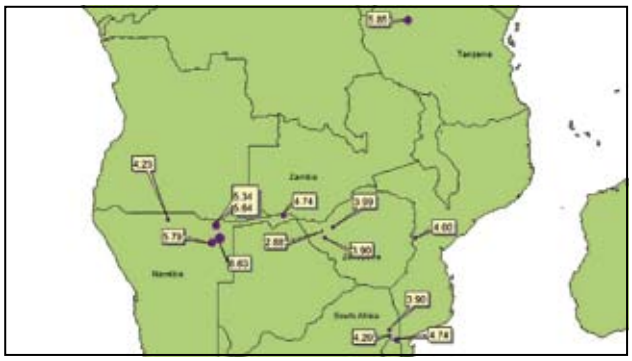

Fig. 91: Aumento anual em diâmetro (mm) da kiaat depois de 50 anos, sem levar em conta a fase de subarbusto, com indicação do número de árvores amostradas. Os dados consistiram em crescimento próprio, dados disponibilizados por Fichtler e outros (2004) e decorrente de informações literárias.

O projeto coletou discos dos caules e núcleos de incremento de árvores de diferentes tamanhos em três locais de estudo na Namíbia para determinar a taxa de crescimento do diâmetro da kiaat (Fig. 89 e 90). Os dados foram complementados com informações de crescimento de Fichtler e outros (2004) para dois outros locais de estudo na Namíbia. Os círculos de crescimento apareceram como anuais, mas são difíceis de identificar por causa da falta ou divisão dos anéis (Fichtler e outros 2004, Stahle e outros 1999, Worbes 1999). Eles fornecem informações suficientes para estabelecer a relação entre a idade e o diâmetro do caule (Stahle e outros 1999). A contagem e medição do anel foram realizadas nas amostras com o auxílio do equipamento LINTAB ou uma lupa manual ou ainda em exames com o software CDendro.

A Tab. 6 mostra os resultados das contagens de anel por 10 cm de diâmetro, da classe à altura do peito (DAP, a 1,3 m). Tendo em conta que a fase de subarbusto do *P. angolensis* – em que a muda morre a cada estação seca – leva cerca de 10 anos (Kayofa 2015 e Von Breitenbach 1973), isto ilustra que uma árvore kiaat precisa de cerca de 93 anos para atingir o tamanho mínimo de colheita de 45 cm de DBH. Um teste **Kruskal-Wallis** mostrou que não houve diferenças significativas, na taxa de crescimento em cinco áreas de estudo diferentes. A Tab. 6 pode, portanto, ser utilizada para estabelecer o corte permitido por classe de diâmetro, nos planos de gestão de colheita das florestas comunitárias da Namíbia.

O incremento anual de DBH de uma árvore kiaat namibiana, ao longo de um período de 50 anos, variou entre 4,2 e 6,6 mm/ano, não levando em conta a fase de subarbusto em contraste com os valores de outros países (Groome e outros 1957, Stahle e outros 1999, Therrell e outros 2007, Van Daalen e outros 1992), que foram entre 2,9 e 5,9 mm/ano após 50 anos (Fig. 91). Isso é notável, já que a Namíbia está à beira do alcance sudoeste de distribuição de kiaat, e pode ser causado pela baixa cobertura do dossel das florestas da Namíbia, pois o kiaat é uma espécie que necessita de luz (Vermeulen 1990). A correlação das taxas de crescimento da África Austral após 50 anos, com características do local, mostrou que a cobertura florestal teve a maior correlação de Spearman (-0,62) e R2 ajustado (0,31) de todas as variáveis testadas, maior, por exemplo, do que a precipitação. As taxas de crescimento devem, portanto, ser coletadas sob diferentes condições de cobertura arbórea em um local de estudo.

Link para dados e leitura adicional: De Cauwer (2015), Fichtler e outros (2004).

N5) Os modelos climáticos indicam um intervalo de distribuição decrescente para as árvores kiaat na bacia do Okavango devido à redução das chuvas de verão.

A kiaat (*Pterocarpus angolensis*) é uma árvore de folha transitória, que pode ser encontrada na maior parte da África Austral tropical (Fig. 92 e 93). É considerada a árvore produtora de madeira mais importante da maioria da sua gama devido à sua madeira atraente, que é usada principalmente para móveis e decks. A colheita intensiva e a falta de regeneração natural são relatadas por muitos países (Caro, Sungula, Schwartz e Bella 2005, Dondeyne, Wijffels, Emmanuel, Deckers e Hermy 2004, Graz 2004, Schwartz, Caro e Banda-Sakala 2002, van Daalen 1991, Von Breitenbach 1973), enquanto a espécie tem o perfil de 'menor risco/quase ameaçada' na Lista Vermelha da IUCN. Com os efeitos das mudanças climáticas globais ainda desconhecidos, permanece a questão se a espécie pode continuar como um recurso madeireiro importante, sem intervenções de gestão florestal.

Fig. 92: A *Pterocarpus angolensis* (kiaat). Foto: V. De Cauwer.

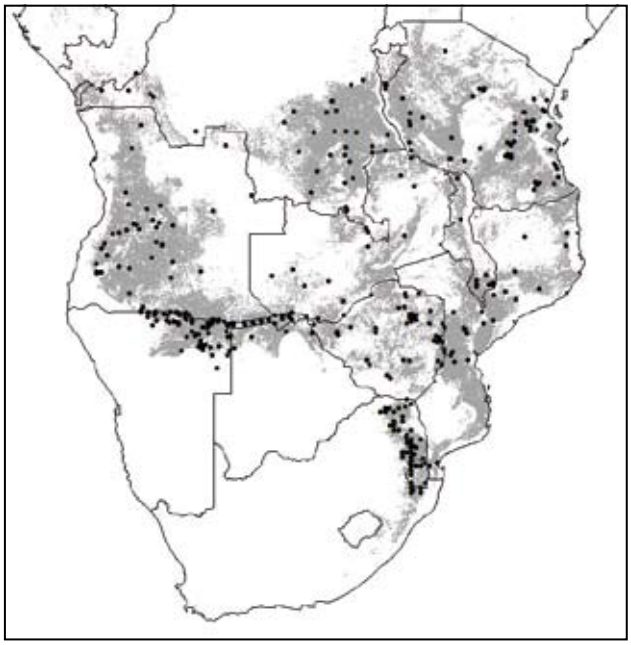

Fig. 93: Distribuição da variedade de kiaat modelado com Maxent e com indicação de observações de espécies (ocorrências) utilizado.

É necessário mais informações para avaliar o estado das espécies e coordenar medidas de proteção no sul da África, como onde exatamente ela cresce e em que condições ambientais. Nas últimas décadas, modelos têm sido desenvolvidos para permitir a derivação do potencial de distribuição com observações de espécie e dados ambientais em formato GIS. Esses modelos são chamados de modelos de distribuição de espécies (SDM) ou modelos de habitats de espécies. A distribuição atual e futura da kiaat foi modelada com o SDM Maxent. O modelo mostrou que a distribuição da kiaat é influenciada principalmente por chuvas de verão, temperatura mínima no inverno, sazonalidade da temperatura e pela preferência por solos bem drenados. A projeção para o ano de 2080 mostrou que as mudanças climáticas globais podem diminuir a área de distribuição da espécie em até 50 %, principalmente devido à redução das chuvas de verão (Fig. 94). Namíbia e Botsuana são os mais expostos a essa tendência potencial e a existência da espécie é ameaçada nesses países. Por outro lado, a ocorrência da espécie tende a aumentar na Zâmbia.

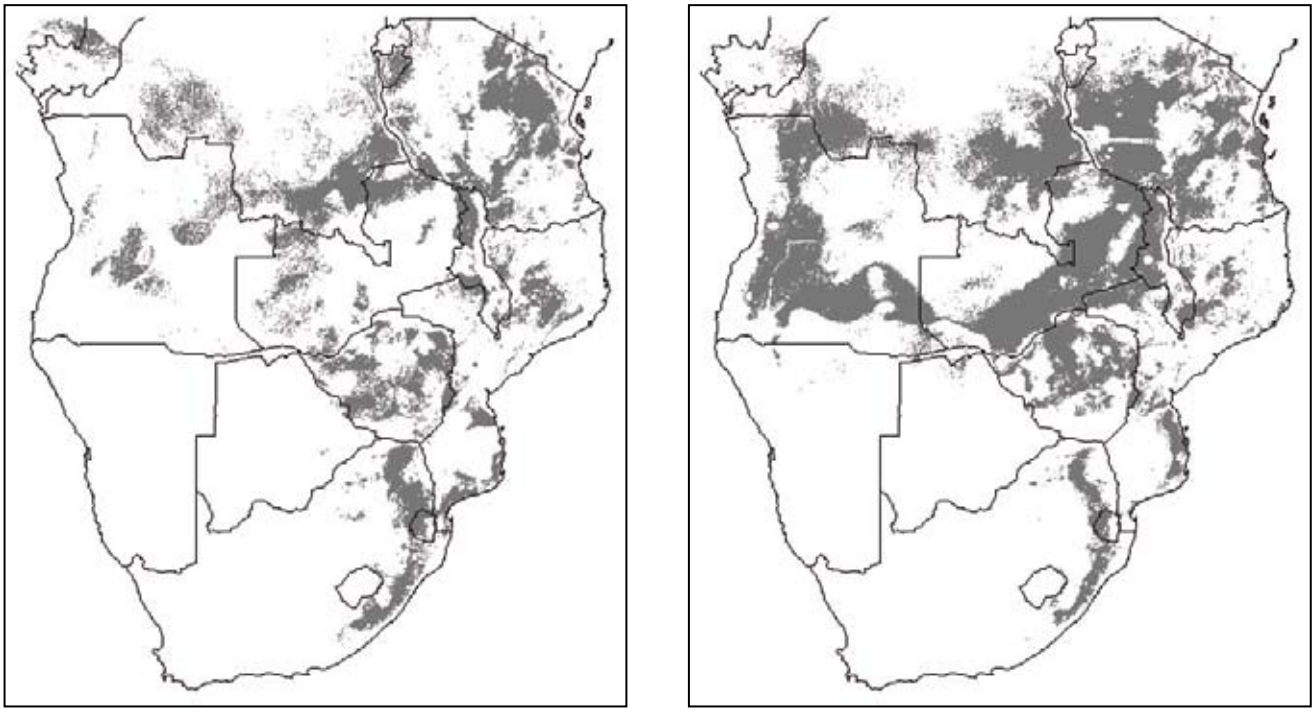

Fig. 94: Cenários de distribuição futura (2080) para a *Pterocarpus angolensis*. À esquerda está o cenário usando dados de emissão, do cenário de emissão A2a (pior caso) e à direita o cenário de emissão B1 (melhor caso).

A África é um dos continentes mais vulneráveis as mudanças climáticas e gestores florestais precisam considerar seus efeitos potenciais sobre essa importante espécie de madeira, em combinação com todas as outras ameaças de curto prazo para as florestas da África Austral. Os modelos de distribuição criados podem auxiliar na avaliação do estado de conservação das espécies, em escala regional, e identificar áreas adequadas para tentativas de regeneração, experiências controladas de incêndio ou inventários florestais. Os futuros modelos podem apontar as regiões onde a espécie é mais sensível as mudanças climáticas e, assim, contribuir para detectar os primeiros sinais dessas mudanças no campo.

Link para dados e leitura adicional: De Cauwer (2014), De Cauwer e outros (2014).

N6) A kiaat (Pterocarpus angolensis) representa menos de 14 % do volume disponível de madeira nas florestas áridas. As intervenções de gestão florestal oferecem uma perspectiva para o uso futuro da terra destas florestas.

As florestas de Miombo do sudoeste, perto de Caiundo e Mashare, são florestas abertas de *Burkeas*, também conhecidas como florestas *Baikiaea zambianas* (Burke 2002, Timberlake e Chidumayo 2011) (Fig. 95). Pouco se sabe sobre essas florestas, especialmente a sua extensão exata, a composição, as taxas de colheita sustentável e o potencial de produção de madeira (Baptista 2014, Graz 2004 e Strohbach 2013). O projeto teve como objetivo avaliar este potencial, através da construção de dados de inventário florestal recolhidos pelo Diretório Namibiano de Silvicultura (DOF), para as regiões do Kavango da Namíbia (Kamwi 2003, Kanime 2003, Kanime e Kakondo 2003, Kanime e Laamanen 2002, Muhoko e Kamwi 2014). Do lado angolano, apenas as informações da época colonial estão disponíveis (Baptista 2014, Coelho 1967).

O volume de madeira e biomassa foi avaliado e comparado, em várias áreas de estudo, com diferentes regras de precipitação e de gestão (Fig. 95). O núcleo de Caiundo teve a maior precipitação e Ncaute a mais baixa (Tab. 7). A maioria das áreas de estudo está situada em terras comuns, com Ncaute gerida como uma floresta comunitária, enquanto Hamoye é uma reserva florestal do Estado. A metodologia de inventário florestal namibiana foi usada, na qual todas as espécies lenhosas com um diâmetro mínimo à altura do peito (DBH, a 1,3 m de

Tab. 7: Áreas de estudo para as quais foram realizados inventários florestais, com características gerais locais, número de terrenos amostrados e resultados do inventário florestal por local de estudo. O dano é indicado nas classes de 0 a 4, com 1 = leve e 2 = moderado.

Study area	Caiundo	Nkurenkuru & Cuangar	Mashare	Hamoye	Ncaute	Grand Total
Amount of samples	24	28	62	49	33	**196**
Annual rainfall (mm)	704	595	574	554	552	
Tree coverage (%)	32	27	24	32	18	
Shrub coverage (%)	40	37	29	11	15	
Human Damage	1,0	1,4	1,1	0,2	0,1	
Fire Damage	2,1	1,9	1,6	1,8	1,6	
Min. temperature coldest month (°C)	6,2	7,4	5,9	6,0	6,0	
Temperature seasonality (°C)	31	31	35	35	35	
Fire frequency 1991—2004 (%)	NA	16	14	21	20	
Fire frequency 2001—2012 (%)	27	14	4	11	7	
Stems per ha	191	209	202	180	111	**181**
Small stems per ha (5—25 cm DBH)	76	71	81	71	80	**76**
Basal area (m^2/ha)	7,6	7,5	5,3	7,2	3,4	**6,0**
Bole volume (m^3/ha)	19,4	19,6	12,3	19,5	10,4	**15,7**
Total wood volume (m^3/ha)	68,0	69,5	44,8	66,6	30,0	**54,1**
Wood biomass (ton/ha)	55,8	54,8	38,2	53,1	22,0	**43,7**

altura) são medidas (Burke, Juola, Korhonen, Selaniemmi e Chakanga 2001). A amostragem aleatória ao longo de transectos foi utilizada, ao invés da amostragem de grade sistemática.

Os resultados do inventário são mostrados nas Tab. 7 e 8. A principal causa de danos nas árvores em todos os núcleos é o fogo. A área basal é indicada em ambas as tabelas, pois fornece uma boa indicação do volume disponível de madeira, e é a soma das áreas de seção transversal de todos os troncos das árvores a altura do peito por hectare. O cálculo do volume de madeira ou biomassa requer uma generalização do caule, ou da forma da árvore, através de equações, e é, portanto, mais propenso a erros. Várias equações foram utilizadas para os resultados nas Tab. 7 e 8: o volume do caule foi calculado como o volume de um cilindro, com a altura tomada como potencial tora ou extensão da viga medida durante o trabalho de campo. Equações DoF foram utilizadas para o volume total de madeira até galhos de 10 cm de diâmetro superior (Kanime e Laamanen 2002), e a fórmula de Chidumayo foi usada para calcular o peso seco da biomassa da madeira acima do solo, de hastes e ramos até um diâmetro máximo de 5 cm (2014).

Apenas 19 % do volume médio dos troncos nas florestas são de Kiaat (*Pterocarpus angolensis*), que são as principais espécies exploradas para uso da madeira. Ela representa ainda uma porcentagem mais baixa (14 %) do volume total de madeira. A Kiaat é, na maior parte, colhida para serrar pranchas das toras, e as receitas totais poderiam aumentar significativamente se houvesse um mercado maior para as outras partes da árvore (Moses 2013). A espécie com o maior volume de caule é a *Burkea africana*, que é pouco utilizada até mesmo como lenha.

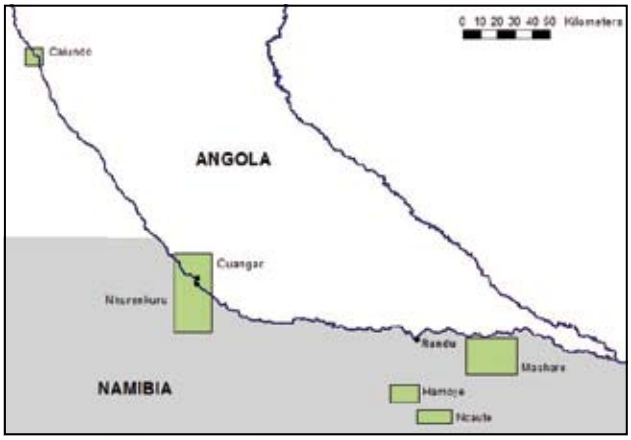

Fig. 95: Áreas de estudo com inventários florestais.

O volume do caule é inferior a um terço (29 %) do volume total de madeira. A árvore com o maior volume total de madeira e biomassa é a Manketti (*Schinziophyton rautanenii*), sendo dominante em Caiundo e Mashare por causa de sua área basal, embora tenha números de hastes mais baixos do que outras espécies de árvores, como a *Combretum collinum* e a Kiaat. Os locais de estudo com o menor volume de biomassa e de madeira foram as florestas mais jovens, onde pelo menos 80 % das árvores tinham um DBH de 25 cm ou menos. Os valores de biomassa lenhosa são mais elevados do que os calculados anteriormente para o Kavango (20,6 a 21,6 ton/ha) (Chakanga 2000, Muhoko e Kamwi 2014) e outras áreas no sul da África, com precipitação média de 500 a 600 mm (16,3 a 19,7 ton/ha) (Rutherford 1979, Werger e Bruggen 2012).

Link para dados e leitura adicional: Baptista (2014), De Ruytter (2015), Kabajani (2013).

Tab. 8: Resultados do inventário florestal para as espécies arbóreas mais comuns (Baiplu = *Baikiaea plurijuga*, Burafr = *Burkea africana*, Comcol = *Combretum collinum*, Diaeng = *Dialium engleranum*, Eryafr = *Erythrophleum africanum*, Guicol = *Guibourtia coleosperma*, Pteang = *Pterocarpus angolensis*, Schrau = *Schinziophyton rautanenii*, Terser = *Terminalia sericea*).

	Baiplu	Burafr	Comcol	Diaeng	Eryafr	Guicol	Pteang	Schrau	Terser
Study area	**% of basal area per study area**								
Caiundo	5	10	7	4	9	4	10	32	2
Nkurenkuru & Cuangar	14	10	6	0	2	4	29	26	3
Mashare	12	14	7	1	2	11	9	23	6
Hamoye	17	21	2	10	0	10	11	18	2
Ncaute	0	48	0	6	0	8	15	10	1
Stems per ha	15	33	17	12	3	6	17	9	17
Basal area (m^2/ha)	0,70	1,09	0,28	0,27	0,13	0,49	0,85	1,34	0,19
Timber wood volume (m^3/ha)	1,9	3,4	0,6	0,7	0,3	1,1	3,0	3,1	0,3
Total wood volume (m^3/ha)	7,1	10,2	1,9	2,4	1,3	4,7	7,5	13,5	1,1
Wood biomass (ton/ha)	5,4	6,8	1,5	1,6	0,9	4,1	5,9	12,8	1,0

N7) A floresta ciliar no Delta responde por aproximadamente 27 % da evapotranspiração enquanto ocupa apenas 7 % da área.

Em áreas áridas e semi-áridas, a transpiração por *Phreatophytes* é um dos principais dissipadores de água subterrânea e um componente significativo de provisão de água das zonas úmidas. Compreender e quantificar com precisão a evapotranspiração (ET) é necessário para a gestão dos recursos hídricos, especialmente quando se enfrenta um futuro climático incerto. No Delta tropical do Okavango, a transpiração das árvores (Fig. 96) é um processo importante e parcialmente responsável por manter a bacia como um ambiente de água doce, ao invés de um ambiente salino. A ET, que consome aproximadamente 96 % da entrada total de água das formações terrestres do Delta, cercada por bosques ribeirinhos, é uma das principais áreas, contribuindo para a incerteza na modelagem hidrológica atual no Delta. No entanto, as medições de ET têm sido historicamente difíceis de serem feitas e, assim, tendem a ser calculadas como o termo remanescente do balanço hídrico. Ignorar a incerteza do modelo enfraquece o seu valor para uso no processo de tomada de decisão (Cathey 2011). O objetivo deste estudo foi, portanto, adquirir estimativas quantitativas dos fluxos hídricos através das principais espécies lenhosas ribeirinhas no Delta do Okavango e, assim, contribuir para a capacidade de modelar a mudança eco-hidrológica.

O método da compensação da velocidade de pulso de calor e as medições de fluxo de seiva, que são amplamente utilizadas em estudos de campo eco-fisiológicos, foram utilizados neste estudo para estimar a transpiração arbórea de espécies comuns no Delta periférico, central e superior durante níveis de água baixos, médios e altos. O trabalho de Tsheboeng e outros (2013, não publicado), informou a seleção de espécies comuns, sendo que oito espécies diferentes foram estudadas no total. Foi estudado um indivíduo de cada espécie por local, exceto em Maun, onde quatro indivíduos da mesma espécie, de tamanhos diferentes, foram averiguados. Foram inseridos dois pares de sondas por árvore, sendo que um aquecedor de linha foi inserido radialmente na haste com uma sonda termopar abaixo e acima do aquecedor. A sonda a montante estava localizada a 5 mm de distância do aquecedor e a sonda a jusante a 10 mm de distância. Um pulso de calor foi disparado a cada 30 minutos e o t_z foi registrado. O t_z é o tempo de atraso em segundos para que as temperaturas entre as duas sondas se tornem iguais. A partir dos valores de t_z, a velocidade de pulso de calor bruto foi calculada usando a equação: $V_z = (x_d + x_u)/2t_z$, onde V_z é a velocidade de pulso de calor bruto, x_d e x_u são as distâncias a montante e a jusante do aquecedor. Correções superficiais foram feitas utilizando constantes, conforme descrito por Swanson e Whitfield (1981). As constantes foram usadas para calcular a velocidade de pulso de calor corrigido, utilizando a seguinte fórmula: $V_c = a + bV + cV^2$, onde V_c é a velocidade de impulso de calor corrigido, a, b e c são constantes e V é a veloci-

Fig. 96: Espécies florestais ciliares na parte superior do Delta. Foto: A. Lubinda.

dade de pulso de calor bruto. A velocidade de fluxo da seiva, que é a velocidade da seiva dentro dos lúmenes, foi então derivada a partir da velocidade de pulso de calor e foi multiplicada pela área de seiva de madeira, para se obter o fluxo total dentro da haste. Inicialmente, o fluxo de seiva foi registrado durante cinco dias consecutivos e, após verificar-se que não houve grandes variações no fluxo entre os dias, o registro foi reduzido para três dias. Um coletor de dados CR1000 Campbell foi utilizado para registrar os dados.

As áreas periféricas e centrais do Delta se comportaram de forma similar em termos da variação sazonal do fluxo de seiva com tendências semelhantes, mas com taxa de transpiração diferente. Em novembro e dezembro de 2012, o fluxo de seiva foi, geralmente, menor do que em julho e agosto de 2012 nestas duas áreas, sendo que novembro e dezembro correspondem a um período de baixo nível de água e julho e agosto a um nível alto de água. Nossos resultados mostram maior fluxo de seiva durante o período de 2012 com altos níveis de água do que durante os baixos. Isso possivelmente significa que como a água subterrânea rasa está mais disponível em altos níveis de água, as árvores não precisam gastar muita energia para bombear a água, assim há um alto fluxo de seiva. Em julho e agosto temos pleno inverno em Botsuana, e novembro e dezembro é o início do verão (Serviços Meteorológicos de Botsuana). Normalmente, espera-se que o fluxo de seiva seja maior no verão, quando as temperaturas são altas do que no inverno. Em Botsuana, o clima é subtropical, com chuvas que ocorrem no verão, o que significa que a chuva pode ter sido um fator importante influenciando o declínio no fluxo de seiva através da criação de condições que não favorecem a transpiração. As chuvas geralmente reduzem a temperatura do ar e aumentam a umidade relativa, resultando em árvores transpirando menos água do que quando as temperaturas são altas e o ar seco.

Na parte superior do Delta, em julho e agosto de 2012 o nível da água foi médio, em novembro e dezembro foi baixo e em fevereiro e abril de 2013 foi elevado. Pelos nossos resultados, quanto maior o nível de água mais baixo o fluxo de seiva nesta parte do Delta. Durante os períodos de novembro e dezembro de 2012 e fevereiro e abril de 2013 havia água de superfície abundante, mas o fluxo de seiva registrado nas duas estações foi menor do que em novembro e dezembro de 2012, quando estava seco. Com água abundante disponível esperava-se que não houvesse nenhum limite ao fluxo da seiva. Nossas árvores de estudo na parte superior do Delta estão na borda do canal principal. Grandes massas de água alteram as condições microclimáticas, reduzindo a temperatura do ar no canal do rio, resultando em menor demanda evaporativa (O'Grady e outros 2006). Durante os níveis altos e médios, a água não foi confinada apenas ao canal, mas também se espalhou sobre as ilhas. Isto significa que as condições microclimáticas nas ilhas podem também ter sido alteradas pela presença da água de superfície.

A ET de todo o Delta (com a floresta ciliar cobrindo uma área de 1.190 km^2) foi estimada em 4,06 milhões de m^3/ano. Isso é equivalente a 27 % da absorção anual total no Delta.

Link para dados e leitura adicional: Lubinda (2014).

N8) No Delta, a composição da floresta ciliar é impulsionada pela hidrologia. Algumas espécies ciliares mostram estrutura de populações estáveis enquanto outras mostram estrutura instável.

Em Botsuana, há um quadro de políticas planejadas para conservar e proteger o Delta do Okavango. Essas políticas incluem a Estratégia Nacional de Conservação (Matiza e Chabwela 1992), a Estratégia e Política Nacional de Zonas Úmidas do Botsuana de 1999 e o Plano de Gestão do Delta do Okavango, que entre elas tentam envolver o público como participantes ativos na gestão das zonas úmidas através da utilização de seu conhecimento indígena, e instituições locais (Jansen e Madzwamuse 2003). O Delta do Okavango é também parte da lista de Ramsar, uma zona úmida de importância internacional e um Patrimônio Mundial da UNESCO. Apesar destes esforços para conservar a biodiversidade e ecologia do Delta, as ameaças de desmatamento, mudanças climáticas e invasão por espécies exóticas persistem e, enquanto as populações humanas ao redor da periferia do Delta crescem, essas atividades prejudiciais aumentam. Uma ameaça adicional crescente é a grande população de elefantes africanos que aumenta rapidamente, *Loxodonta africana* (Os Recursos Naturais e os Seres Humanos 2007). Dada a importante função ecológica das matas ciliares, pouco pode ser feito para garantir a sustentabilidade do Delta e seus processos e serviços ecossistêmicos sem conhecer melhor o estado atual e as tendências da população arbórea. As informações também podem ser utilizadas na modelagem do possível futuro do Delta do Okavango no contexto da utilização de recursos da vegetação, mudanças climáticas e desenvolvimento da bacia.

Se as espécies de árvores devem ser usadas de forma sustentável, a sua ecologia e as conseqüências ecológicas do seu uso têm que ser compreendidas (Naiman e outros 1993). O objetivo deste estudo foi apurar a variação espacial na estrutura da população de espécies selecionadas de árvores ribeirinhas no Delta do Okavango. A variação da estrutura populacional das espécies de árvores

Fig. 97: Os danos causados por elefantes no Delta do Okavango influenciam a distribuição da estrutura de tamanho populacional de árvores ciliares. Foto: K. Thito.

Fig. 98: As queimadas no Delta do Okavango também influenciam a distribuição da estrutura de tamanho populacional das árvores ciliares. Foto: K. Thito.

ciliares foi estudada em locais selecionados ao longo de gradientes hidrológicos (inundações). A inundação foi descoberta como o principal fator a influenciar a ecologia da vegetação do Delta do Okavango (Ellery e outros 1993). Os efeitos de outras influências, por exemplo, a dos elefantes (Fig. 97) e queimadas (Fig. 98), foram demonstrados com base nas observações de campo. Uma pesquisa anterior, no entanto, indica que os incêndios, embora freqüentes nas várzeas, não costumam entrar na floresta ribeirinha, provavelmente devido à falta de combustível nas camadas mais baixas das copas (Heinl e outros 2007).

A estrutura da população de espécies arbóreas ribeirinhas foi estudada em terrenos selecionados aleatoriamente de 20 x 50 m. Em cada terreno, a circunferência do caule (> 15 cm) de árvores individuais (Sop e outros 2011) foi medida a 1,3 m acima do solo. Para árvores de múltiplos troncos, as sua circunferências foram somadas (Sop e outros 2011). O diâmetro à altura do peito (DBH) para árvores individuais foi calculado a partir da circunferência. Um total de 75 terrenos foi amostrado. As espécies de árvores de cada local de estudo foram categorizadas em oito classes de DBH, ou seja, de 0 a 10, 10 a 20, 20 a 30, 30 a 40, 40 a 50, 50 a 60, 60 a 70 e acima de 70 centímetros. O método para inferir a situação do recrutamento de diferentes espécies de plantas seguiu Shackleton e outros (1993). O estado de recrutamento de cada espécie foi determinado pela análise da inclinação de uma regressão linear de classes de tamanho DBH. O ponto médio do DHB (mi) foi usado como a variável independente enquanto a densidade de indivíduos (N_i) em cada classe de DBH foi utilizada como variável dependente. A (N_i) foi transformada por ln (N_i + 1), uma vez que algumas classes não tinham indivíduos. A regressão foi então feita usando ln (N_i + 1) e ln (mi). Inclinações negativas indicaram o recrutamento em curso, com mais indivíduos em classes menores do que nas classes maiores, enquanto inclinações positivas indicaram pouco recrutamento ou possivelmente recrutamento em etapas (Helm e Witkowski 2012).

Algumas espécies ribeirinhas mostram estrutura populacional estável, enquanto outras mostram estrutura instável. A *Croton megalobotrys* exibiu um padrão estável de distribuição de tamanho de classe (SCD) em Boro, Santawani e Vumbura, ao mesmo tempo em que mostrou um padrão instável de distribuição em forma de cálice em Moremi. A *Philenoptera violacea* mostrou uma estrutura populacional instável em Boro e Santawani, enquanto mostrou uma estrutura estável em Vumbura. A *Diospyros mespiliformis* mostrou uma estrutura populacional instável em Boro, Seronga e Vumbura. A *Acacia nigrescens* mostrou uma estrutura populacional instável em Boro e Santawani e uma estrutura estável em Seronga. As diferenças na estrutura populacional das espécies em diferentes locais são parcialmente influenciadas pela variação espacial na hidrologia do Delta do Okavango.

Link para dados e leitura adicional: Tsheboeng e Murray-Hudson (2013).

N9) A alta frequência de incêndios em grande parte da bacia do Okavango dificulta a regeneração de florestas e matas, especialmente se o período de retorno for menor do que cinco anos.

Paisagens de florestas abertas e savanas queimam facilmente na estação seca devido à alta carga de combustível acumulado pelas biomassas secas de gramíneas e arbustos. As árvores jovens precisam de, pelo menos, um período de cinco anos sem a perturbação de incêndios para se tornarem fortes e altas o suficiente para sobreviver a eles e terem a chance de se transformar em uma árvore adulta. Há muitas evidências de que um período de retorno de quei-

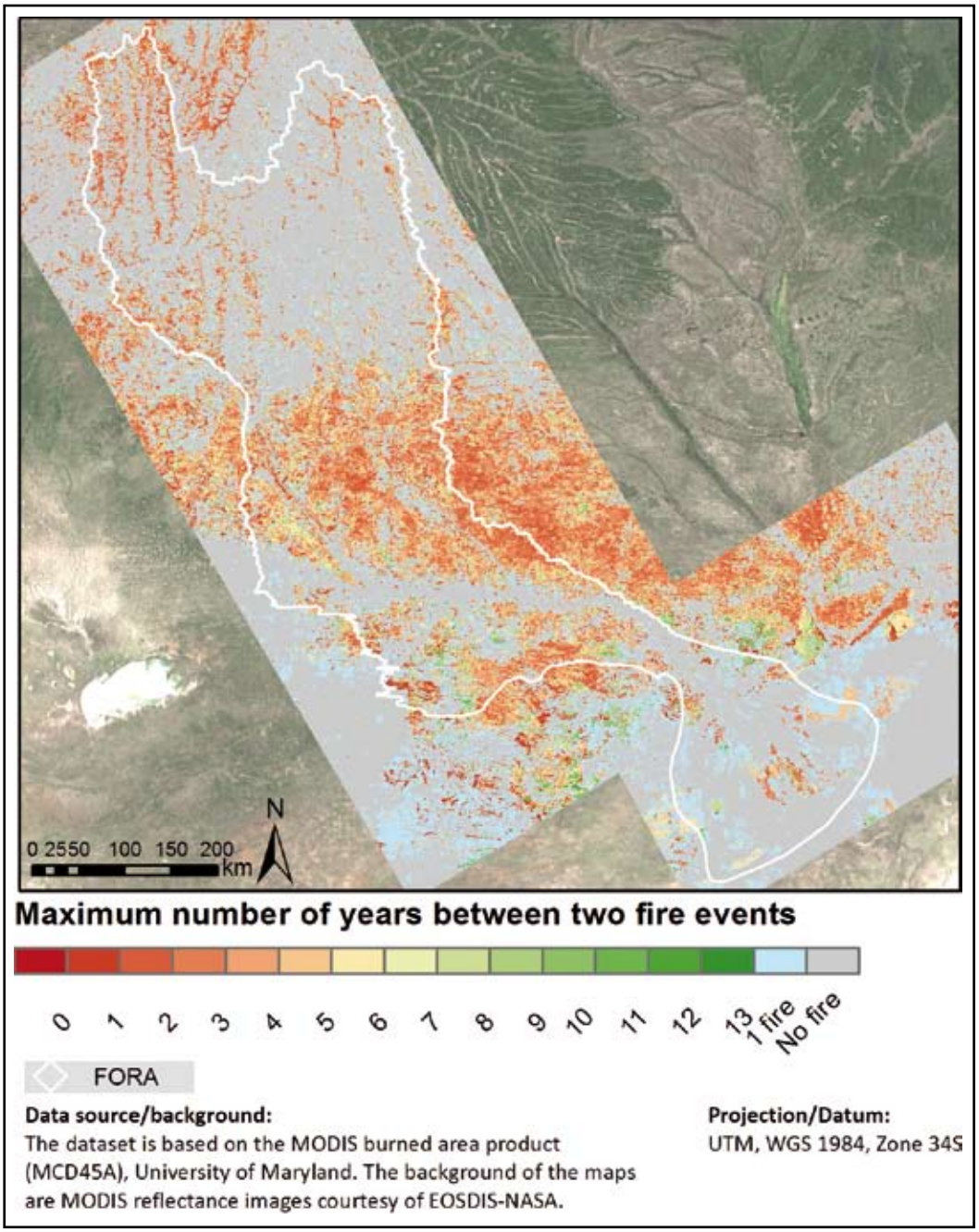

Fig. 99: Mapa mostrando o número máximo de anos entre dois incêndios.

mada de menos de cinco anos capta a regeneração arbórea na fase de muda. Esse processo é comumente referido como 'gargalo da regeneração' ou 'armadilha de incêndio' (Sankaran e outros 2004 e Bond e Keeley 2005).

Com base no produto de área queimada do MODIS, o MCD45A, mapeamos os incêndios de cada ano entre 2000 e 2013 e calculamos o período de retorno de incêndio na Bacia do Okavango.

A Fig. 99 mostra o mais longo período de retorno de incêndio durante o período de observação. Para todas as áreas mostradas em cores avermelhadas, não houve nenhuma sequência de mais de cinco anos sem incêndios durante o período de observação, que teria permitido a regeneração de árvores. Em outras palavras, por mais de uma década não houve quase nenhuma rebrota dos recursos florestais e de madeira em grandes partes da bacia central do Okavango.

Ainda mais preocupantes são as observações obtidas a partir de uma análise mais atenta dos processos na parte norte da bacia. Em seu estado natural, mais de 70 % dos declives do sul do Planalto Bié são cobertos por florestas densas. As florestas densas de Miombo mantêm um microclima mais úmido do que as pastagens e, em combinação com a carga menor de combustível no sub-bosque, resistem à ignição e, assim, ao fogo, de acordo com Archibald e outros (2009). Porém, uma vez que as florestas são clareadas pela agricultura de corte e queima ou pela produção de carvão vegetal, as rebrotas de gramas e arbustos começam a colonizar as áreas, tornando-as vulneráveis à ignição. Uma vez que a área de tipos de cobertura do solo resistentes ao fogo cai abaixo

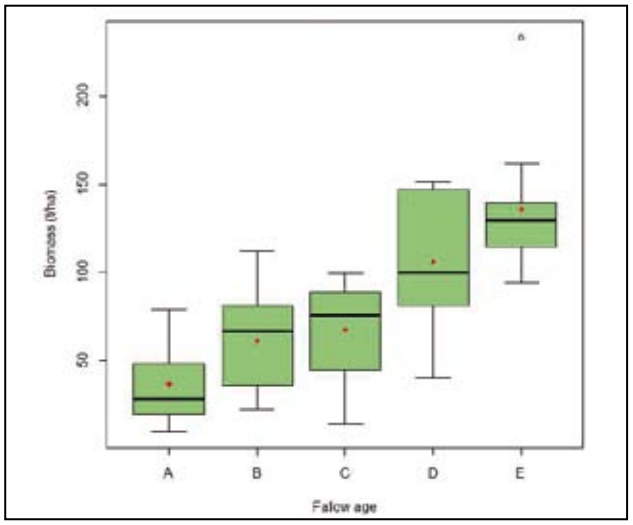

Fig. 100: A biomassa lenhosa de terrenos de carvão em toneladas/ha em momentos diferentes se estende após a exploração. A (Pousios de 8 anos), B (terrenos de carvão de cerca de 8 anos), C (Pousios de cerca de 14 anos), D (Pousios de cerca de 20 anos), E (estandes fechados).

de 40 %, os incêndios podem se espalhar rapidamente através de paisagens inteiras (Archibald e outros 2009, Hennenberg e outros 2006). Isto parece já acontecer em algumas partes do Planalto Bié.

A Fig. 99 mostra que as áreas sob pressão exploratória de carvão ou agricultura começam a funcionar como pastagens, passando de não inflamáveis para inflamáveis, e queimam facilmente na estação seca. A Fig. 100 mostra antigos campos e terrenos de carvão no núcleo central de Cusseque, 20 anos após a colheita ainda não ter se recuperado totalmente. Isto significa que no regime de incêndio atual, a regeneração da floresta após a exploração é dramaticamente comprometida nas florestas de Miombo do Bié e Moxico. A interação entre a exploração e incêndios aumenta a pressão sobre os recursos remanescentes florestais e de madeira na Bacia do Okavango. Nos regimes atuais de incêndio, a silvicultura deixa de ser sustentável e em vez disso torna-se devastadora.

N10) As estradas são eixos de transformação que conduzem à perda e degradação de florestas e matas.

A perda de florestas e matas pela remoção completa ou extração seletiva ameaça o fornecimento em longo prazo dos serviços e funções ecossistêmicos. Tais processos demonstraram ser relacionados com a infraestrutura e áreas de assentamento em diferentes partes do mundo (Rudel e outros 2009). Examinamos a presença de efeitos semelhantes em diferentes locais dentro da área de pesquisa do **The Future Okavango** através da análise de séries temporais de imagens do Landsat-TM, -ETM+ e -OLI. Combinamos diferentes abordagens de classificação de imagens, como a análise do conjunto ISODATA e a classificação por Máquina de Vetor de Suporte (Pal e Mather 2005) para mapear os principais usos e coberturas da terra para diferentes intervalos de tempo entre 1984 e 2014. Comparando esses mapas (Fig. 101) ao longo do tempo, constatamos que a conversão de florestas e matas em áreas agrícolas de pequena escala foi de longe o processo dominante durante o período de observação, acompanhado da extração seletiva de árvores para uso da madeira ou produção de carvão vegetal. Contudo, este último processo só pode ser detectado com resolução média dos dados de Landsat se afetar áreas maiores. Para as áreas de teste, foram quantificadas as taxas de conversão dos processos mencionados em diferentes períodos.

Os mapas de mudanças resultantes foram combinados com informações geoespaciais para abordar a questão dos determinantes espaciais de declínio da floresta. Analisamos o gradiente espacial da perda de florestas e matas em relação a estradas, assentamentos e rios. Zonas de amortecimento de 2 km de largura foram calculadas em torno dessas características-alvo, e para cada zona a perda de floresta foi quantificada. Como resultado, podemos confirmar claramente que especialmente estradas e assentamentos são os principais agentes de mudança. A fronteira de florestas intactas aparece se afastando dos assentamentos com o passar do tempo, especialmente onde os assentamentos passaram por um forte crescimento (por exemplo, centros urbanos como Rundu/Namíbia ou Menongue/Angola). O mesmo efeito foi visível em relação às estradas, mesmo não havendo grandes assentamentos localizados próximos a elas. As estradas promovem o acesso mais fácil aos recursos naturais e aumentam a conectividade entre os locais com disponibilidade de recursos e a mercantilização.

Para avaliar o efeito em longo prazo do uso de recursos madeireiros, analisamos a dinâmica de rebrota nos campos de pousio na área de teste angolana. Calculamos o índice de vegetação (EVI, Huete e outros 2002), um **proxy** para a biomassa, traçamos o seu desenvolvimento em diferentes campos, que não foram usados durante o período de observação, e comparamos esse desenvolvimento ao de florestas de Miombo não tocadas. Nossos resultados mostram (Fig. 102) que, mesmo após um período de pousio de 20 anos, a biomassa, conforme mostrado pelo índice de vegetação, não voltou ao seu máximo teórico correspondente à situação de pré-desmatamento. Isto está alinhado com as conclusões de Chidumayo (2013), com base em experimentos de campo em zonas de vegetação semelhantes.

Link para dados e leitura adicional: Uso/cobertura da terra e mapas de mudanças para os núcleos centrais: OBIS. Detalhes sobre as medições e os resultados: Röder e outros (2015), Schneibel e outros (2013).

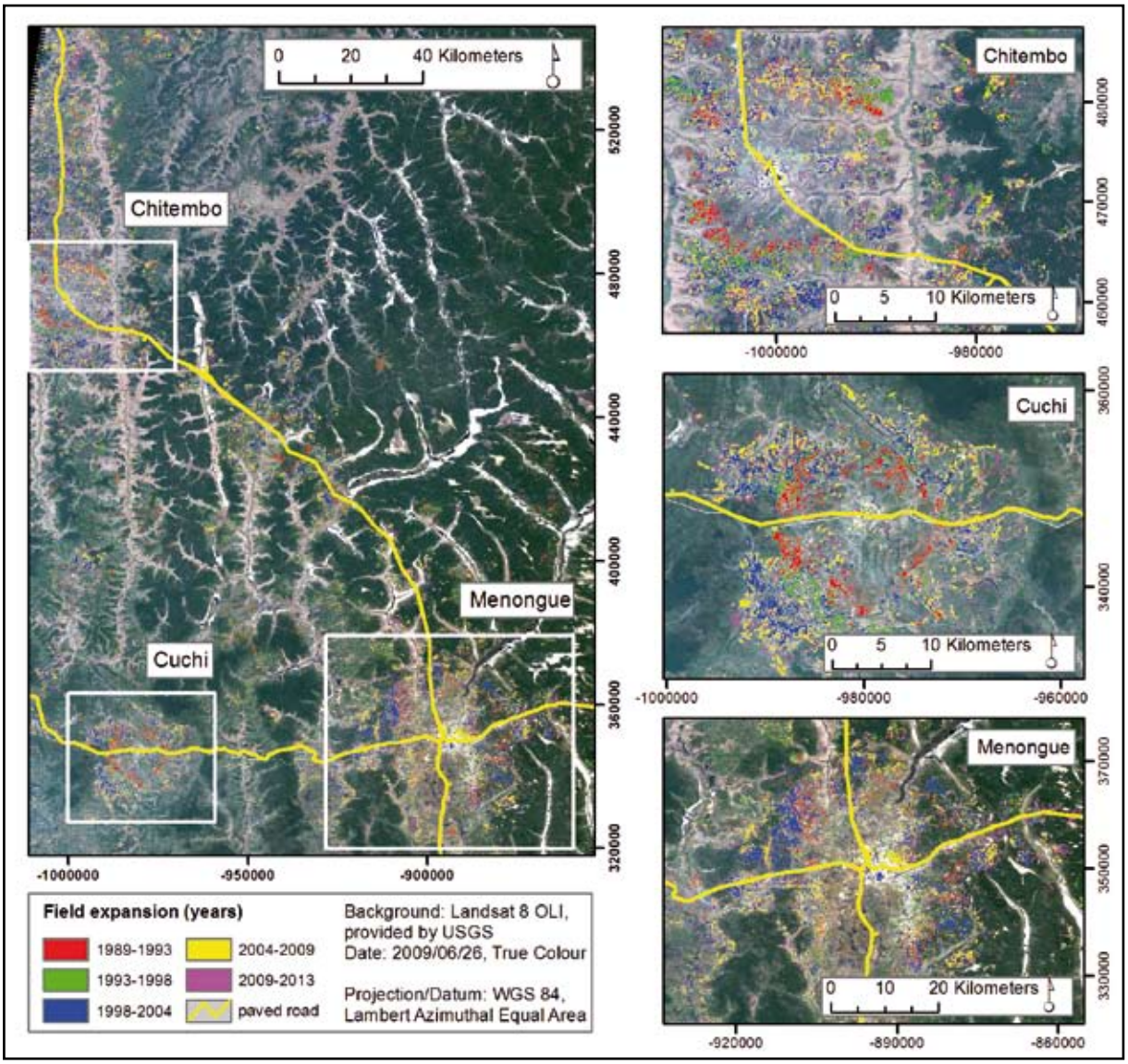

Fig. 101: Mapa de expansão do campo de 1989 a 2013 com vista aproximada adicional para as cidades de Chitembo, Cuchi e Menongue.

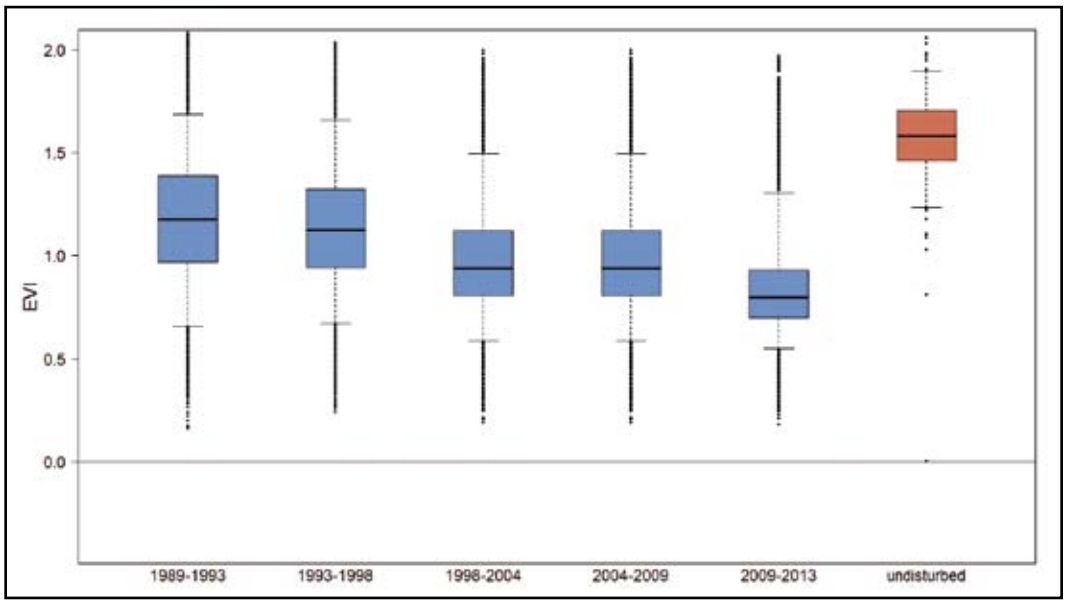

Fig. 102: A distribuição do índice de vegetação (EVI) para os cinco intervalos temporais (azul) de desmatamento da floresta e subsequente pousio, em comparação com valores de EVI selecionados aleatoriamente em zonas florestais não tocadas (vermelho) para o ano de 2013. Os asteriscos mostram o intervalo de certeza de 95 %, os valores discrepantes são mostrados como pontos.

N11) Os usuários da terra recebem grandes incentivos para desmatar florestas para devido ao balanço entre as opções de cultivo e a manutenção de áreas florestais. O baixo benefício econômico dos produtos florestais para as comunidades locais reduz o valor comercial das florestas.

As decisões para converter a terra da floresta para campos são influenciadas por uma série de fatores ecológicos, socioeconômicos, institucionais e suas interações. O desmatamento e degradação na África subsaariana são impulsionados, principalmente, pela expansão agrícola em pequena escala (De Fries e outros 2010, Fischer 2010: 375, Hosonuma e outros 2012: 8, Rudel 2013: 6). A agricultura de subsistência em pequena escala, com a falta de medidas de conservação do solo, causa a degradação e baixa produtividade. Porém, em locais de amplo acesso, essa terra degradada pode ser substituída pelo desmatamento de floresta para campos.

A alocação de terras nas regiões do Kavango para a agricultura de subsistência é gerida pela lei consuetudinária, que é eficaz na prevenção de membros não pertencentes a comunidade acessarem a terra ou os recursos comunitários. No entanto, as autoridades tradicionais geralmente não impedem o desmatamento de floresta e a expansão de campos, mas atribuem áreas designadas para a agricultura. A Lei de Reforma Agrária Comum de 2002 criou conselhos agrários como um mecanismo de controle para administração da terra comum, aumentando os custos de transação para a alocação de terras. O resultado pretendido desses conselhos – de restringir o desmatamento acelerado na região do Kavango e incentivar os investimentos em melhorias da terra – ainda não foi visto. No momento da nossa pesquisa, as comunidades são contrárias à lei, pois os agricultores sentem que a regra não está adaptada ao seu sistema agrícola.

A fim de obter uma melhor compreensão sobre as decisões de desmatamento dos agricultores locais, realizamos uma análise dos meios de subsistência em 31 vilas rurais selecionadas aleatoriamente, com 618 famílias na região do Kavango. A estimativa da composição da renda das comunidades mostra evidências de que as famílias são, em grande parte, dependentes de vários usos diretos de recursos naturais na produção agrícola. Os rendimentos vindos de negócios ou de emprego são uma exceção. Para comparar os benefícios diretos dos dois usos diferentes do solo, floresta e cultivo, avaliamos os recursos naturais que as pessoas retiram da floresta e as colheitas das culturas de seus campos com base em preços de troca locais. A avaliação indica que o valor de uso direto dos recursos florestais para os usuários locais em um ano é claramente duas vezes maior do que o valor da colheita das culturas.

Considerando-se que os usos da terra florestal estão competindo com campos de cultivo e o valor da colheita de culturas é gerado em um campo com alguns hectares, enquanto que o valor dos recursos florestais é retirado por um membro da comunidade sobre uma área muito maior, precisamos comparar os respectivos valores por hectare da área do campo e da floresta. Notavelmente, os recursos florestais constituem mais de 50 por cento do rendimento total das famílias em comparação com 22 por cento vindo de culturas. Porém, o valor por hectare dos recursos florestais é inferior a um quinto do valor da colheita das culturas por hectare.

Em uma perspectiva de longo prazo, considerando a diminuição da fertilidade e produtividade do solo, analisamos os benefícios cumulativos de um hectare de produção agrícola e de uso florestal (Fig. 103). Os benefícios cumulativos do uso florestal excedem os benefícios

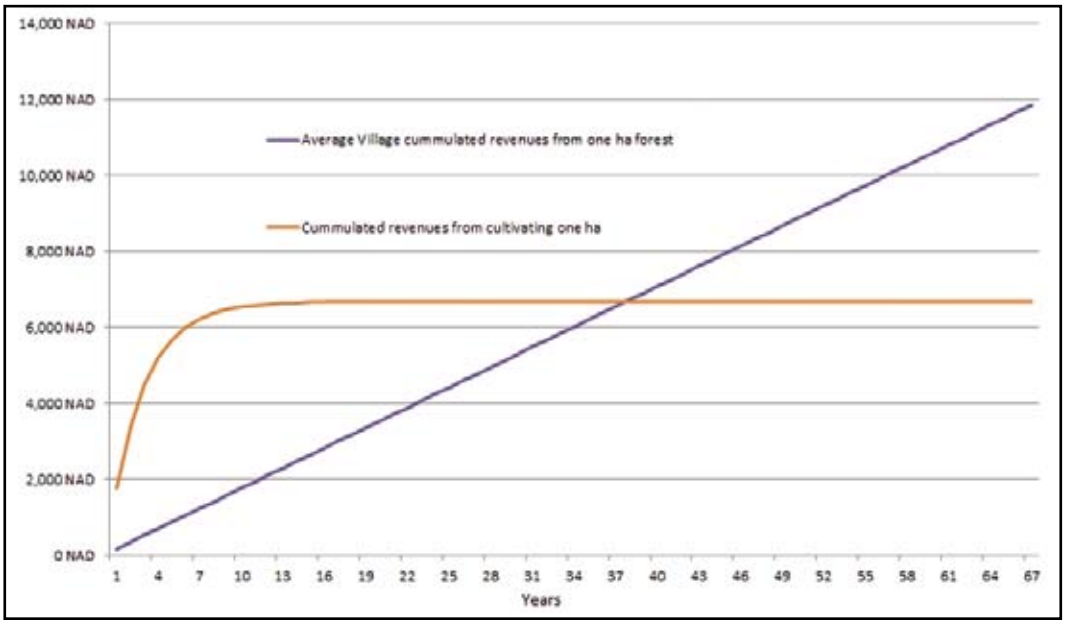

Fig. 103: Ponto de equilíbrio de benefícios cumulativos (por hectare).

cumulativos da colheita de um campo somente após 38 anos. Levando-se em conta até mesmo taxas de desconto ligeiramente mais baixas, de preferência dos agricultores locais por benefícios futuros ou valores ligeiramente mais elevados de produtividade, podemos obter um ponto de equilíbrio que está além da expectativa de vida da população do Kavango.

A análise demonstra que, em curto prazo, a colheita é mais rentável do que o uso da terra florestal para o indivíduo. Isso indica claramente que há fortes incentivos individuais de curto prazo para desmatar a floresta para campos, enquanto as pessoas sofrem por incentivos insuficientes para adotar métodos caros de conservação para aumentar a produtividade e são capazes de substituir facilmente os campos degradados.

A conversão de terras florestais para campos representa uma grave ameaça para a subsistência rural e integridade dos ecossistemas em longo prazo. Para reduzir a velocidade do desmatamento e melhorar a conservação e fertilidade do solo, é crucial reforçar os incentivos individuais. Assim, os investimentos em fertilidade do solo podem ser vistos como um benefício público, cuja responsabilidade não deve caber somente ao agricultor individual.

Link para dados e leitura adicional: Os dados podem ser disponibilizados por Lawrence Brown, brown@staff.uni-marburg.de.

RECOMENDAÇÕES

A conservação integrada e sistemática e o planejamento de uso da terra são urgentemente necessários em toda a bacia. Recomenda-se a implantação de terrenos de monitoramento em longo prazo como uma base robusta para qualquer resposta baseada na ciência, aos impactos das alterações climáticas e outras alterações ambientais sobre as florestas, savanas, matas e pastagens e sua diversidade de organismos. Além disso, a capacidade de adaptação e a sustentabilidade das espécies de alto valor ecológico ou econômico devem ser analisadas em detalhe. Ao integrar as conclusões do projeto TFO, os seguintes aspectos devem ser considerados para planos estratégicos de preservação e gestão:

- A urgência em identificar as áreas prioritárias para as reservas naturais e parques nacionais com base no conhecimento científico, especialmente em Angola.
- Garantir a adequação e a conectividade dos diferentes ecossistemas para organismos raros e ameaçados e, especialmente, para a migração de animais, incluindo elefantes, zebras, búfalos e variedade de outros cervos maiores, requer um plano de gestão integrada espacialmente explícita para ambos, áreas de preservação e áreas de desenvolvimento econômico.
- As múltiplas funções das zonas úmidas para a extração de bens do ecossistema, proteção das espécies e amortecimento de fluxos de água devem ser integradas no que diz respeito aos planos de gestão, considerando também o papel como uma tábua de salvação para os interiores áridos.
- O papel das florestas em fornecer contribuição significativa para as rendas de subsistência das pessoas, bem como na proteção dos fluxos de água e estabilização do clima.
- A necessidade de planejar a infraestrutura rodoviária para evitar maior fragmentação das áreas florestais intactas.

Há a necessidade geral de mudar a percepção de que as florestas e bosques são uma área infinita e menos valiosa para uma visão que os defina como um recurso limitado que oferece oportunidades de renda alta. Nos ecossistemas com areias profundas e pobres em nutrientes do Kalahari e com chuva restrita, as árvores da mata são capazes de fazer uso dos recursos hídricos mais profundos para a produção de biomassa, enquanto o crescimento das culturas é substancialmente limitado por ambos, a fertilidade do solo e a disponibilidade de água. Essa diferença define a mudança entre os valores gerados por uma floresta em comparação com os valores gerados pela produção agrícola.

A mudança na percepção deve constituir a base para os conceitos de planejamento de conservação e uso da terra. O uso destrutivo das florestas para a mercantilização dos bens florestais afeta fortemente uma infinidade de outros usos, que são importantes para o dia-a-dia de subsistência das famílias rurais mais pobres. A gestão de recursos naturais deve restringir estritamente os usos destrutivos e acoplar as licenças de exploração com obrigações para permitir a regeneração florestal dentro de um curto espaço de tempo.

Em detalhe, conceitos de gestão específicos para o uso sustentável das florestas, com base em práticas otimizadas e adaptadas, devem ser desenvolvidos para as diferentes zonas da bacia. Aqui os seguintes aspectos devem ser integrados:

- Nas florestas de Miombo, a produção de carvão vegetal irá, provavelmente, continuar a ser uma opção de uso da floresta. No entanto, tem que ser restrita a zonas específicas. O comércio do carvão para os centros urbanos deve ser controlado e limitado. Fontes de energia sustentáveis alternativas devem ser incentivadas.
- Para os bosques de Burkea na Namíbia e no sul de Angola recomenda-se a utilização da relação idade-diâmetro recém derivada como uma ferramenta para

a gestão florestal sustentável. Aqui, a biomassa arbórea e o volume do caule da árvore podem facilmente atingir valores de 50 ton/ha e 19 m^3/ha respectivamente. Os rendimentos da madeira podem ser melhorados através de intervenções de gestão florestal com foco na Kiaat e na teak zambiana. Contudo, o uso de madeira deve abranger mais do que apenas as pranchas para melhorar as receitas totais como indicado por Moses (2013).

- Como parte de uma estratégia de adaptação climática, a multiplicação **in vitro** da kiaat de alta qualidade que cresce na região Otjozondjupa da Namíbia deve ser considerada. Lá, as espécies ocorrem com o menor índice pluviométrico anual de sua gama e mudas cultivadas podem ser plantadas nas áreas mais úmidas ainda mais ao norte.
- No Delta, espécies de mata ciliar estão expostas a condições de vulnerabilidade do local (água, fogo e pastoreio), que já levaram a populações de árvores instáveis. Medidas adequadas devem ser intensificadas para proteger estes ecossistemas como um todo. Condições e processos que permitam e controlem a regeneração da floresta ciliar devem ser estudados e monitorados mais a fundo. Medidas de proteção na escala local devem ter forte foco na divulgação para envolver as comunidades e priorizar a defesa ao invés da regulamentação.
- Na vizinhança das áreas de produção agrícola, práticas de colheita florestal, como o corte raso ou a utilização de ninhada, podem dar oportunidade para melhorar o fornecimento de nutrientes nas terras aráveis.

O projeto TFO compilou mapas precisos que mostram a alta frequência de queimadas em grandes partes da bacia. Importantes diferenças foram observadas em relação à frequência, duração e extensão espacial dos incêndios nas diferentes partes da bacia. A atual aplicação de queimada mata animais, leva a uma perda de nutrientes (especialmente nitrogênio) e reduz o potencial de regeneração de florestas. A frequência de incêndios induzidos por humanos deve ser diminuída, especialmente em pousio e clareiras nos primeiros cinco anos após o abandono. As pastagens só devem ser queimadas no início da estação seca, quando o risco de propagação do fogo em florestas ainda é pequeno. A queimada nunca deve ser permitida em condições de clima quente e com vento. Uma campanha de treinamento e sensibilização sobre os efeitos de incêndio em curto e longo prazo deve ser iniciada.

Para partes do sudeste de Angola, o turismo baseado em animais selvagens é uma nova e desafiadora oportunidade de renda não só para as áreas dentro da KAZA. Como foi mostrado, para o Botsuana e a Namíbia o número e a diversidade de grandes espécies de animais selvagens é pré-requisito para o turismo, juntamente com a beleza da paisagem. Portanto, a aplicação da legislação da caça e a criação de corredores para as migrações de animais selvagens são necessários para definir a condição estrutural para a expansão da vida selvagem e, também para a geração de renda do turismo de ponta.

4.4 Agricultura & Segurança alimentar

A1) As formas de agricultura de subsistência de pequenos produtores são os sistemas agrícolas dominantes na Bacia do Okavango. Eles estão, atualmente, em um caminho rumo ao empobrecimento e degradação de recursos e precisam de assistência para alcançar a sustentabilidade.

Os sistemas agrícolas dos pequenos produtores da Bacia do Okavango estão passando por um processo de mudança devido à diminuição da disponibilidade de terras por pessoa e os impactos de vários processos globais. Dentro dos sistemas de cultivo atuais, a reduzida disponibilidade de terras resulta na degradação do solo e diminuição do rendimento (vide resultados A 4 e 10). Isso pode levar as famílias a cair na armadilha da pobreza, um ciclo vicioso de degradação dos recursos e empobrecimento, do qual são incapazes de escapar por conta própria, já que não podem fazer os investimentos necessários para a adoção de práticas agrícolas modernizadas (vide Barret 2008).

As seguintes tendências podem ser observadas: as famílias se adaptam à redução da disponibilidade de terras com diferentes graus de resultado. Isso resulta em uma crescente estratificação social das comunidades rurais em **i)** uma minoria de agricultores familiares relativamente abastados que consegue lidar com o acesso reduzido à terra e se beneficia do aumento da disponibilidade financeira e **ii)** a maioria dos pequenos agricultores que lutam sob condições de degradação do solo e correm o risco de cair na armadilha da pobreza. Esta estratificação leva a distribuição cada vez mais distorcida do acesso e uso dos recursos naturais porque o uso intensivo e, possivelmente explorador, desses recursos pelos pequenos agricultores mais abastados pode colocar ainda mais em perigo a base de subsistência dos mais pobres e, assim, acelerar seu processo de empobrecimento. Essa distribuição assimétrica já pode ser observada em áreas de alta densidade populacional (especialmente em Mashare e, em menor escala, no núcleo central de Seronga), mas ainda não na parte mais elevada da bacia, com sua baixa

densidade populacional e, portanto, maior disponibilidade de terras (núcleo central de Cusseque). No entanto, mesmo aqui, a mercantilização dos recursos naturais (por exemplo, uso da floresta para produção de carvão vegetal) e a implantação de sistemas agrícolas de grande escala são suscetíveis a reduzir a disponibilidade de terra em um futuro próximo.

Com o objetivo de evitar um processo de empobrecimento rural e atender as necessidades alimentares da população em crescimento, existe a urgência de uma intensificação sustentável da produção de pequenos produtores (vide A2). Contudo, induzir esses agricultores de subsistência a adotar voluntariamente essas práticas é um desafio complexo, pois na prática isso ocorre somente quando os rendimentos baixos e irregulares representam uma ameaça para a sobrevivência das suas famílias. (vide resultado A3 e Scherr e Hazell 1994). Mas, se a dinâmica de degradação ocorrer em ritmo acelerado, os pequenos agricultores podem já ter caído na armadilha da pobreza e, portanto, dependem de ajuda externa para gerir esta mudança. Essa situação parece já ter afetado algumas famílias mais pobres no núcleo central em Mashare, mas ainda não em outros núcleos.

Link para dados e leitura adicional: Vide folhetos informativos 'As pessoas' em Oldeland e outros (2013), para uma análise detalhada da estratificação dos meios de subsistência nos núcleos centrais. A discussão detalhada dos resultados é dada em Kowalski (em preparação).

A2) Aplicar os três indicadores: terra, mão de obra e eficiência energética para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de cultivo constitui a base para conceber medidas bem-sucedidas para a intensificação sustentável.

Diversos sistemas agrícolas altamente diferenciados co-existem nas diversas zonas agro-ecológicas da Bacia do Rio Okavango e incluem sistemas tradicionais, tais como **(1)** agricultura de corte e queima com um sistema de rotação de cultivo (núcleo central Cusseque), e **(2)** sistemas de cultivo semi-permanentes em que os campos são utilizados por décadas e são lentamente ampliados através da conversão de terras florestais. Ambos são caracterizados por desmatamento e pousio como as principais medidas de gestão da fertilidade. Em paralelo, sistemas baseados em **input** estão em desenvolvimento, tais como **(3)** sistemas semi-permanentes com **input** (atualmente com baixas quantidades de fertilizantes não-orgânicos), 20 kg por hectare, e adubo 4 a 5 toneladas por hectare e **(4)** agricultura de conservação, com grandes quantidades de adubo, 15 toneladas por hectare, em canteiros cuidadosamente preparados, geralmente em pequenas áreas de cultivo.

Comparamos os quatro sistemas de cultivo em relação a sua sustentabilidade usando três indicadores de eficiência. A eficiência do solo refere-se ao rendimento de colheita obtido por unidade de terra cultivada, sendo de interesse dos decisores políticos, pois as metas de produção agrícola são frequentemente utilizadas para avaliar o setor. A eficiência da mão de obra avalia o rendimento de colheita por unidade de trabalho investido, sendo de interesse do usuário da terra, já que é o principal fator de limitação da produção. Por último, a eficiência energéti-

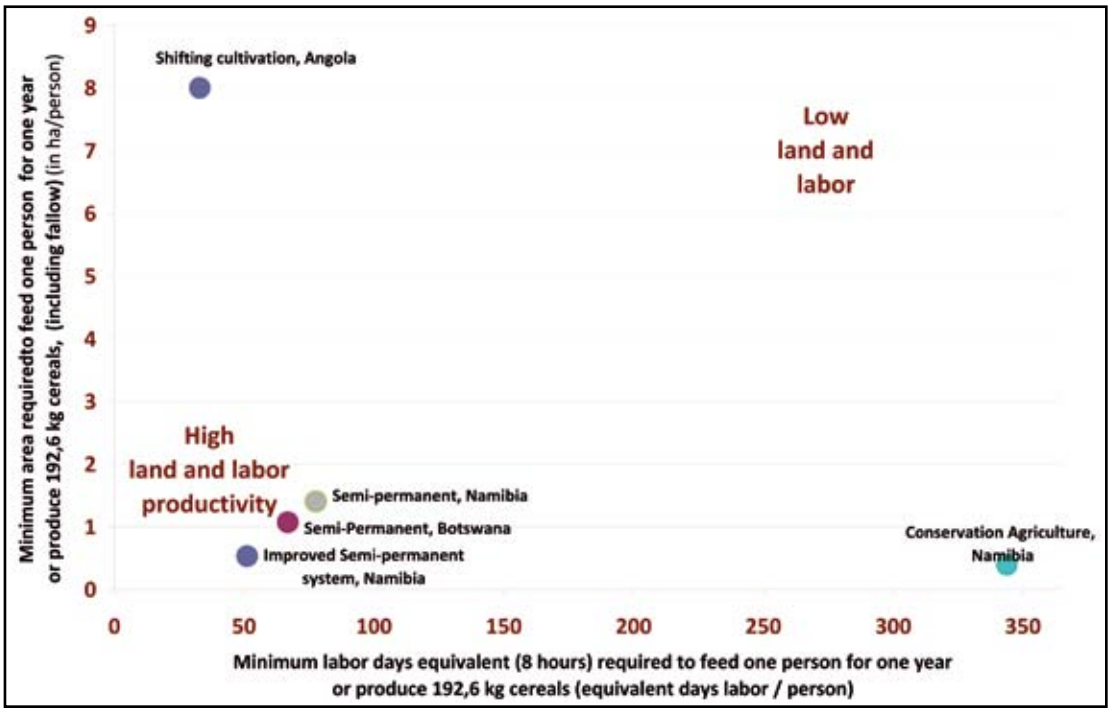

Fig. 104: Comparação dos principais sistemas de pequenos agricultores da ORB e as suas características.

Tab. 9: Comparação de vários rendimentos de sistemas agrícolas, analisados no âmbito da FORA (para a agricultura de conservação, apenas entradas de adubo foram consideradas).

	Traditional (low-input) Agriculture			Improved systems	
	ANGOLA	BOTSWANA	NAMIBIA		
	Shifting cultivation	Semi-permanent	Semi-permanent	Semi-permanent with manure & fertilizer	Conservation Agriculture
Energy return of inputs (cereal harvest obtained in kilocalories / invested input of human & animal labor and fertilizer & manure in kilocalories	14.9	4.2	3.4	0.7	0.8

ca, ou o EROI (retorno de energia sobre o investimento), mostra o quanto de energia precisa ser investido no sistema agrícola em comparação com a quantidade de energia em termos de alimentos, que é produzida por ele. O EROI indica se um sistema de agricultura vale a pena em longo prazo e para sistemas de cultivo bem-sucedidos deve exceder 5:1.

Os sistemas de cultivo pesquisados pelo TFO diferem amplamente em relação aos vários rendimentos da terra, mão de obra e energia (Fig. 104 e Tab. 9). Em um extremo, encontramos o cultivo de rotação (núcleo central de Cusseque, Angola), caracterizado por terra e mão de obra produtivas, ainda que dependentes da disponibilidade de terras para a sua implantação (dependendo do comprimento do pousio, de 2,6 a 12 hectares são necessários para alimentar uma pessoa, ou o equivalente a 33 dias de trabalho) e no outro extremo, a agricultura de conservação (núcleo central de Mashare, Namíbia), que tem uma alta produtividade e rendimento da terra por hectare, mas exige trabalho intensivo e requer o equivalente a 344 dias de trabalho para produzir alimento suficiente para uma pessoa. No entanto, a agricultura de conservação pode ser competitiva para as famílias sem recursos (projeto de energia, adubo) ou em solos muito degradados (vide A3). Entre os extremos, o sistema de cultivo semi-permanente do Botsuana tem mão de obra e terras mais eficientes do que sua vizinha Namíbia, já que os solos estão atualmente menos degradados em Seronga do que em Mashare. A melhor combinação de produtividade de mão de obra e da terra é alcançada com a adoção do sistema semi-permanente modernizado na Namíbia, com o uso de pequenas quantidades de **input** (Fig. 104). No entanto, a eficiência energética deste sistema é baixa e suas causas podem ser complexas, podendo incluir entre outros: **(i)** utilização de fertilizantes, que têm um alto teor de energia; **(ii)** solos pobres, incapazes de responder adequadamente à absorção sem medidas prévias de regeneração; **(iii) inputs** inadequados no que diz respeito às necessidades do solo, como no caso de micro-nutrientes que são mais limitantes. É importante ressaltar que todos os sistemas semi-permanentes são caracterizados por um EROI inferior a 5:1, o que confirma a teoria de Ruthenberg (1971) de que os sistemas semi-permanentes são apenas sistemas de transição entre a agricultura de rotação e outros sistemas sustentáveis intensificados.

Link para dados e leitura adicional: Uma discussão detalhada dessas conclusões é dada em Kowalski (em andamento).

A3) Pequenos agricultores julgam as práticas de cultivo de acordo com a produtividade da terra, da mão de obra e os dilemas entre elas. Para a adoção de cultivo sustentável intensivo, são necessárias soluções adaptadas localmente.

Devido à degradação do solo em curso nos sistemas agrícolas tradicionais da bacia do Okavango, é necessária uma mudança que vise práticas agrícolas sustentáveis (vide resultados A1 e A10). As soluções técnicas existentes focam no aumento da produtividade da terra (rendimento por hectare), respondendo assim à ameaça futura da escassez de terras como consequência da conversão devido ao aumento da população e da degradação do solo. Dessa forma, a alta produtividade da terra é importante para estabelecer sistemas de cultivo sustentáveis no futuro. Muitas vezes, medidas para aumentar essa produtividade incluem técnicas que dependem do aumento e/ou do uso mais eficiente de insumos no campo. Técnicas modernizadas que foram analisadas pelo TFO cobrem várias formas de agricultura de conservação (CA), utilizando esterco, folhas mortas e outras biomassas como input adicionais no sistema de produção, bem como a inoculação de culturas com bactérias fixadoras de nitrogênio. Em comparação com os métodos tradicionais de cultivo, essas técnicas estão associadas com necessidade de trabalho muito maiores (até mais de 1.500 % por hectare).

Nossos resultados confirmam a teoria de Boserup (1965), certificando que agricultores de subsistência usualmente favorecem sistemas com alta produtividade da mão de

obra (rendimento/hora de trabalho), em que o objetivo é produzir alimentos em quantidade suficiente para a família com o mínimo esforço. É pouco provável que os agricultores nesses sistemas investirão trabalho adicional voluntariamente para chegar a uma maior produtividade por unidade de terra, a menos que as colheitas obtidas através do sistema tradicional de trabalho extensivo caiam a um nível em que as famílias tenham que lutar para produzir alimentos em quantidade suficiente (Boserup 1965, Scherr e Hazell 1994). Tal queda resultaria na degradação do solo, devido ao aporte não suficiente de nutrientes no sistema tradicional de trabalho extensivo (vide resultado A10). Em alguns casos, no entanto, a distribuição sazonal de necessidade de mão de obra de uma determinada prática pode ser mais importante do que sua demanda total de trabalho. A alta sazonalidade da agricultura tropical sedentária, muitas vezes leva a períodos de maior necessidade de trabalho no início do crescimento, especialmente para arar a terra (vide Ruthenberg 1971). Em Mashare e Seronga, por exemplo, o curto espaço de tempo disponível para a lavoura é determinado por chuvas no início da estação das chuvas e o acesso aos bois durante esse período pode restringir o tamanho da área cultivada em um ano específico. A agricultura de conservação pode oferecer solução para as famílias sem bois, pois aqui o preparo do solo pode ser feito na estação seca, quando há apenas algumas tarefas competindo pelo tempo.

Nossa pesquisa mostra que os diferentes núcleos centrais do TFO enfrentam incentivos distintos para adotar uma mudança de produtividade da mão de obra para a terra. No núcleo central de Mashare, a fertilidade natural do solo varia substancialmente entre as antigas várzeas e Murambas de um lado e as areias profundas do Kalahari do outro. Enquanto a maioria das áreas de maior fertilidade tem sido cultivada por muitas décadas, uma proporção crescente de famílias são hoje forçadas a cultivar nas areias de baixa fertilidade do Kalahari. Isso resulta em safras baixas e instáveis que não cobrem as necessidades de todas as famílias; poucas culturas são vendidas (somente 33 % das famílias vendem culturas) e as famílias muitas vezes dependem de ajuda para aliviar a seca (30 % das famílias). Junto com a falta de bois, essa situação crítica levou alguns agricultores a experimentar a prática da agricultura de conservação (CA). Em comparação, no núcleo central de Cusseque, o sistema tradicional de cultivo de corte e queima é suficiente no momento para cobrir as necessidades alimentares das famílias. Na verdade, cerca de 20 % das culturas produzidas são vendidas como excedente (sazonal) e todas as famílias têm colheita excedente suficiente para venda. Assim, há pouco incentivo para os agricultores de subsistência em Cusseque mudar voluntariamente para um sistema com maior produtividade da terra. Atualmente, há conhecimento científico limitado sobre os fatores que podem induzir tal mudança nas regiões atualmente com alimentos suficientes. Nossos resultados em relação ao papel da mão de obra em sistemas agrícolas sugerem que é pouco provável que a agricultura de conservação será adotada espontaneamente pelos pequenos produtores destas regiões, devido à sua grande demanda de trabalho. A geração de caixa através de um aumento no cultivo comercial foi mencionada na literatura, como estando entre os incentivos que podem fomentar o investimento na produtividade da terra. No entanto, a produção e comercialização de culturas de fluxo econômico são dependentes do acesso prévio a dinheiro e pode beneficiar somente as famílias mais abastadas, enquanto os mais pobres continuam presos em um ciclo de degradação (vide resultado A1 e Barrett 2008).

Link para dados e leitura adicional: Dados de entrevistas qualitativas não estão disponíveis devido a acordos de confidencialidade. A discussão dos resultados é dada em Kowalski (em andamento).

A4) Devido às características pobres da areia e húmus da maioria dos solos, a fertilidade natural é bastante baixa, restringindo os rendimentos potenciais para menos de 600 kg por ha. Os rendimentos são predominantemente controlados pelo nitrogênio.

O atlas do solo da África dá uma panorâmica da distribuição de diferentes tipos de solo em uma escala de 1:3.000.000 (Jones e outros 2013). Para a bacia do Okavango, o mapa mostra ampla distribuição de **Arenosols**, que são solos compostos unicamente por areia. Também encontramos algumas áreas de **Podzols** na parte central e Ferrasols em partes restritas do planalto angolano, bem como solos influenciados pelos rios. Análises muito mais detalhadas sobre as propriedades do solo nos quatro núcleos centrais revelaram uma diversidade substancialmente maior de solos. Especialmente solos nas várzeas recentes e também na formação anterior ao longo dos rios têm propriedades diferentes, muitas vezes mais adequadas ao uso agrícola. O mesmo acontece com algumas faixas de inter-dunas dentro do deserto do Kalahari, nas areias molhadas excessivamente ao longo do enclave e nas terras montanhosas de Angola. As propriedades do solo também podem ser influenciadas pela base rochosa encharcada. No entanto, solos arenosos profundos dominam a paisagem em Cusseque 63 %, Cajundo 81 %, Mashare 78 % dos 100 km^2 analisados, respectivamente, e Seronga 67 % da área do deserto.

Para os solos de todas as unidades de paisagem medimos a acidez, a quantidade de carbono orgânico e os conteúdos de macro-nutrientes, nitrogênio, potássio e fósforo. Com base nessas medidas poderíamos estimar o potencial de rendimentos utilizando o modelo QUEFTS (vide capítulo 'Metodologia'), que simula o

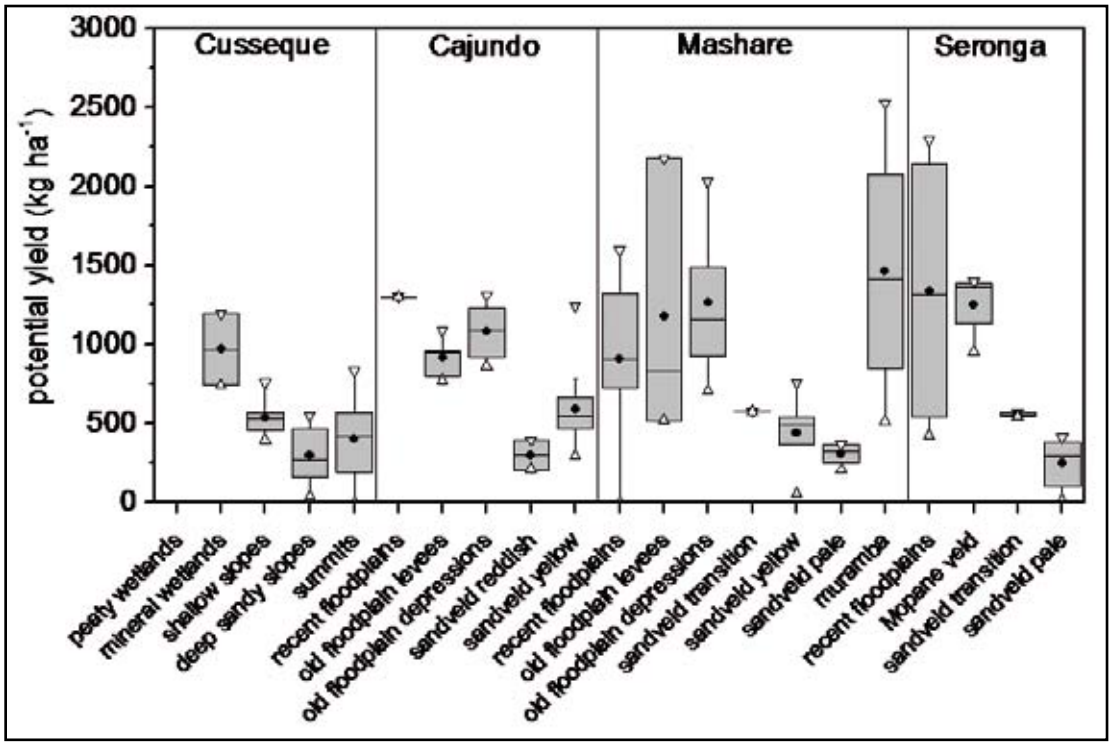

Fig. 105: Rendimentos potenciais (milho) estimados a partir do pH do solo, substâncias orgânicas e concentração de nutrientes para todas as unidades de paisagem estudadas em estado puro.

abastecimento suficiente de água e uma prática de gestão de boa colheita.

Na Fig. 105, os resultados das estimativas de rendimento potenciais são mostrados para todas as unidades de paisagem estudadas. Os resultados apresentados correspondem ao bom estado dos solos e áreas com atividades de cultivo ou pousios são excluídos. Os rendimentos não puderam ser estimados para as turfeiras da área de Cusseque, pois lá as concentrações de carbono orgânico estão além do limite do modelo. As recentes várzeas de todos os locais estudados e os pântanos na bacia superior não são adequados para a produção de culturas devido a inundações regulares ou condições de umidade saturadas. Assim valores ampliados para a produção potencial de colheita não puderam ser mensurados. As unidades de paisagem preferidas para o cultivo são as antigas várzeas de Cajundo e Mashare, os leitos secos de rios (Muramba) nas regiões do Kavango namibiano e a savana Mopane em Seronga. Aqui, com base na fertilidade natural, possíveis rendimentos de 800 a 1.200 kg de milho por ha^{-1} podem ser conseguidos. No entanto, essas unidades cobrem apenas pequenas partes da paisagem. As unidades com vasta extensão - encostas e cumes em Cusseque e as diferentes savanas coloridas em Cajundo, Mashare e Seronga, todos sendo dominados pela areia - exibem apenas uma fertilidade natural muito baixa, aqui expressa nos potenciais rendimentos. Os rendimentos potenciais médios do milho nestas unidades de paisagem variam entre 250 e 600 kg de milho por ha^{-1}. A estimativa do potencial dos rendimentos mostra que especialmente o nitrogênio é deficiente e em alguns lugares também o fósforo.

Link para dados e leitura adicional: Dados brutos do solo podem ser recuperados no OBIS.

A5) O uso da terra influencia as propriedades físicas e químicas do solo em Seronga e Botsuana. No entanto, a terra de cultivo e a de pousio não diferem significativamente em níveis de nutrientes.

Na região do enclave do Okavango em Seronga, sistemas de uso da terra incluem o turismo e a agricultura pastoral e arável. Contudo, a produção agrícola é o principal sistema de uso da terra, já que outras formas são limitadas pelo mercado e surtos de doenças dos animais (Große e outros 2013). Os solos são cultivados apesar da baixa capacidade de troca catiônica (<5 meq/100 g de solo), associada com seu elevado teor de areia (>85 %) (Starring 1978). Isto levou a rendimentos baixos das colheitas, provavelmente como resultado de baixos níveis de nutrientes devido à filtragem pelas chuvas sazonais e falta de reposição de nutrientes. Assim, a rotação da cultura é comum, o que implica o abandono de campos de cultivo e a limpeza de solos virgens de pastagem ou floresta (*Colophospermum mopane*, *Ximenia americana*, *Dichrostachys cinerea* e *Terminalia sericea*). Esta prática poderia ser impulsionada pelos baixos rendimentos das culturas e/ou subsídios concedidos aos agricultores atra-

vés de ISPAAD. No entanto, não é sustentável da forma como é feita, sem conhecimento prévio do teor nutricional, e pode levar à perda de biodiversidade e maior deterioração da fertilidade do solo. Apesar da importância da agricultura arável na região, poucos estudos avaliaram a dinâmica de nutrientes do solo na área do Okavango (Bonyongo e Mubyana 2004, Krah e outros 2004, Krah e outros 2006 e Tsheboeng e outros 2014). Estes estudos focaram nos efeitos das inundações sobre os nutrientes do solo e na provisão de nutrientes no Delta do Okavango. No entanto, John Mubyana e Masamba (2014), avaliaram o carbono, nitrogênio e enxofre da biomassa microbiana do solo para os diferentes usos da terra em Seronga. O estudo avaliou somente solos superficiais (0 a 10 cm) e não considerou as variações sazonais. Há, portanto, insuficiente conhecimento da dinâmica de nutrientes do solo na região do Okavango e do impacto do uso da terra nas propriedades do solo.

Os sistemas de uso da terra, tais como culturas e pastagem, influenciam as propriedades do solo através da adição ou retirada direta de nutrientes e da mudança do balanço hídrico em comparação com as áreas imaculadas. A expansão e intensificação do uso da terra podem impactar negativamente o solo e a qualidade da água devido à exploração abusiva e sem medidas de conservação colocadas em prática (Buck e outros 2004). Informações sobre as propriedades físico-químicas do solo, conforme regido pelos sistemas de uso da terra em nível local são necessárias para determinar a produtividade do solo e as atividades de gestão apropriadas para o uso sustentável da terra (Tsehaye e Mohammed 2013). Este estudo, portanto, avalia o teor dos nutrientes do solo em diferentes sistemas de uso da terra e perfis de solo de Seronga, na região do enclave do Delta do Okavango, que irão contribuir para o uso sustentável da terra. As propriedades químicas (pH do solo, EC, matéria orgânica do solo, macronutrientes e micronutrientes) e físicas (distribuição de tamanho de partícula e teor de umidade) do solo foram avaliadas de acordo com diferentes sistemas de uso da terra e perfis de solo de Seronga, usando métodos padrão (Lindsay e Norvell 1978, Thomas 1982, Ben-Dor e Banin 1989, Anderson e Ingram 1993 e Thomas 1982).

Os solos de Seronga vão de ácidos a neutros (pH $CaCl_2$ 3.8 – 6.7), com teor de umidade (< 6 %) e condutividade elétrica (< 1 mS/cm) muito baixos. Os solos continham alto teor de areia (> 90 %) e baixo teor de argila (0,4 % a 2,8 %), este último aumentando com a profundidade. O teor de matéria orgânica do solo maior (0,78 %) e o menor (0,32 %) foi registrado em florestas de mopane altas no início das épocas de chuva e de seca, respectivamente. O teor de matéria orgânica do solo foi maior na superfície (0 a 10 cm). No entanto, foram observados casos isolados de migração para os horizontes mais baixos. O total de nitrogênio do solo (N) foi muito baixo (< 0,03 %) em todos os diferentes sistemas de uso da terra, no início das épocas de chuva e de seca. Contudo, o total de N aumentou no pico das chuvas, sendo o mais alto em pastagens (0,37 %), floresta de *Ximenia* (0,39 %) e floresta de *Dichrostachys* (0,36 %). O total de N do solo foi mais elevado na superfície e diminuiu com a profundidade. O total de fósforo do solo (P) foi

Fig. 106: Solos de cor escura com pH e teor de carbono orgânico mais altos são os preferidos para a produção de culturas (sorgo). Foto: L. Landschreiber.

Fig. 107: Solos de cor clara com pH e teor de carbono baixos em florestas de *Terminalia* são inadequados para a produção de culturas. Foto: J. Luther-Mosebach.

abaixo do limite detectável (< 0,1 mg/kg) no início das épocas de chuva e de seca em todos os diferentes sistemas de uso da terra e perfis de solo. No auge das chuvas, o total de P era elevado em pastagens (70 mg/kg) e na floresta de mopanes altas (80 mg/kg). O total de P não diferiu significativamente com a profundidade do solo. O P disponível variou de 22 mg/kg na pastagem no pico das chuvas a 2 mg/kg em florestas de *Terminalia* durante a estação seca. O P disponível diminuiu com o aumento da profundidade do solo. Geralmente, níveis muito baixos (< 0,01 %) do enxofre total (S) foram registrados nos diferentes sistemas de uso da terra e perfis de solo. Todavia, o total de S diferiu significativamente entre os sistemas de uso da terra. Os cátions básicos variaram significativamente entre os sistemas de uso da terra, mas não diferiram nos perfis de solo, exceto no pico das chuvas em florestas de *Ximenia*. Os micronutrientes (ou seja, cobre, ferro, manganês e zinco) diferiram bastante entre os diferentes sistemas de uso da terra e profundidade do solo. O cobre no solo (0,2 mg/kg) e o zinco (< 0,8 mg/kg) ficaram abaixo dos níveis críticos estabelecidos, mostrando deficiência nos diferentes sistemas de uso da terra.

No geral, os resultados indicaram que os solos de Seronga têm teor de matéria orgânica e de macronutrientes muito baixos. No entanto, diferenças significativas nos teores químicos existem entre os sistemas de uso da terra e perfis de solo. As pastagens tinham significativamente maior teor de matéria orgânica do solo, total de N e P, e P disponível, enquanto as florestas de *Terminalia* continham níveis muito baixos de nutrientes do solo, exceto para as fontes de Fe DTPA extraíveis do solo. Geralmente, com exceção da *Terminalia*, as florestas mantêm altas concentrações de nutrientes, quando comparadas com terras de cultivo e pousio. As terras de cultivo e pousio não diferiram muito em matéria orgânica do solo, no total de N, P e S e na disponibilidade de P, cátions básicos ou micronutrientes cátions, sugerindo que não há justificativa para a rotação de culturas. Apesar de pastagens e matas conterem níveis elevados de nutrientes em relação ao uso da terra cultivada, o cultivo pode acelerar a perda de matéria orgânica, resultando em redução de CEC e, assim, a gestão deve ser focada no aumento da matéria orgânica em campos cultivados em vez do cultivo de novas áreas, já que este último pode reduzir ainda mais a fertilidade do solo.

Link para dados e leitura adicional: Os dados podem ser recuperados no OBIS.

A6) Na agricultura tradicional, as culturas não são capazes de usar a água da chuva de forma eficiente, já que seu crescimento é controlado pela baixa fertilidade do solo. Assim, mesmo em condições hídricas restritas (Mashare e Seronga), a perda de água pela evaporação é alta.

Na agricultura de sequeiro, a quantidade de água disponível para as plantas durante todo o período de chuvas é crucial para o seu crescimento e, assim, para a produção de culturas. Parte da chuva se perde diretamente das superfícies das plantas através da evaporação do solo desprotegido, do escoamento ou devido a drenagem profunda, e apenas o restante é absorvido pelas raízes e, portanto, alimenta o seu crescimento. Aqui, consideramos a quantidade total de água transpirada pela cultura na época do crescimento em relação ao potencial de transpiração dado pela vegetação densamente coberta com grama e pela 'eficiência do uso da água' (WUE). Uma WUE alta significa que a cultura é capaz de usar a umidade do solo, possivelmente restrita, enquanto valores baixos indicam que grandes quantidades de água são perdidas sem promover o crescimento das culturas.

A WUE foi quantificada com base nos seguintes dados:

- Propriedades hidráulicas de solos típicos medidas de amostras uniformes dos três núcleos centrais: Cusseque, Mashare e Seronga.
- Dados climáticos modelados dos núcleos centrais, por um período de 30 anos (de 1980 a 2010).
- Índices de área foliar medidos com sistema de análise de cobertura de dossel pelo Delta-T **in situ**, em variantes de uso da terra características, incluindo milho e milheto, sob condições de sequeiro, em várias fases de desenvolvimento, assim como sob irrigação.
- Distribuição e profundidade de enraizamento das plantas: dados de Allen (1998), em combinação com dados próprios da pesquisa de campo, para a vegetação natural e as colheitas.

Estes dados foram introduzidos no modelo SWAP (Kroes e outros 2008) e o equilíbrio da água no solo foi calculado, levando em conta características da vegetação definidas diariamente para 30 diferentes variantes de uso do solo e da terra. A vantagem da abordagem de modelagem é a possibilidade de gerar conhecimento para um longo período, sob diferentes cenários ambientais. No entanto, nem todas as condições e processos são cobertos na modelagem, por exemplo, o fato de que os períodos de seca na estação de crescimento podem levar a um colapso da vegetação, e que as ervas daninhas entre as culturas precisam de água adicional. Além disso, o conhecimento sobre a distribuição de raízes dentro das florestas é pequeno.

Uma vista típica de um campo de milheto no final da estação de crescimento, em março, pode ser encontrada na Fig. 108. A baixa densidade do milheto é típica, levando também a rendimentos pequenos (Groengroeft e

outros 2013). Sob essas condições ou condições comparáveis, a transpiração significativa do milho durante um período de 30 anos é fornecida na Tab. 10.

Nos locais de sequeiro na Namíbia e Botsuana, da precipitação média anual de cerca de 600 milímetros apenas 160 mm são utilizados pelos campos agrícolas. A disponibilidade de água é muito maior em Cusseque, onde as condições climáticas subtropicais não controlam o crescimento das plantas. As perdas de água ocorrem por evaporação (cerca de 270 a 320 mm a^{-1} sob condições de sequeiro do milho e de 60 a 150 mm a^{-1} sob gramíneas naturais ou florestas) e através da recarga para as águas subterrâneas (cerca de 500 a 550 mm a^{-1} sob condições de sequeiro de milho e 230 a 270 mm a^{-1} sob gramíneas naturais ou florestas). A elevada porcentagem de perda devido à evaporação está diretamente relacionada à densidade das plantas, e, assim, o índice de área foliar é usado como variável de entrada para a modelagem. A WUE poderia ser bem maior se outros fatores não restringissem o crescimento das culturas.

Com base no fornecimento orgânico de carbono e macronutrientes medido dos solos nos núcleos centrais, os rendimentos potenciais de milho foram calculados (modelo QUEFTS). Os cálculos revelaram que os rendimentos anuais potenciais estão limitados de 320 a 680 kg ha^{-1} de grãos para Mashare (Deserto Kalahari) e Seronga, respectivamente, se nenhum fertilizante é aplicado. Os rendimentos estão limitados pelo baixo teor de nitrogênio do solo.

Fig. 108: Visão típica de um campo de milheto nas areias profundas do Kalahari, Mashare, em março de 2011. Foto: A. Gröngröft.

Combinando as informações acima, é evidente que em todos os locais estudados os rendimentos poderiam ser substancialmente elevados, mesmo com pequenas quantidades de fertilização de nitrogênio. Isto é feito pelos agricultores locais em Mashare usando a abordagem da Agricultura de Conservação, onde o nitrogênio é adicionado do esterco de gado e a subsequente cobertura mais densa de plantas nos campos reduz a evaporação e melhora a WUE.

Link para dados e leitura adicional: Dados brutos do solo podem ser recuperados no OBIS e detalhes sobre a modelagem climática em (em andamento).

Tab. 10: Precipitação fluvial, média de transpiração de milho e pastagem e eficiência calculada do uso da água.

Núcleo central	Unidade de paisagem	Média de precipitação (mm a^{-1})	Média de transpiração do milho (mm a^{-1})	Média de transpiração da pastagem (mm a^{-1})	Eficiência do uso da água (%)
Cusseque	Pico	945	114	600	19
Mashare	Várzeas antigas	581	162	449	36
	Areias do Kalahari	581	159	425	37
Seronga	Várzeas antigas	570	158	406	38

A7) Comunidades microbianas ativas intermedeiam a liberação de nutrientes e o potencial de recuperação do solo. Elas são associadas ao tipo e uso do solo, à disponibilidade de água e estão excepcionalmente adaptadas a altas temperaturas.

Os principais nutrientes, carbono, nitrogênio e fósforo, formam a base molecular da vida não orgânica sobre a Terra. Os microrganismos são responsáveis por uma biomassa na Terra comparável à de todos os animais e plantas juntos. Por isso, os microrganismos são um reservatório importante de carbono, nitrogênio e fósforo.

Além de seu papel como um reservatório de nutrientes, os micro-organismos do solo são os principais intervenientes na ciclagem bioquímica de carbono, nitrogênio e fósforo, pois afetam diretamente a degradação da matéria orgânica complexa do solo e a liberação de nutrientes de esterco e resíduos de culturas e, desse modo, a fertilidade do solo e seu potencial de recuperação. Os micro-organismos iniciam a decomposição de matéria orgânica do solo pela secreção das chamadas exoenzimas. Após a degradação de compostos orgânicos complexos, compostos menores são transportados para dentro das células bacterianas, transformados e

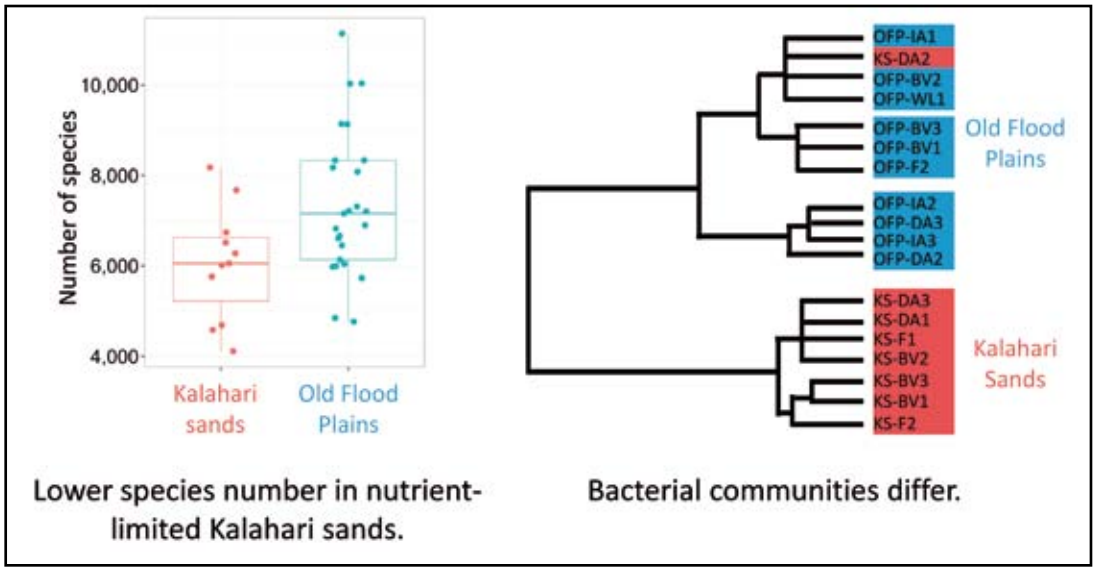

Fig. 109: Dependências da comunidade microbiana da disponibilidade de água, tipo e uso de solo.

finalmente fornecidos para a comunidade do solo, incluindo plantas.

No entanto, o conhecimento sobre os fatores ambientais influenciando e afetando o ciclo bioquímico, a comunidade microbiana e, assim, o teor de nutrientes, é escasso, especialmente para os solos de savanas subtropicais.

Dentro do projeto TFO, examinamos a comunidade microbiana do solo em Cusseque/Angola, Mashare/Namíbia e Seronga/Botsuana sob diferentes parâmetros ambientais, tais como a disponibilidade de água, tempo da amostragem, tipo de uso da terra e tipo de solo, para identificar os principais parâmetros ambientais que afetam a comunidade microbiana ativa do solo e, portanto, os ciclos biogeoquímicos.

As análises de sequências bacterianas de alto rendimento, decorrentes de solos de savanas subtropicais, demonstraram que a diversidade da comunidade microbiana do solo é dependente do tipo de solo predominante e de seu uso. Solos mais ricos em nutrientes, como os das várzeas antigas do rio Okavango, exibem um número de células e de valores de diversidade mais elevados do que aqueles mais pobres em nutrientes, como os solos arenosos do Kalahari, e isso também pode afetar os ciclos bioquímicos (Fig. 109). Além disso, o tipo de uso do solo afeta claramente a composição e as atividades da comunidade bacteriana. Enquanto o número e a diversidade de células bacterianas, bem como a atividade dos genes relacionados à ciclagem de nitrogênio, são mais elevados na floresta virgem e solos das savanas, com o aumento do impacto antropogênico nos solos estes números diminuem, atingindo valores proporcionais mais baixos nos campos agrícolas. A principal atividade na ciclagem do nitrogênio microbiano nesses solos é a nitrificação, ou seja, a conversão do amoníaco em nitrato, o que pode contribuir para perdas de nitrogênio, pois é facilmente lavada em solos arenosos.

Análises comparativas de amostras de solos após o período chuvoso, com os mesmos solos coletados após a estação seca, confirmaram que a comunidade microbiana ativa em solos de savanas subtropicais muda com a disponibilidade variável de água sazonal nos solos. Durante a seca, principalmente bactérias que estão adaptadas às condições quentes e secas nos solos de savanas subtropicais mostram atividade, enquanto a diversidade microbiana total diminui devido ao estresse hídrico. As adaptações incluem a formação de tipos resistentes como os esporos. Como resultado, a atividade da comunidade microbiana do solo, e, assim, a liberação de nutrientes microbianos interpostos, também diminui durante períodos de seca, já que na maior parte só os microorganismos bem adaptados sobrevivem a essas condições extremas.

A filo *Acidobacteria* é gerada em diferentes habitats do solo, onde pode constituir até 70 % da comunidade microbiana ativa, embora apenas alguns representantes dessa filo foram validamente descritos. Especialmente a *Acidobacteria* da subdivisão 4 e 6 desempenha um papel importante no processo de ciclagem e recuperação de nutrientes dos solos das savanas subtropicais. As tentativas de isolá-la e sua posterior caracterização fisiológica mostraram que estas *Acidobacterias* têm potencial para afetar a ciclagem de nitrogênio. A *Aridibacter famidurans* e a *Aridibacter kavangonensis* foram isoladas de solos da Namíbia durante o projeto TFO, e participam na ciclagem do nitrogênio, já que sintetizam exoenzimas degradantes de nitrogênio. Além disso, estas cepas de *Acidobacterias* recém isoladas podem estar bem adaptadas às condições quentes e secas nos solos de savanas subtropicais, pois conseguem exibir uma parede celular calosa para proteger as células de dessecação e permitir a sua futura participação no ciclo de nutrientes de solos de savana subtropical.

Link para dados e leitura adicional: Whitman e outros (1998), Huber e outros (2014).

A8) O fornecimento simbiótico de nitrogênio pode ser aumentado pela aplicação de inoculantes, o que eleva a produção do feijão-de-corda.

Em condições agrícolas de sequeiro na área estudada, os rendimentos dos pequenos agricultores são geralmente baixos e, em maior parte, com limitação de nitrogênio. Como não se aplica fertilizante em sistemas de cultivo tradicionais, a fertilidade do solo costuma diminuir com a duração do cultivo (vide A4). O nitrogênio é o único entre os outros nutrientes essenciais porque o N_2 da atmosfera pode ser combinado através da fixação biológica de nitrogênio (BNF) para uma forma utilizável. Este processo é efetuado exclusivamente por micróbios específicos (procariotos), que possuem a enzima **nitrogenase**. Algumas plantas vivem em simbiose com estes micróbios, formando nódulos radiculares que lhes fornecem nitrogênio e, indiretamente, melhoram o teor de nitrogênio do solo. O potencial para melhorar o fornecimento de nitrogênio das culturas pode ser empregado através da utilização de plantas da família *Fabaceae*. No entanto, o sucesso depende da intensidade de nódulos eficazes. Os estudos dentro do projeto TFO revelaram:

a) Os pulsos ou leguminosas em grão estão presentes como alimentos ricos em proteínas e na melhoria do nitrogênio do solo. Pulsos locais com potencial para melhorar a fertilidade e produtividade do solo estão na área de Mashare: feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*), amendoim Bambara (*Vigna subterranea*), amendoim (*Arachis hypogaea*). Na área de Cusseque: feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). No entanto, a nodulação com nódulos efetivos foi frequentemente avaliada como ruim na área do Kavango namibiano e Cusseque. Aqui, a tecnologia inoculante das sementes com bactérias simbióticas, que é normalmente usada em outros países para melhorar a nodulação e a fixação de nitrogênio de pulsos, é vista como uma possibilidade futura.

b) As novas espécies de bactérias simbióticas adaptadas ao clima para simbiose nodular de raízes devem ser usadas: bactérias adaptadas podem ser especialmente relevantes para a região do Okavango, com seu clima severo, altas temperaturas e estações secas. A partir da nossa seleção de nódulos de pulsos locais, isolamos uma ampla gama de simbiontes nodulares (Grönemeyer e outros 2014a), pertencentes principalmente ao gênero *Bradyrhizobium*. Várias novas espécies putativas puderam ser caracterizadas, sendo diferentes na Namíbia e Angola; as isoladas namibianas compartilharam uma tolerância excepcional a alta temperatura, mas nenhuma das isoladas apresentou adaptação considerável à seca (Grönemeyer e outros 2014b). A tolerância à temperatura pode proporcionar uma vantagem para as bactérias para ajudá-las a sobreviver no solo e ter um bom desempenho em simbioses mesmo em altas temperaturas do solo.

c) a coleção de tipos de cultura namibiana de micro-organismos como recurso biológico começou: as cepas relevantes foram guardadas para usos futuros em ensino e biotecnologia no centro de Coleção de Tipos de Cultura Namibiana de Micro-organismos (NTCCM) da UNAM, Windhoek, Curador Prof. Percy Chimwamurombe.

d) os aumentos de rendimento utilizando feijão-de-corda com tecnologia inoculante confirmaram: em experiências em potes, as cepas mais competitivas e eficazes foram identificadas para o feijão-de-corda na Namíbia e Angola (Fig. 110). As primeiras experiências de campo com inoculante a base de turfa *Bradyrhizobium* em Mashare (MITC e MADI) mostraram resultados promissores. Os aumentos de rendimento podem ser obtidos, especialmente, quando baixas doses de fertilizantes de fosfato (2 kg de P por ha) são aplicadas. Testes piloto em Mashare mostraram um rendimento maior dos grãos, de 120 a 180 %, com inoculante rizóbio em terrenos adubados com fosfato. Em comparação com plantas não tratadas com P ou bactérias, um aumento de rendimento de 130 a 380 % foi obtido.

Link para dados e leitura adicional: Grönemeyer e outros (2013), Grönemeyer e outros (2014).

Fig. 110: Nível elevado de nitrogênio (cor verde) do feijão-de-corda após a inoculação com *Bradyrhizobium* em culturas em potes sem N. Foto: B. Reinhold-Hurek.

A9) A fertilização e a irrigação podem neutralizar o efeito negativo da lavragem na atividade microbiana e recuperação de nutrientes.

Solos de savanas subtropicais, como os encontrados em Cusseque/Angola, Mashare/Namíbia e Seronga/Botsuana, são muitas vezes limitados em nutrientes. Particularmente, pequenas quantidades dos nutrientes principais de carbono, nitrogênio e fósforo limitam a produção de biomassa, e, assim, também os rendimentos de colheita desses solos.

Como mostrado nas conclusões principais A7, os micro-organismos desempenham um papel importante nos ciclos bioquímicos globais e são capazes de manter a fertilidade do solo. Os micro-organismos iniciam a decomposição de matéria orgânica do solo pela secreção de exo-enzimas, para degradar compostos orgânicos complexos de resíduos vegetais e animais, e conciliam a liberação de amônio e nitrato de compostos de nitrogênio complexos, através da amonificação e nitrificação. Amônio e nitrato são os compostos de nitrogênio preferidos, que podem ser absorvidos pelas plantas e pela comunidade do solo para formar biomassa e, assim colheitas. Portanto, a capacidade de recuperação de nutrientes no solo está diretamente associada com a atividade e o tamanho da população da comunidade microbiana do solo.

No entanto, a conversão de terras virgens para campos agrícolas, e especialmente o processo de lavragem, afeta drasticamente a comunidade microbiana do solo. A lavragem destrói os micro-habitats de micro-organismos e, assim, muda a diversidade e os padrões de atividade da comunidade microbiana do solo e o potencial de recuperação de nutrientes. A remoção das culturas, a falta de adubo adicionado ou de resíduos de colheita e a ciclagem de nutrientes reduzida por micro-organismos resultam em uma diminuição dramática da fertilidade em solos agrícolas das savanas subtropicais inerentemente de baixa fertilidade.

A determinação da atividade das nossas diferentes exo-enzimas e taxas de amonificação e nitrificação nos solos da savana subtropical confirmaram que o potencial de degradação de compostos complexos e as taxas de transformação do nitrogênio, bem como as atividades de genes dos micróbios responsáveis, são, na verdade, dependentes do tipo de uso do solo e disponibilidade de água. Na floresta virgem e na savana, descobriu-se que solos com baixo impacto antropogênico têm taxas maiores de degradação e transformação de nitrogênio do que os solos em campos agrícolas com um alto impacto antropogênico.

Para neutralizar o efeito antropogênico negativo, na atividade microbiana e na extração de nutrientes por colheitas em campos agrícolas, nutrientes como carbono, nitrogênio, fósforo e água têm que ser fornecidos por fontes externas para a comunidade microbiana do solo, ou melhor, para as culturas agrícolas. A adição de esterco ou resíduos de culturas e a irrigação regular dos campos sustentarão os micro-organismos remanescentes, para que possam degradar compostos orgânicos complexos e liberar os importantes compostos de nitrogênio, o amônio e o nitrato, a partir de material orgânico e, portanto, manter a fertilidade do solo.

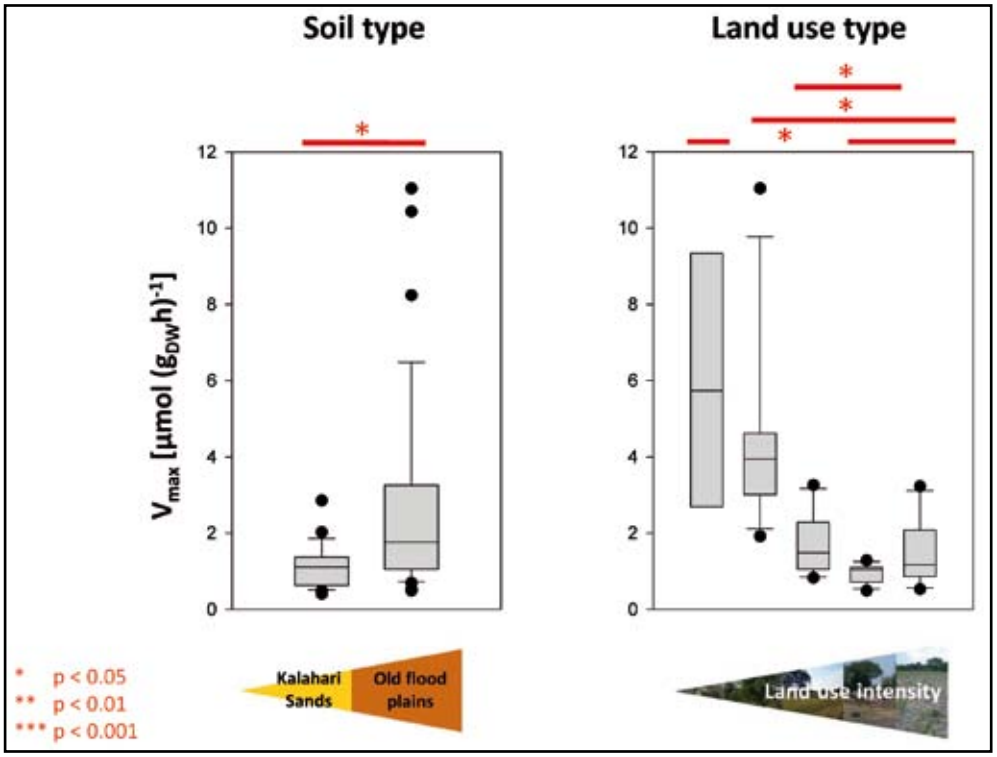

Fig. 111: Potencial de degradação de compostos orgânicos complexos em solos de savanas subtropicais.

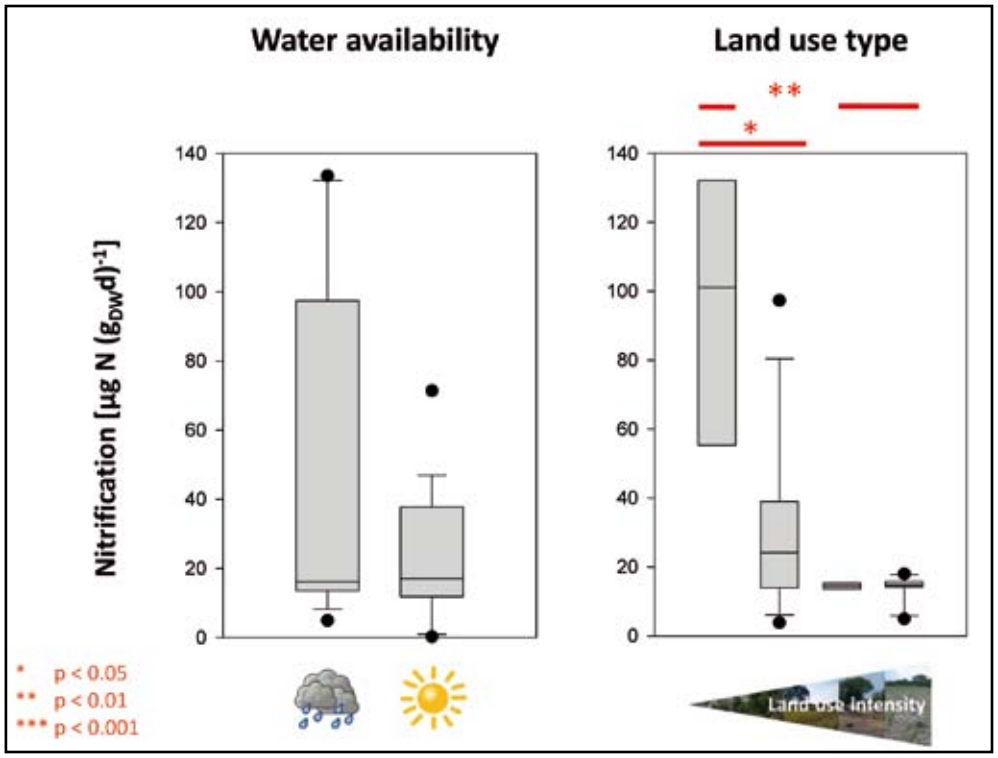

Fig. 112: Taxas de transformação de nitrogênio determinadas em solos namibianos.

A10) Sob os sistemas de cultivo atuais, um declínio na disponibilidade de terra leva a uma diminuição da fertilidade do solo.

Os atuais sistemas de cultivo tradicionais das partes central e alta da bacia são relativamente jovens e com base em entrevistas com autoridades tradicionais locais podem ser rastreados desde a década de 1920 em Mashare, e de 1990 em Seronga (quando a agricultura substituiu a criação de gado ou pesca como o principal meio de subsistência). Estes sistemas de cultivo foram muitas vezes estabelecidos por imigrantes provenientes da parte norte mais úmida da bacia (Angola), onde, devido à abundância de terras, o cultivo de rotação é praticado com sucesso e resulta em rendimentos confiáveis e suficientes por área cultivada. As partes central e inferior da bacia oferecem apenas condições marginais para o cultivo, onde chuvas irregulares provocam um elevado risco de perda de safra, limitando fortemente a capacidade dos agricultores para experimentar e melhorar o sistema.

Como resultado, esses sistemas relativamente jovens continuam a depender, principalmente, do pousio como sua medida principal de gestão da fertilidade. As outras práticas de gestão desses sistemas são insuficientes para a regeneração da fertilidade do solo, a qual depende da disponibilidade de terreno. No entanto, vários fatores limitam a disponibilidade de terra: **(i)** aumento da densidade da população rural, **(ii)** disponibilidade limitada de solos férteis (em Cajundo, Mashare e Seronga) e **(iii)** monopolização de terras rurais por meio de alguns empresários dos centros urbanos e comunidades rurais (expansão espacial dos cultivos comerciais). Em todas as áreas de estudo, a fertilidade do solo de partes dominantes da paisagem é muito baixa (vide A4). Especialmente nas áreas de terra escassa na parte central da bacia (por exemplo, Mashare), os agricultores são cada vez mais forçados a transformá-las para a produção agrí-

Fig. 113: Perfil do solo em um terreno no núcleo central de Mashare - profundo, arenoso, com húmus e empobrecido em nutrientes. Foto: A. Gröngröft.

cola. Isto é um sintoma de sistemas de pousio, onde não há terra suficiente disponível para a gestão de fertilidade. Se medidas de gestão de fertilidade adicionais não forem introduzidas, ocorrerá ampla degradação do solo através da perda de nutrientes. Consequentemente, os agricultores estão presos em um ciclo de pobreza e degradação de recursos, e não têm o conhecimento e os meios financeiros necessários para quebrar o ciclo. Assim, é necessário grande investimento em sistemas de conhecimento agrícolas adaptados para estas áreas, o que requer o apoio do governo, que terá que investir em agricultura de pequena escala.

Link para dados e leitura adicional: Dados de entrevistas qualitativas não estão disponíveis devido a acordos de confidencialidade. A discussão dos resultados é dada em Kowalski (em andamento).

A11) O risco de degradação do solo é mais alto em três áreas da FORA: no oeste do núcleo central de Cusseque e ao redor de Rundu e Maun.

A degradação do solo tem sido um desafio para os pastores e agricultores por séculos e, de acordo com vários estudos, a África está entre as áreas mais afetadas. A FAO define a degradação da terra como a 'redução da capacidade da terra de fornecer bens e serviços ecossistêmicos e assegurar as suas funções por um período de tempo para seus beneficiários' (Kellner e outros 2011). Essa definição abrange uma ampla gama de processos que, potencialmente, tem um efeito negativo sobre a cobertura atual da terra. Embora as causas exatas, a extensão e a gravidade da degradação do solo ainda sejam contestadas, o processo de degradação normalmente começa com a remoção da vegetação natural, e é agravado por práticas de gestão não sustentáveis da terra, como o desmatamento, a transformação de terras, a captação de água dos rios, o sobrepasto e a exploração excessiva dos ecossistemas. Na região árida da Bacia do Okavango, a degradação é reforçada por condições climáticas desfavoráveis, com altas temperaturas e precipitação baixa e irregular, bem como processos de transformação socioeconômica, como o crescimento da população e a mudança dos padrões de consumo. A complexa interação de todos esses fatores pode levar a uma série de efeitos negativos, incluindo a danificação dos ecossistemas, perda de biodiversidade, declínio da produtividade e dos rendimentos agrícolas, ou até mesmo a perda total de terras de cultivo, conflitos de uso da terra e emigração.

Para avaliar a distribuição espacial do risco de degradação da terra na bacia do Okavango, uma avaliação com base em GIS (Weinzierl e outros 2015) dos fatores de risco geralmente associados foi realizada. No estudo, os dados de sensoriamento remoto foram relacionados com simulações climáticas regionalizadas (Weinzierl e outros 2013), bem como com dados socioeconômicos e do solo. Uma visão geral de alta resolução na escala da bacia está disponível para os influenciadores e interessados, por meio da identificação de áreas de intervenção prioritária onde um declínio em longo prazo em funções ecossistêmicas e produtividade da terra têm mais chance de ocorrer. A abordagem combina 19 fatores de risco em sete classificações individuais para topografia, cobertura da terra, solo, demografia, infraestrutura, pressão pecuária e clima. O solo, a infraestrutura, a pecuária e as avaliações demográficas mostram uma distribuição muito desigual de risco, com zonas grandes e relativamente distintas, ao passo que a classificação da cobertura da terra revela detalhes em menor escala, sem tendência espacial clara. As classificações topográficas e climáticas mostram um gradiente norte-sul preciso em toda a bacia hidrográfica, que também é representado pelos quatro núcleos centrais.

As sete classificações foram ponderadas e combinadas em um índice de risco de degradação integrado (DRI). O mapa resultante, ilustrado na Fig. 114, mostra que o risco global de degradação da terra é distribuído de forma bastante heterogênea na bacia. Os valores de DRI são mais baixos no curso médio do rio e na parte nordeste da bacia, onde nenhuma das classificações individuais está acima da média. Uma área com alto DRI pode ser encontrada na parte nordeste da bacia, nas terras angolanas montanhosas da província de Bié. Outra área de alto DRI é encontrada em torno de Rundu e ao longo do rio em ambos os lados da fronteira namibiana e angolana. Uma terceira área pode ser identificada ao redor de Maun nos limites ao sul do Delta. No entanto, desde que foi proclamado Patrimônio Mundial da UNESCO, o Delta está sujeito a requisitos de proteção e gestão que podem atenuar os processos de degradação.

Os quatro núcleos centrais também aparecem de forma muito desigual no estudo: enquanto Cusseque encontra-se em uma área de DRI médio, a maioria de seus arredores junta-se à categoria de alto risco. Isto ocorre principalmente devido à densidade relativamente elevada de gado na área (Robinson e otros 2007), acompanhada por uma tendência ligeiramente negativa de NDVI e alta substituição de energia. Outra razão é a alta acessibilidade da localização de Huambo, um importante eixo na parte central de Angola e a segunda maior cidade do país. Os arredores de Caiundo mostram um risco de degradação bastante baixo, apesar de uma tendência claramente negativa de NDVI. Isto pode ocorrer devido à baixa densidade da população e do gado, bem como o acesso relativamente baixo. O núcleo central de Mashare encontra-se em um **hotspot** definido, compreendendo quase todas as áreas ao redor do centro local Rundu, na região leste do Kavango. Rundu se tornou

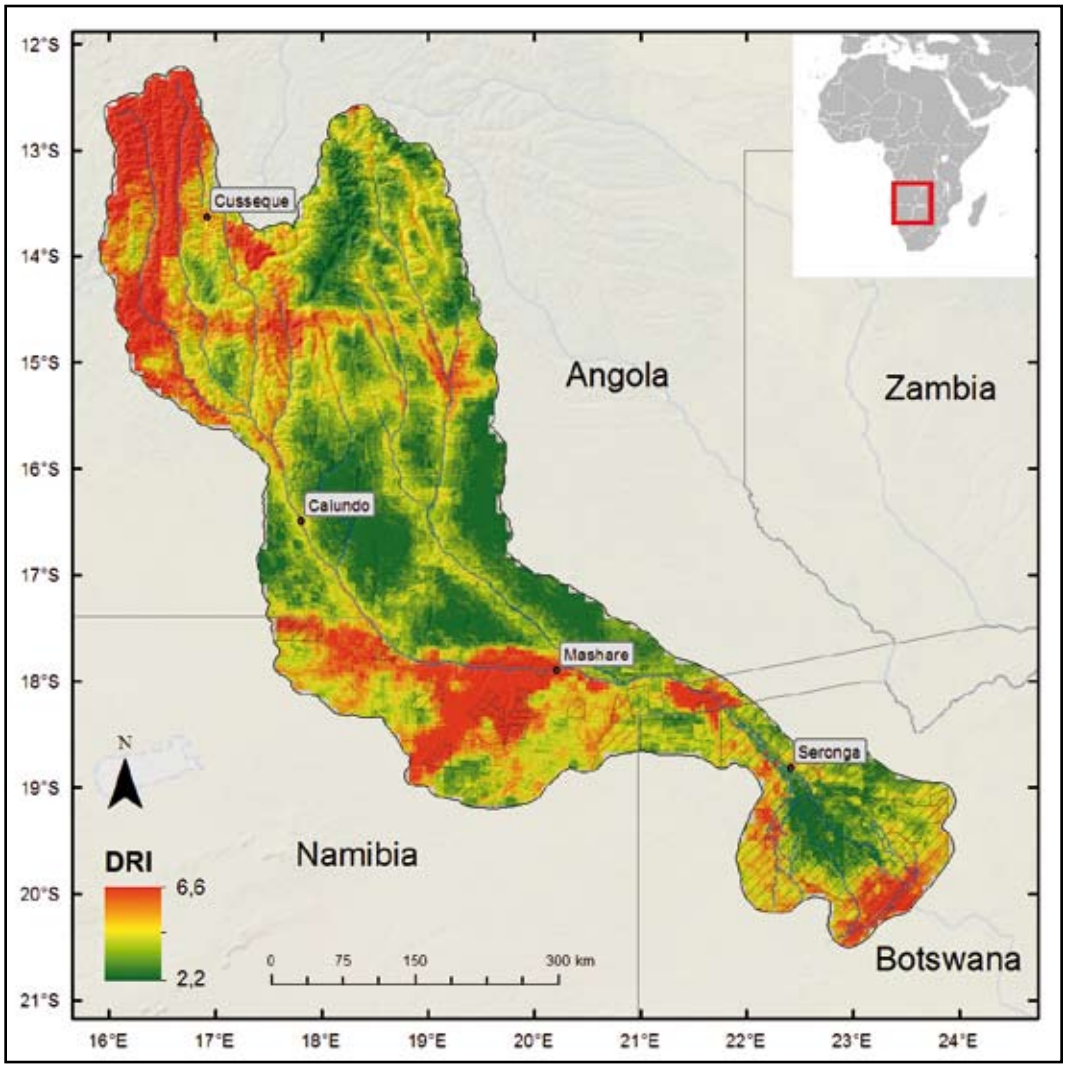

Fig. 114: Mapa do índice de risco de degradação (DRI) para a FORA. As áreas vermelhas representam um risco alto de degradação da terra. As áreas protegidas são desenhadas com um traço fino.

a segunda maior cidade da Namíbia e se transformou em um centro de atividades comerciais e de turismo. Sua alta acessibilidade através das estradas nacionais 8 e 10, bem como a Rodovia Trans-Caprivi, juntamente com a extensiva criação de gado e as condições climáticas desfavoráveis, contribuem para a alta classificação. O núcleo central de Seronga está localizado no enclave em uma área com DRI baixo a moderado, em comparação com as partes ocidentais e do sul do Delta. Os principais fatores para este resultado são a baixa densidade populacional nas imediações, assim como propriedades do solo e topografia mais favoráveis.

Embora a abordagem utilizada seja adequada para fornecer uma visão geral do risco de degradação na área de estudo, o processo de classificação tornou-se um procedimento fundamental que deve basear-se em conhecimento de especialistas e/ou métodos estatísticos para produzir resultados razoáveis, que devem ser padronizados para pesquisa posterior.

Link para dados e leitura adicional readings: Detalhes sobre os dados climáticos podem ser encontrados no DVD B. Dados brutos do solo podem ser recuperados do OBIS.

RECOMENDAÇÕES

A produção agrícola por pequenos produtores é e será a espinha dorsal da subsistência rural na Bacia do Okavango. No entanto, as práticas de cultivo baseadas na fertilidade natural dos solos e, portanto, dependentes do potencial de mudar e expandir a terra arável para áreas imaculadas, produzem rendimentos insuficientes. As crescentes populações e demandas por remuneração financeira são fatores de pressão adicional para a agricultura espacialmente expansiva em habitats naturais. Assim, um dos focos principais para a reforma agrícola e uma campanha de sensibilização deve ser aumentar os rendimentos dos terrenos de sequeiro existentes com tecnologias alternativas (por exemplo, a agricultura de conservação incluindo a fertilização orgânica, controle de evaporação, sementes aperfeiçoadas e agrosilvicultura). Tal mudança nos paradigmas de desenvolvimento é

essencial devido à necessidade de melhorar os meios de subsistência para a crescente população, que enfrenta a baixa fertilidade da maioria dos solos, a situação climática dura, as possibilidades restritas de extrair águas superficiais ou subterrâneas para irrigação e em consideração ao alto valor das florestas. Os programas integrados para desenvolver mais a fundo os sistemas de produção agroecológicos focados no pequeno produtor e adaptados localmente devem incluir:

- **Identificação de áreas prioritárias para uso agrícola**: a identificação das áreas com maior adequação para a produção de culturas deve ser discutida com as comunidades locais, as autoridades estaduais pertinentes e os interessados. Em caso de conflitos com os direitos à terra das comunidades ou metas de conservação (por exemplo, Seronga e a borda oriental do enclave) é recomendado processo de planejamento participativo de gestão estratégica. A integração intersetorial pode ajudar a fornecer incentivos (ou não) harmonizados.
- **O apoio direto e indireto**: para muitos agricultores rurais, a capacidade de investir em melhoria das práticas agrícolas é limitada. Medidas de apoio adicionais devem ser colocadas em prática dentro das áreas prioritárias para uso agrícola com o objetivo de melhorar a produção e a renda. O apoio deve incluir a formação e capacitação dos funcionários dos serviços de extensão agrícola e serviços subsequentes melhores para os agricultores. Adicionalmente, a oportunidades de acesso aos créditos financeiros de pequena escala (por exemplo, sistemas de micro créditos para os agricultores) deve ser considerada. Para as áreas prioritárias a infraestrutura local, como um pré-requisito para o acesso aos mercados, deve ser melhorada e mantida.
- **Atividades de pesquisa e desenvolvimento**: como os sistemas agrícolas adaptados localmente e modernizados têm de ser testados antes da aplicação, a pesquisa de campo agronômica incorporando as instituições existentes, como a MADI e MITC, deve ser fortemente intensificada. A pesquisa deve incluir **i)** técnicas de irrigação em pequena escala e com economia de água, **ii)** conceitos de horticultura (produção caseira) com foco em legumes e frutas, **iii)** gestão de pragas também pós-colheita, **iv)** uso e produção melhorada de esterco e resíduos orgânicos, **v)** aplicação de pulsos, como o feijão-de-corda, com tecnologia inoculante bacteriano, **vi)** desenvolvimento de variedades resistentes a pragas, **vii)** sistemas agroflorestais combinados. Para a implantação de locais de teste é recomendada a cooperação com agricultores voluntários das aldeias locais. A análise dos sistemas agrícolas precisa relacionar a produtividade dos campos à participação da mão de obra e finanças.
- **Abordagem de conservação agrícola** (CA): a promoção da técnica de cultivo agrícola CA na região do Kavango pelos parceiros do projeto TFO foi bem-sucedida, no entanto, os agricultores participantes precisam de mais apoio para permitir a realização plena dessa abordagem. Todas as pesquisas futuras devem incluir o sistema agrícola CA como opção fundamental para o uso sustentável da terra em áreas restritas.
- **Formação de pequenos produtores**: após a avaliação da adequação local, a implantação de sistemas melhores de produção agroecológica tem que ser realizada através da formação de agricultores voluntários nas vilas. Como o treinamento de práticas de CA dentro do TFO demonstrou, essa etapa requer contato frequente e apoio aos agricultores. O treinamento pode ser organizado por serviços de extensão agrícola com formação adequada ou por ONGs contratadas.
- **Propriedade e responsabilidade sobre os campos**: os sistemas de posse da terra estatutários e consuetudinários atuais nos três países garantem direito a terra aos agricultores. O direitos a terra dos pequenos agricultores só estão sob pressão quando agentes poderosos tentam adquirir terra. Inovações de instituições e consequente apoio do governo são necessários para atenuar essas ameaças. Não é claro se uma formalização e privatização mais intensas de direitos sobre a terra diminuiriam ou aumentariam o risco para os pequenos agricultores de tornarem-se vítimas de apropriação de terras.
- **A pecuária**: a manutenção de grandes rebanhos, especialmente do gado, desempenha um papel importante no sistema socioecológico tradicional. Em sistemas de produção agroecológicos modernizados, o gado pode obter a sua importância pela produção de leite e carne, para lavrar e para a liberação de esterco rico em nutrientes. No entanto, com o aumento da população rural, a concentração de terras aráveis em áreas prioritárias e o uso de florestas para extração de madeira e outros produtos faz com que a densidade de gado possa precisar de redução. O censo pecuário frequente deve ser usado para controlar o desenvolvimento do número de bovinos nas aldeias da bacia. Instituições que garantam um acesso justo e equitativo aos bovinos são necessárias e devem permitir a melhor gestão da pastagem comum e reavaliar regularmente as melhores densidades de gado comuns.
- **Monitoramento**: uma pesquisa contínua de indicadores agrícolas é recomendada para monitorar o desenvolvimento do setor agrícola nas áreas comuns (por exemplo, distribuição espacial dos sistemas de produção, densidades da pecuária, rendimentos e qualidade dos produtos da terra).

4.5 Sociedade e Governância

S1) Os recursos naturais são coletados por 98 % das famílias para usos em construção, energia, alimentação e remédios, e são cada vez mais vendidos em prol de recursos financeiros. Dentro das aldeias, as famílias usufruindo ao máximo a comercialização de recursos naturais são muitas vezes dotadas de mais recursos, tais como conhecimentos, habilidades, possibilidades de transporte e acesso a recursos financeiros.

Os recursos naturais continuam a desempenhar um papel muito importante nos meios de subsistência das famílias na Bacia do Rio Okavango. Nos núcleos centrais do TFO de Cusseque, Mashare e Seronga, os recursos naturais são coletados pela grande maioria das famílias (acima de 98 %) para usos em construção, energia, alimentos, medicamentos, entre outros. Em Mashare e Seronga, o uso dos recursos naturais é mais difundido do que a prática da agricultura ou pecuária. Além da tradicional dependência evidente das famílias do material natural para a sua subsistência, a retirada de recursos de alimentos naturais tem um retorno positivo de energia sobre o investimento (EROI, vide Tab. 11). Essa atividade parece valer a pena para as famílias, embora os excedentes reais só possam ser gerados pelas atividades com um EROI superior a 5. No entanto, a coleta de alimentos naturais, a caça e a pesca são vistas pela população local como atividades divertidas, enquanto a agricultura é considerada como uma carga de trabalho. Esses incentivos vão induzir as famílias a fazer uso desses recursos naturais, desde que estejam disponíveis e sejam de fácil acesso. Se esse uso é unicamente para o consumo das famílias, parece improvável que a exploração excessiva acontecerá.

Na aldeia Caulolo (núcleo central de Cusseque), metade dos recursos naturais coletados é vendida na beira da estrada. A maioria das famílias se envolve na venda de recursos naturais, gerando renda financeira. No entanto, um número menor de famílias vende esses recursos como bens de consumo em Mashare e Seronga (66 % e 12,5 %, respectivamente). A análise dos meios de subsistência nos núcleos centrais mostra que algumas famílias ainda dependem da venda de recursos, como uma das suas principais estratégias de subsistência em Mashare e Seronga (5 % e 3,5 % respectivamente).

Além disso, constatamos que itens específicos desempenham um papel particularmente importante em cada uma das sociedades do núcleo central, e estes tendem a ter EROIs altas. Em Cusseque, a extração de mel, um bem ecossistêmico tradicional para o Tchokwe, soma 23 t, e desempenha um papel fundamental na geração de renda (11,5 t ou 50 % da colheita). As extrações de carvão também se desenvolveram e aumentaram exponencialmente de 2012 a 2013, sendo que ambas as atividades estão concentradas entre uma minoria de famílias. Em Mashare, o comércio de sapé já é de grande importância para 7 % dos domicílios, e o peixe está se tornando cada vez mais um bem comercial (com vendas em Rundu). Em Seronga, o peixe é um dos principais contribuintes para a segurança alimentar, com 120 kg consumidos por pessoa por ano, de toda a população. No entanto, a grama de pastagem é de longe o bem mais importante do ecossistema, e é extraída do ambiente em até 18 mil toneladas por ano! Porem apenas 42 % das famílias possui gado.

Nossas descobertas apontam para uma utilização desigual dos recursos naturais e dos bens ecossistêmicos para fins comerciais entre as famílias rurais em nossos locais de pesquisa. As famílias que aproveitam ao máximo a comercialização de recursos naturais são muitas vezes dotadas de mais recursos, tais como conhecimentos, habilidades, possibilidades de transporte e acesso a recursos financeiros, que lhes permitem capitalizar e fazer melhor uso dos recursos naturais do que fariam apenas para consumo doméstico. Para as famílias que têm acesso ao mercado, o varejo de recursos naturais pode ser um trampolim para um estilo de vida industrial 'moderno'. Em paralelo, há uma necessidade crescente de gestão sustentável desses recursos para mitigar a desigualdade e preservar a biodiversidade.

Link para dados e leitura adicional: Vide folhas informativas 'Os seres humanos' em Oldeland e outros (2013), para uma visão geral das estratégias de subsistência (e a importância dos recursos naturais dentro de cada uma delas) nos núcleos centrais de Mashare e Seronga e na comunidade angolana de Cacuchi. Dados relativos ao núcleo angolano Caulolo estão disponíveis sob demanda. Resultados detalhados aparecem em duas teses de mestrado (Holden 2015 – em andamento, para o estudo sobre Caulolo e Eigner 2012, para o estudo sobre Seronga) disponíveis no site do TFO em 'publicações'.

Tab. 11: Retorno de energia sobre o investimento de diferentes usos de recursos naturais para a alimentação.

	Seronga	Caulolo – Cusseque
Culturas	4.2	10.7
Pescaria	114	1.7
Caça	Não praticado	6.3
Gado (somente consumo de leite e carne)	2.4	Muito pequeno, não há dados
Colheita (alimentos da savana)	1.1	5.5
Mel	Não praticado	25.5

S2) As pessoas que vivem na bacia do Okavango destacam a importância de um rio limpo e saudável. Mesmo em comparação com melhores (ou superiores) resultados do desenvolvimento econômico, foi dada prioridade a qualidade e quantidade de água, especialmente a jusante da bacia.

A água é o recurso mais essencial na Bacia do Okavango (por exemplo, RoN 2004, Rob 2010). As interações críticas a montante e a jusante estão ligadas aos impactos do desenvolvimento na qualidade e quantidade da água. As comunidades que residem ao longo da Bacia do Okavango dependem da água como seu meio de subsistência, sendo crucial para o desenvolvimento econômico dos países ribeirinhos. Num futuro próximo, o crescimento populacional e econômico e o aumento da urbanização irão aumentar as demandas dos três países por água, e todos eles verão a Bacia do Okavango como uma fonte hídrica importante (Kgathi e outros 2006). Existem planos para usar quantidades crescentes de água para irrigação, construção de barragens e usinas hidrelétricas, e extrair água para satisfazer as necessidades dos centros urbanos (Kgathi e outros 2006, King e Brown 2009, Rob 2010, OKACOM 2011, Rob 2013). Ao mesmo tempo, o crescimento do ecoturismo na bacia depende muito da qualidade e quantidade de água do Okavango (Turton e outros 2003).

Como tal, não é surpreendente que nos workshops do TFO para interessados, a qualidade e quantidade de água do Okavango foi abordada como um assunto de preocupação maior, assim como o desafio de abordar adequadamente o problema e encontrar soluções de gestão melhores. Especialmente no Botsuana, a escassez de água potável no Delta foi considerada problemática, enquanto interessados na Namíbia abordaram o desafio de capitalização da água. Isso indica que há mudanças distintas entre o desenvolvimento econômico e a conservação dos recursos hídricos.

O projeto TFO estudou as percepções de mudanças das pessoas que vivem em três assentamentos em Angola, Namíbia e Botsuana e na maior cidade da Região do Kavango na Namíbia. Os resultados de um estudo sobre as preferências das pessoas para cenários alternativos de desenvolvimento (Fig. 115) fornecem evidências de que um rio saudável é considerado muito importante ao longo de toda a bacia. A boa qualidade e quantidade da água do rio são de grande preocupação a jusante de Seronga/Botsuana e do centro urbano de Rundu na Namíbia. Curiosamente, as pessoas tanto em Seronga quanto em Rundu, estão menos dependentes do rio para seu consumo de água. Aqui, a infraestrutura pública hídrica é muito mais desenvolvida em comparação com outros núcleos. Ao mesmo tempo, os cidadãos a jusante de Seronga se beneficiam mais do que os de outras comunidades, do ecoturismo no Delta do Okavango e se sentem mais vulneráveis aos desenvolvimentos mais a montante. Em contraste, as pessoas no núcleo de pesquisa angolano têm uma percepção mais equilibrada em relação a diferentes resultados do desenvolvimento. Depois de décadas de guerra civil, eles estão tão preocupados com as oportunidades de emprego e infraestruturas públicas, quanto com a água.

Link para dados e leitura adicional: Uma publicação em jornal sobre este tema está próxima. Os dados podem ser disponibilizados mediante solicitação pelo T. Falk.

Fig. 115: Ilustração de um dos cenários de desenvolvimento apresentados.

S3) Conforme os turistas valorizam o Delta do Okavango, principalmente pela sua paisagem que se baseia na dinâmica fluvial, o fluxo de água contínuo das regiões montanhosas angolanas é crucial para o setor de turismo do Botsuana.

As preferências de turistas que visitam o Delta do Okavango foram avaliadas em relação a três atributos do Delta: **i)** paisagem, **ii)** espécies selvagens e **iii)** gestão de empresas de turismo comunitário no Delta. Os dados obtidos em entrevistas a turistas foram analisados utilizando um modelo logit multinomial que forneceu a disposição marginal de turistas a pagar por cada um desses atributos. Essa disposição marginal é definida como o valor que uma pessoa está disposta a pagar por uma unidade extra de mercadoria, não o seu valor total. Uma disposição maior indica que os turistas se preocupam mais com determinado atributo, do que com atributo com um WTO marginal mais baixo.

Esses resultados (Tab. 12) mostram que os turistas são favoráveis a gestão atual de empresas de propriedade comunitária (elas estão em **joint venture** com empresas privadas de safári) e não estão dispostos a contribuir financeiramente para uma mudança de gestão – indicada por uma disposição marginal negativa para pagar (BWP 53). No entanto, os turistas afirmaram que estão dispostos a contribuir para a conservação da paisagem do Delta do Okavango (BWP 340 por pessoa) e de espécies selvagens (266 per BWP por pessoa). O fato dos turistas apresentarem uma grande disposição marginal a pagar pela paisagem indica que valorizam a paisagem própria do Delta mais do que as espécies selvagens que lá vivem. Visto que a paisagem do Delta do Okavango é sustentada pela água das montanhas angolanas, o seu fluxo contínuo é crucial para o setor turístico do Botsuana.

Tab. 12: Resultados do modelo logit multinomial relativos a disposição marginal de turistas para pagar na bacia do Okavango por três aspectos que são relevantes para o turismo no Delta.

Variável	WTP Marginal (BWP/Bots. Pula)
Gestão	-53
Paisagem	340
Vida Selvagem	266

Link para dados e leitura adicional: Resultados detalhados aparecem em uma tese de mestrado Matlhola 2015 (em preparação).

S4) Diferenças em percepção sobre o sistema de uso da terra da ORB e suas prioridades de uso moldam a paisagem dos interessados. A discussão sobre os valores subjacentes é necessária para atingir o planejamento e desenvolvimento sustentável de uso da terra.

A gestão do uso da terra da bacia hidrográfica em um ambiente transfronteiriço envolve um grande número de agentes de diferentes países, ativos em várias escalas (local, regional, nacional e da bacia) e com experiências setoriais específicas. Analisamos como essa diversidade de agentes está na origem de inúmeras percepções diferentes sobre o sistema de uso da terra na ORB e quais consequências a coexistência dessas percepções tem sobre a gestão do uso da terra e conflitos potenciais. Os dados consistem nas respostas a 80 entrevistas com os interessados de toda a bacia (Fig. 116), examinadas com análise de conteúdo.

Com base em percepções dos interessados sobre o sistema de uso da terra na bacia, foram identificados seis perfis de interessados (Fischer e Young 2007): o investidor, o coordenador, o conservacionista, o pesquisador ou usuário da terra, o funcionário público e o especialista. Os perfis priorizam critérios específicos (por exemplo, conservação, justiça, desenvolvimento econômico, capacitação e investimento em sistemas de conhecimento) que afetam o uso da terra e estão correlacionados com o país e o setor e caracterizam um determinado interessado em escalas (ver também Hein e outros 2006). A principal diferença reside na ideia de desenvolvimento que diferentes agentes adotam, em específico o processo de desenvolvimento que os interessados em escala nacional têm em mente para o povo, ou seja, uma rápida transição para um mercado de fluxo financeiro e economia industrial não correspondem ao que as pessoas têm para si próprias. Agentes em escala regional aceitam a transição fatalmente, mas estão frustrados com a falta de ferramentas, apoio e capacitação que enfrentam para orientar as pessoas através desta transição.

Isso resulta em um mosaico de conflitos potenciais (5) e latentes (4) nos quatro domínios seguintes (Yasmi e outros 2006): uso de áreas agrícolas e naturais; governo; questões sociais e a cooperação transfronteiriça. No centro de todos os cenários de conflitos encontramos um governo fraco, onde a corrupção, a burocracia e a falta de capacidade institucional e senso de compromisso podem ser vistos como a causa subjacente de muitas das questões em jogo. Os conflitos envolvem os interessados operando em escalas e setores específicos. Os conflitos mais severos entre escalas dizem respeito a gestão efetiva das áreas agrícolas e naturais, onde as decisões tomadas em escala nacional são vistas como a favor da conservação ou de projetos agroindustriais, impondo restrições sobre atividades de subsistência tradicionais das comunidades ribeirinhas em escala local. O conflito intersetorial mais percebido envolve, principalmente, a agricultura, o turismo, a água e os ministérios e setores agrários em torno da questão da fraca implantação e/ou

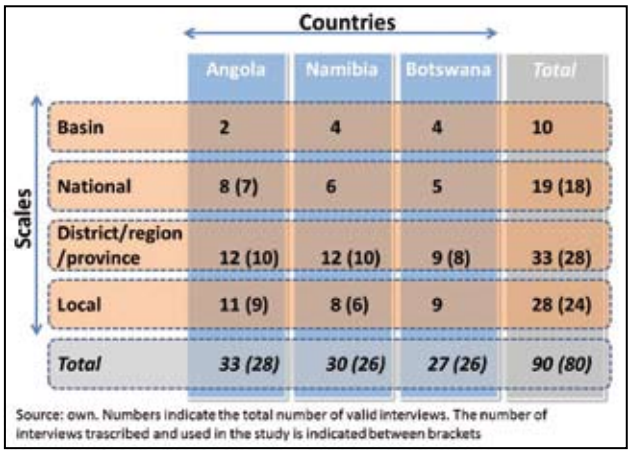

Fig. 116: Entrevistas por todo o país em todas as escalas. Os números indicam o total de entrevistas válidas. Os números entre parênteses indicam as entrevistas que foram transcritas com sucesso e utilizadas para este estudo (80 no total).

ausência de políticas e regulamentações. Essas percepções estão relacionadas com valores sobre o que é bom ou ruim para a sociedade e o por que desenvolvidos pessoalmente pelos interessados no contexto de sua modelagem de ambiente (relações sociais, interesses políticos e/ou pessoais e sistemas de conhecimento e valor).

Link para dados e leitura adicional: Dados de entrevistas qualitativas são anônimos e não podem ser disponibilizados ao público,devido ao nosso acordo com os interessados entrevistados. As conclusões relacionadas incluem o ranking por importância pelos interessados de doze serviços ecossistêmicos: os dados são publicados em Domptail e Mundi (2013). Resultados mais detalhados dessas conclusões podem ser encontrados em uma tese de mestrado (Tello (2015) – a ser publicada no site do TFO em 'publicações').

S5) As famílias na Namíbia e em Botsuana sofrem de baixos incentivos para investir na educação devido à fraca integração do mercado de trabalho e os custos elevados. Instituições de alocação de terra pioram a dissuasão no Kavango namibiano, enquanto no Botsuana a ênfase na potencial qualificação dos usuários da terra incentiva os investimentos em educação.

A pesquisa de levantamento socioeconômico (SEBS) feita pelo TFO, bem como dados das pesquisas 'O bem estar do núcleo central' 2009/2010 (Governo do Botsuana 2013) e 'Renda e despesa familiar' 2009/2010 (Ron 2013), mostram que níveis médios de educação são mais elevados em Seronga (Ngamiland em geral) do que em Mashare (Kavango namibiano), enquanto ambas as sub-regiões sofrem de altas taxas de abandono escolar no ensino primário e secundário.

Surge então a questão de como os índices de matrícula escolar podem ser melhorados em ambas as regiões. Além disso, os fatores que impulsionam a diferença nos níveis de educação entre as duas regiões precisam ser identificados. Essas questões foram abordadas por modelos econômicos institucionais (Azebaze e outros 2015, Azebaze 2015).

Ambas as regiões têm um sistema escolar semelhante e níveis comparáveis de custos associados à frequência escolar. Portanto, a diferença de frequência escolar deve ser causada por outros fatores. Uma possível explicação refere-se às instituições de alocação de terra em ambos os países. No Kavango namibiano, a atribuição de direitos a terra para uso residencial, pastagem e cultivo de subsistência é realizada pelas autoridades tradicionais. Pedidos de direitos de uso da terra são processos simples para as pessoas que vivem na comunidade, sendo que a autoridade tradicional, na maioria dos casos, aprova as solicitações por parte dos candidatos locais, levando em conta os interesses dos outros aldeões. Em contrapartida, para as pessoas que não pertencem à vila, o direito consuetudinário segue um procedimento complexo de registro. No mesmo estilo, o sistema de herança consuetudinário na Namíbia ainda é fortemente influenciado pelos princípios de direitos de sucessão focados na comunidade. Sob a lei consuetudinária, os direitos a terra só podem ser herdados por pessoas que já viviam nela quando o legítimo dono faleceu. Parentes que não viviam no local são considerados forasteiros. Dessa forma, o acesso à terra é uma questão fechada dentro das aldeias, onde os custos de entrada e saída são elevados.

Em comparação com a Namíbia, o Botsuana fez mudanças mais radicais em sua administração da terra. Este era o objetivo explícito da Lei de Terras Tribais de 1968 para mover os poderes sobre a terra da administração das autoridades tradicionais aos conselhos agrários (Kalabamu 2000). Esses conselhos são estruturas impessoais que liberam a administração da terra de redes ou laços comunitários. Suas principais funções são atribuir, alterar e cancelar direitos para uso residencial, pastoreio, cultura e negócios. Qualquer transferência de terra através de presente, herança ou troca deve ser autorizada pelo conselho. As mesmas regras de alocação de terras se aplicam a transferências dentro de uma vila, ou mesmo dentro de uma família, e para pessoas de fora da aldeia. Os pedidos de acesso a terras são avaliados com base no registro pessoal do uso da terra do recorrente, o qual inclui o número e o tipo de terrenos que a pessoa já possui, bem como prova as habilidades de uso da terra. No entanto, enquanto o sistema mais formal tem a vantagem de um maior nível de transparência em relação ao sistema namibiano, ele tem um custo em termos de acessibilidade. O processo é baseado em regras e, portanto, ligado ao esforço administrativo. Além disso, o conselho agrário mais próximo não está tão perto quanto a autoridade tradicional no comando estaria.

Essas características do mecanismo de alocação de terras resultam em diferentes incentivos para investir na educação: em um sistema que é baseado em qualificações formais, a escolaridade tem um valor maior do que em um sistema que coloca maior ênfase nas relações pessoais. Além disso, as consequências do aumento da mobilidade, associada com níveis mais elevados de educação, são menores no sistema do Botsuana do que na Namíbia, já que as crianças que deixaram a aldeia para entrar no mercado de trabalho formal são capazes de retornar com mais facilidade.

A diferença nos mecanismos de atribuição de terra, também tem consequências para o desenvolvimento da produtividade do solo: é relevante devido às práticas agrícolas de subsistência. Sempre que um campo está

perdendo sua fertilidade, um novo campo é clareado. Manter este padrão é muito mais fácil neste sistema no Kavango do que no Botsuana. O alto custo da burocracia, associado com o mecanismo de transferência de terras no Botsuana, fornece incentivos para os proprietários de terra investirem na manutenção da fertilidade dos seus campos. Consequentemente, a tecnologia para melhorar a fertilidade do solo em longo prazo é mais facilmente desenvolvida e aceita no Botsuana.

Link para dados e leitura adicional: Acesse a pesquisa de base socioeconômica do TFO (2011) – Conjunto de dados familiares via OBIS.

S6) As normas de cooperação dentro das comunidades em Seronga e Mashare são consistentes e as pessoas respondem ao direito consuetudinário e estatutário na gestão de recursos naturais.

As comunidades na Bacia do Okavango administram e usam coletivamente os recursos naturais. O sucesso da ação coletiva e cooperação na gestão desses recursos depende muito de normas sociais e do quadro governamental, que incluem instituições de origem diferentes e o direito consuetudinário e estatutário.

O sul da África tem uma longa história de pluralismo jurídico e constitucionalismo, onde as leis consuetudinárias e estatutárias coexistem. Enquanto isso, no Botsuana e na Namíbia as leis formais controlam e limitam a capacidade das autoridades tradicionais de aplicar as leis consuetudinárias. Em especial, as autoridades estatais transferiram poderes de administração da terra das autoridades tradicionais para conselhos agrários através da Lei de Terras Tribais de 1968, no Botsuana, e da Lei de Reforma Agrária Comum de 2002, na Namíbia (Mapaure 2010). Essas políticas são justificadas com referência a uma crítica forte das autoridades tradicionais não atenderem as expectativas democráticas modernas (Cousins 2002: 6).

No entanto, as autoridades tradicionais são bem aceitas e apoiadas em suas comunidades (Hinz 2003: 85, Oomen 2006: 3) e desempenham um papel importante (Hinz 2000: 123, Falk 2008), cumprindo funções amplas e solucionando conflitos (Ron 2002a). A sua legitimidade e eficiência dependem dos valores e da moral de suas respectivas comunidades (Hinz 2003: 135, Oomen 2006: 4).

Com o objetivo de desenvolver uma melhor compreensão das normas de cooperação nas comunidades e da aceitação de diferentes estruturas de governo, realizamos uma experiência pública que envolveu a participação em um jogo simples, representando uma situação da vida real que incorporou um dilema social em um projeto comunitário gerido coletivamente em Mashare, na Namíbia, e Seronga, no Botsuana. No jogo, a comunidade pode gerar benefícios maiores se todos os membros concordarem em cooperar, contribuindo com uma parte da renda para o objetivo comum e se cada indivíduo se engajar inteiramente na atividade por interesse próprio.

Nossos resultados (Fig. 117) apresentam evidências de uma norma de cooperação estreita, enquanto os cidadãos de Seronga contribuem com mais de 61 % de sua renda em comparação com 55 % em Mashare. Para analisar se as pessoas estão mais propensas a seguir uma regra idêntica imposta pela lei estatutária ou consuetudinária, introduzimos uma regra para o jogo, exigindo uma contribuição completa para o projeto da comunidade. A regra é imposta pela lei consuetudinária para uma parte da comunidade e pela estatutária para a outra, com uma punição monetária para os membros que decidem não segui-la. As pessoas responderam igualmente a ambas as leis consuetudinárias e estatutárias, aumentando suas contribuições e seguindo a regra na gestão do projeto comunitário. Esses resultados indicam que uma regra idêntica é igualmente aceita, independentemente de sua origem. Alguém pode argumentar que o medo da punição explica o aumento na cooperação. Nossos resultados não dão evidência de quão efetivas as leis são comparadas uma com a outra na vida real, já que teríamos que considerar que ambas são baseadas em diferentes mecanismos e quadros.

O apoio dos líderes tradicionais é, pelo menos em parte, também o resultado da provisão onerosa e fraca de serviços institucionais por estruturas existentes do Estado nas comunidades rurais (Oomen 2006: 12, 15, 17F, 28). Se o Estado, como autoridade de gestão da terra comum, não tem os recursos financeiros ou humanos para controlar e fazer cumprir as leis nacionais de forma satisfatória (Campbell e outros 2002: 113), as comunidades muitas vezes dependem fortemente de seus líderes tradicionais para realizar funções institucionais (Corbett e Jones 2000: 2, 11, Equipe 2003: 110).

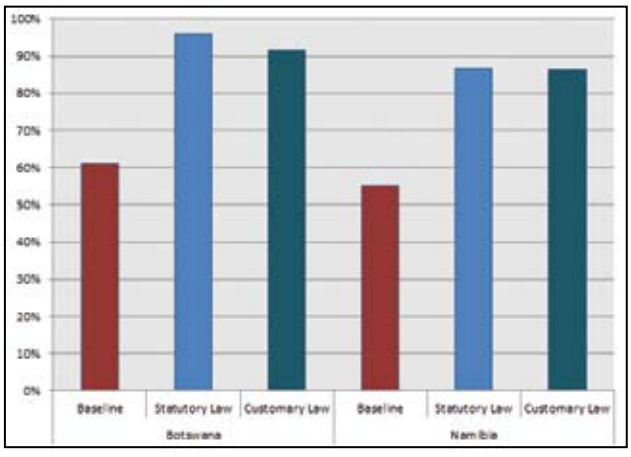

Fig. 117: Contribuição média em um bom jogo público.

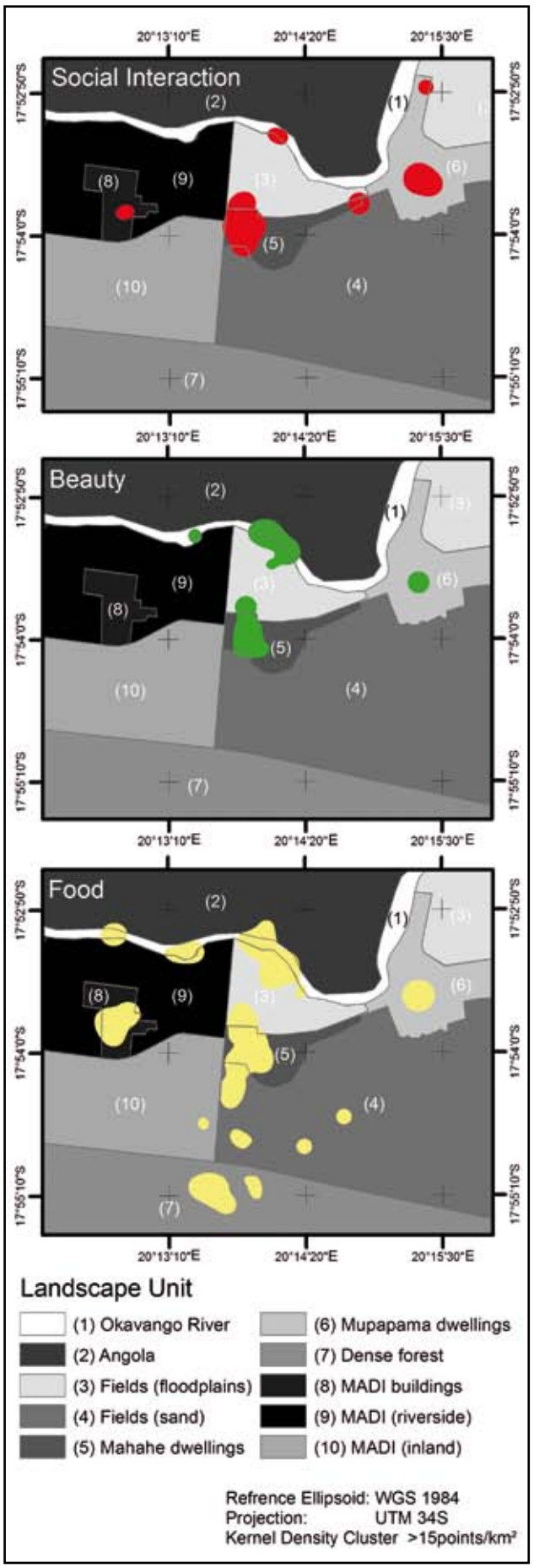

Fig. 118: Glomerados de densidade de amêndoa para interação social, beleza e serviços de alimentação em Mashare, Norte da Namíbia (escala 1 : 100.000; tamanho da célula 50 m, raio de alcance de 300 m).

Considerando os limites de capacidade da autoridade estatal para garantir a justiça legal, monitorar e fazer cumprir a lei estatutária, as autoridades tradicionais visíveis e acessíveis, com conhecimento local específico e localizadas no interior das comunidades (Oomen 2006: 31, Hangula 1995: 12), ainda podem desempenhar um papel importante no fornecimento de serviços institucionais.

Link para dados e leitura adicional: Os dados podem ser disponibilizados, contate L. Brown.

S7) Usuários locais da terra têm contato com os valores materiais e não materiais da natureza em atividades diárias.

Os interessados na Bacia do Okavango valorizam a natureza tanto pelos serviços ecossistêmicos materiais (por exemplo, alimentos e madeira) quanto não materiais (por exemplo, seres religiosos). Esses serviços normalmente não são percebidos em locais e em momentos diferentes (por exemplo, trabalho e lazer), mas simultaneamente, por exemplo, enquanto pescam (Fig. 118). Assim, mudar o uso da terra e as atividades econômicas não irá alterar somente os serviços materiais que lhes são inerentes, mas também os serviços não materiais prestados durante essas atividades ou naqueles locais (Baptista 2013, Pröpper e Haupts 2014, Rieprich e Schnegg 2015, Schnegg e outros 2014).

Link para dados e leitura adicional: Um relatório do SP06 contendo as principais conclusões, resumos de todas as publicações e links para as fontes pode ser encontrado no apêndice.

S8) Sob transformações globais, os indivíduos e famílias enfrentam cada vez mais dilemas entre bens da natureza e bens provenientes de outras fontes. Isso afeta suas avaliações e estratégias de subsistência, além do comportamento com relação à sua principal forma de capital: os recursos naturais.

As pessoas na Bacia do Okavango veem suas vidas com condição de pobreza, falta de emprego e deficiências em matéria de desenvolvimento (eletricidade, saúde e educação) como parte de um mundo que parece estar se transformando para a modernidade devido ao aumento dos níveis de bens de consumo e serviços vindos de fora (serviços não ecossistêmicos). Nossas entrevistas mostraram que muitas pessoas sentem necessidade, e até mesmo desejam, se tornarem parte da 'modernidade' e do 'progresso' (Baptista, próximo a ser publicado, Pröpper e outros 2013, Pröpper, em preparação). Em uma estrutura que antigamente era dominada pela subsistência, a remuneração financeira tornou-se agora extremamente importante. O fluxo financeiro é subitamente necessário para todos os tipos de propósitos (mensalidades escolares, taxas de água, eletricidade, saúde e comunicação),

Fig. 119: Fardos de grama empilhados ao lado de uma estrada do Kavango para comércio. Foto: A. Gröngröft.

Fig. 120: Grupo de pessoas colhendo madeira ilegalmente para a mercantilização. Foto: M. Pröpper.

incluindo satisfazer novos desejos de bens de consumo (cabelo artificial, celulares, comida moderna, TVs, etc.). Isso significa que as pessoas começaram a reavaliar as suas próprias vidas com referência àqueles que têm sido bem sucedidos em se adaptar à modernidade (Herold e outros 2013, Pröpper e outros 2013). A inveja, o ciúme, a crescente estratificação social (a separação de ricos e pobres), a divisão das famílias e a individualização contínua, especialmente entre os jovens, são algumas das consequências desse processo (ibid). Outra consequência é a ocorrência generalizada do fenômeno da magia negra, tendo impacto em todos os tipos de decisões domésticas, da vila, sociais e econômicas (Pröpper 2010).

Em suma, o que acontece é que as pessoas reavaliam alguns itens e práticas modernas, por exemplo, a prática da agricultura de subsistência que os jovens preferem não assumir mais (Pröpper, em preparação), e supervalorizam aquilo que não têm, justamente por isso tendem a subestimar muitos de seus recursos naturais (Pröpper e Haupts 2014, Pröpper 2015). Esses bens e serviços da natureza são muitas vezes usados e vendidos mesmo sem saber o valor exato, por exemplo, tábuas de madeira, medicina natural e sapé (Pröpper 2015). Todo este processo é conduzido pela alteração das estruturas globais e o avanço do capitalismo e por um modelo econômico que até agora parece ser o principal paradigma para a tomada de decisão política ambiental. Isso certamente é imposto por instituições disfuncionais regionais e locais e autoridades cujo desempenho difere claramente entre os três países (Udelsmann, Rodrigues e Russo, em preparação), e que, em suma, não atuam efetivamente a serviço dos seus cidadãos (Röder e outros 2015). Por exemplo, a regulação da água (sistemas verdes) e da terra (fazendas do interior), que são propriedades comuns, não está sendo realizada para beneficiar a maioria das pessoas.

Link para dados e leitura adicional: Um relatório do SP06 contendo as principais conclusões, resumos de todas as publicações e links para as fontes pode ser encontrado no apêndice.

S9) Normas e leis ambientais são insuficientemente aplicadas.

A análise de governo do TFO confirma que ambas as autoridades estatutárias e consuetudinárias se sentem responsáveis por regular a gestão dos recursos naturais em toda a Bacia do Okavango (Kgathi e outros 2011, Röder e outros 2015). Em particular, a Namíbia tem um sistema de leis ambientais (Falk 2008) bem desenvolvido e bastante progressivo. Além disso, há também leis consuetudinárias muito sofisticadas no que diz respeito aos recursos naturais (Hinz 2010), porém foi também observado que a eficácia das diferentes regras e leis relacionadas com a gestão dos recursos naturais varia muito. Embora a regulamentação de acesso a terra funcione relativamente bem, a coordenação da exploração madeireira, pastagem, corte de grama, pesca, poluição da água e a caça é bastante ineficaz (Pröpper 2009). Em uma situação de desafios ecológicos e socioeconômicos, frequentemente são certos tipos de personalidade experimental que tendem a dissociar a escolha individual da consciência de problemas e o cenário de controle social (Pröpper e Vollan 2013). Como resultado, pelo menos parcialmente, os recursos são extraídos e geridos de forma não sustentável (Falk 2008).

Por um lado, a execução insuficiente resulta da falta de capacidade entre as autoridades de nível inferior (Cardenas e outros 2000). Julgamentos em tribunais, prisão e a cobrança das multas são caros e a conservação da natureza ainda não é a mais alta prioridade para a maioria dos executores. Manter a polícia e os tribunais ocupados com a investigação da exploração madeireira ou pesca ilegais impede o acompanhamento de crimes capitais. Os ministérios não têm guardas de campo suficientes (Pröpper 2009). Em 2003, cinco agentes da lei do Diretório de Engenharia Florestal/Ministério da Agricultura, Água e Florestas tinham que controlar uma área

Fig. 121: Troncos de árvores recém-cortadas na floresta. Foto: M. Pröpper.

de quase 50 mil km² de terra relativamente inacessível. As autoridades tradicionais, por outro lado, enfraqueceram cada vez mais em sua capacidade de regular a gestão dos recursos naturais. No entanto, a ampla comunidade ainda está em grande parte seguindo a lei consuetudinária, na medida em que está alinhada com as suas normas e crenças culturais profundamente enraizadas. Se este for o caso, eles também estão preparados para usar sanções sociais para garantir o cumprimento (Falk 2012, Pröpper e Vollan 2013).

Link para dados e leitura adicional: Falk (2008), Falk e outros (2012), Kgathi e outros (2011), Pröpper (2009), Pröpper e Vollan (2013), Röder e outros (2015).

S10) *Há necessidade de desenvolver políticas e estratégias mais eficazes e inclusivas relacionadas à água e a terra para a utilização sustentável dos recursos naturais da bacia. A inclusão de interessados locais neste processo reforçaria o papel e a função das instituições transnacionais.*

Com foco no governo, em matéria de água e dos recursos naturais na Bacia do Okavango, a pesquisa que levou a estas conclusões se baseou em pesquisas anteriores, que revelaram deficiências na legislação nacional hídrica e naquelas governando os recursos naturais na Namíbia (vide literatura citada). O campo de trabalho da política antropológica (por exemplo, entrevistas) do projeto TFO (realizado ao longo da fronteira entre a Namíbia e Angola em ambos os lados do rio) produziu um quadro muito complexo no que diz respeito ao uso e gestão da água e dos recursos naturais, relacionados ao rio Kavango, dos quais os dois aspectos seguintes devem ser destacados:

As respostas dos líderes tradicionais, funcionários do governo, agricultores, colhedores de recursos naturais e herbalistas a perguntas sobre o acesso à água, as regras para proteger a água e outros recursos naturais, o papel e a função da gestão governamental da água e a função de tradicionais líderes e o trabalho dos comitês de água mostrou não só uma consciência generalizada sobre a necessidade de desenvolver políticas e estratégias mais eficazes para a utilização sustentável da água e dos recursos naturais da bacia, mas também indicou a capacidade potencial das pessoas para engajar-se nessas políticas e estratégias.

Desde outubro de 2013, foram realizadas reuniões na aldeia, em ambos os lados do rio Kavango, para discutir os problemas com respeito ao uso do rio e os recursos naturais. Essas atividades transfronteiriças buscavam estabelecer regras aplicadas em conjunto para proteger o rio Kavango e seus recursos. As atividades foram realizadas com o consenso de que o rio Kavango era 'nosso rio' onde 'nós' fomos chamados para agir, de modo a que o rio, a água e seus recursos seriam melhor protegidos do que haviam sido até então. Um catálogo de 16 regras foi estabelecido, distribuído para as aldeias em questão e discutido. As regras preveem o controle do tráfego no rio e a colheita dos recursos naturais. Até que ponto é possível que as regras acordadas, em princípio, sejam implantadas permanece uma questão em aberto. As consultas transfronteiriças sob a liderança tradicional de ambos os lados do rio continuam e são certamente um desafio para as políticas nacionais namibianas e angolanas, mas também para acordos internacionais, como com a OKACOM.

S11) *As sociedades nas aldeias estão em transição de uma condição agrária homogênea para uma posição mais conectada, porém cada vez mais desigual.*

Não só os sistemas agrícolas, mas as sociedades como um todo parecem passar pela transição de uma sociedade agrária (com um forte componente de caçadores/colhedores em Seronga), para uma sociedade conectada, utilizando recursos de energia (ou seja, principalmente fósseis) e materiais modernos, trocando mercadorias no mercado de fluxo financeiro e, assim, entrando na fase industrial. Essa mudança parece ser súbita quando acontece (por exemplo, em Cusseque, com a conexão da estrada asfaltada e o aumento da produção de carvão vegetal) ou latente, à espera de um impulso (por exemplo, em Seronga, onde o isolamento devido a uma estrada com conexão ruim e direitos à propriedade fracos, atualmente mantém um sistema agrícola que é altamente ineficiente em termos energéticos. Vide conclusões A2). Essas mudanças também afetam as estratégias de subsistência das famílias.

Enquanto em Cusseque as estratégias de subsistência doméstica e a riqueza estão atualmente bastante homogêneas e sustentáveis (sem considerar o aumento na produção de carvão em 2014), em Mashare e Seronga, onde os solos são pobres e parcialmente degradados, a atual agricultura de sequeiro tradicional fornece colheitas baixas e irregulares. Aqui, o acesso a qualquer recurso (remuneração financeira, recursos naturais e bois para tração) é de importância fundamental para manter-se fora da pobreza. No entanto, nessas aldeias 22 % das famílias (em Seronga e Mashare) dependem quase que exclusivamente do cultivo e de algumas forragens complementares para a sua sobrevivência. Em ambas as aldeias, um novo grupo de não agricultores está emergindo, e podemos encontrar tanto os empregados de classe alta quanto os muito pobres, estes últimos com quase nenhum acesso a alguma opção de subsistência. Isso aponta para diversificação de estratégias de subsistência, que podem ser vistas como um indicador do aumento da escassez de recursos nestas áreas e também embasa a teoria de que as famílias podem ser capturadas em armadilhas de pobreza em ecossistemas degradados e, assim, observamos a estratificação das famílias (ricos versus pobres) dentro das aldeias (vide Ruthenberg 1971, Barret 2008). Nesses locais, encontramos ainda famílias cujas estratégias de subsistência dependem fortemente da revenda de recursos naturais. O fluxo financeiro e bens obtidos de emprego não agrícola temporário (S1) poderiam alimentar essa tendência pelo aumento da capacidade de colheita de famílias ou indivíduos. As famílias que combinam pecuária (gado) e agricultura estão muito menos difundidas do que o comumente assumido, uma vez que constituem apenas cerca de 35 % do total.

Enquanto a integração crescente do mercado oferece uma oportunidade para as famílias se integrarem na sociedade moderna de fluxo financeiro e consumo, é também uma ameaça para algumas famílias em um contexto de acesso desigual a esta sociedade e da crescente escassez de terras e recursos naturais. As famílias competem para lidar com esses desafios, com variados graus de sucesso, alguns se beneficiam e outros sofrem de escassez crescente. Se esse processo não for mitigado por instituições apropriadas, pode ser autoreforçado e levar a uma separação crescente entre ricos e pobres rurais (ao permitir que as famílias bem sucedidas intensifiquem ainda mais a utilização de recursos, enquanto se reduz a base de recursos naturais disponíveis, dos quais as famílias mais pobres são dependentes. Consulte também conclusões A 1).

Link para dados e leitura adicional: Kowalski e outros (2013), Domptail e outros (2013), Grosse e outros (2013), Pröpper e outros (2013).

RECOMENDAÇÕES

Os ecossistemas e os sistemas sociais na Bacia do Okavango se entrelaçam de maneiras muito complexas. As pessoas certamente têm relações econômicas com o mundo biótico exterior (extração de alimentos, forragem ou fibras), mas têm também conexões perceptivas, corporais, emocionais e espirituais com as paisagens (sentidos de lar, beleza, pertences, sociabilidade, etc.). Todos esses fatores moldam seus valores e podem influenciar suas decisões e ações sobre os serviços ecossistêmicos. Além disso, estas interações têm que ser vistas como incorporadas em um mundo globalizado que se transforma rapidamente e exige adaptações às mudanças.

Assim, uma política de governo responsável e social confronta os desafios para identificar decisões baseadas em valores e condições estruturais, em que a extração de bens, a conservação, a conversão, assim como a destruição dos ecossistemas podem ser amenizadas, levando em conta a natureza holística da valorização humana e a ação ambiental. Com base nessas premissas, podemos oferecer as seguintes recomendações:

- **Resposta política à globalização**: O avanço significativo e rápido da modernidade vem junto com **1)** uma transformação dos sistemas de uso da terra anteriormente não remunerados, com base na subsistência para mercados de fluxo financeiro e **2)** níveis sem precedentes de consumo de qualquer tipo de novas mercadorias mundiais que exigem a entrada de todos os tipos de recursos naturais. Este processo requer uma atenuação ou intervenção política. Os tomadores de decisão devem levar em conta os valores materiais e não materiais de sistemas ecológicos e socioculturais existentes. O avanço dos mercados e investidores comprando terras e recursos naturais ou importando mercadorias oferece oportunidades monetárias em curto prazo, mas também representa uma ameaça. Enfatizamos os muitos, e potencialmente caros, processos de mercantilização orientada pelo fluxo financeiro (carvão sapé, madeira, mel). O desenvolvimento não deve ser considerado apenas como impulsionado por valores e incentivos baseados no mercado econômico e financeiro, mas também por considerar o funcionamento contínuo de sistemas socioculturais e a ecologia. No entanto, os usuários locais da terra também são desafiados a pensar e agir sobre os recursos naturais e aceitar a responsabilidade de aplicar métodos agrícolas e de extração sustentáveis, pedir preços adequados para os produtos e exigir serviços decentes de seus líderes políticos e tradicionais.
- **Diversificação e estratificação dos meios de subsistência**: a política apoiando o desenvolvimento rural deve reconhecer a diversificação das estratégias de

subsistência das famílias e a questão da (in) igualdade e estratificação social dentro de aldeias em termos de riqueza, bem como o uso e o acesso aos bens agrícolas e recursos naturais. Uma consequência da diversidade de estratégias de subsistência entre as famílias rurais é que o foco apenas no desenvolvimento agrícola por si só será insuficiente – mesmo sendo tão importante quanto é (ver acima). Além disso, as políticas devem assegurar mais opções de subsistência (por exemplo, a regulamentação do trabalho casual e as oportunidades de trabalho no setor agroindustrial). É importante ressaltar que pode haver interações entre as opções de subsistência que podem afetar os resultados das políticas de maneiras inesperadas, por exemplo, o fato de que o acesso a fluxos financeiros pode aumentar a coleta de recursos naturais. Assim, abordagens holísticas para o desenvolvimento rural e a utilização dos recursos naturais são necessárias para a formulação de políticas.

- **Mudanças e incentivos institucionais**: regras tradicionais e modernas de acesso e regulação da colheita de recursos naturais precisam ser harmonizadas e reforçadas. A mudança institucional é necessária, em especial, onde novas oportunidades de mercado incentivam a comercialização de recursos naturais. Essa pode ser uma oportunidade e um risco. A comercialização de recursos comuns pode levar a taxas insustentáveis de extração por alguns poucos à custa da comunidade. Ao mesmo tempo, alguns novos incentivos de mercado e opções de renda sustentáveis podem reduzir os incentivos para transformações da terra se, por exemplo, a renda proveniente de florestas gerenciadas for aumentada. Como estes são os novos desafios, tanto leis consuetudinárias quanto estatutárias precisam responder a essa dinâmica e desenvolver regulamentos que garantam o uso sustentável de recursos e protejam os direitos de recursos de todos os membros da comunidade, sem remover os incentivos e motivações úteis.
- **Educação e alocação da terra**: a educação e o treinamento são de extrema importância. Isto pode ser refletido em como qualificações formais poderiam melhorar a eficiência de uso da terra e como mecanismos consuetudinários de atribuição de terra poderiam fornecer incentivos adicionais para investir na educação. Tais transformações devem, no entanto, basear-se em um amplo consenso com as autoridades tradicionais e a comunidade para evitar a discriminação dos pobres. Os incentivos de mecanismos de atribuição de terra devem ser levados em conta na concepção de programas de aumento da inovação. A introdução de um grande sistema para apoiar todos os tipos de qualificação teria que apoiar isso e poderia facilitar as inovações e reduzir a dependência da agricultura de subsistência com baixa produção.
- **Serviço Nacional e instituições de educação**: o desempenho dos serviços de extensão agrícola e outras ferramentas de educação estatutária do usuário da terra e aumento da sensibilização é pobre. Isto tem que ser significativamente melhorado e ampliado para aspectos como o consumo e intensificação sustentáveis, especialmente levando em conta a complexidade da decisão de uso da terra, por exemplo, pelo planejamento da reforma agrária de longo prazo.
- **Relação entre leis tradicionais e nacionais**: tendo em vista que é especialmente caro para os Estados prestar serviços institucionais em áreas rurais, a harmonização das leis consuetudinária e estatutárias pode ser um meio eficaz para monitorar e aplicar as leis de recursos naturais. Em especial, no contexto dos programas de gestão de recursos naturais baseados na comunidade, tais como florestas comunitárias ou unidades de conservação, um estatuto social deve ser desenvolvido de forma aberta e participativa. Estatutos sociais, que são mais fortemente baseados em normas profundamente enraizadas, podem ser aplicados a um custo muito baixo pela própria comunidade. Um sistema consequente de aplicação subsidiária é recomendado. Dentro de quadros definidos, as comunidades deveriam receber autoridade para definir e aplicar suas próprias leis. Nos casos em que normas e sanções sociais são insuficientes para assegurar o cumprimento da legislação ambiental, o Estado deve intervir de forma confiável. O aumento de sensibilização e a transferência de posse e de conhecimento devem desempenhar um papel adicional em todo o processo.
- **Gestão de conflitos no uso da terra**: as prioridades para a gestão do uso da terra e percepções relacionadas dos interessados do uso do solo na Bacia do Rio Okavango são o país, escala e setor específico. Estas diferenças podem impedir o desenvolvimento de uma visão partilhada para o uso da terra e, assim, a implantação da gestão de sucesso de uso da terra, através da criação de conflitos. Em especial, é necessário reconhecer em cada conflito quais valores estão em jogo (por exemplo, 'a agricultura de pequenos produtores é um impulsionador do desenvolvimento rural' versus 'o emprego urbano é o impulsionador do desenvolvimento rural, enquanto a pequena agricultura é apenas um meio de manter as pessoas fora da pobreza no momento') e quais escalas estão envolvidas em um conflito, a fim de estabelecer comunicação interescala, internacional e intersetorial rumo a uma solução. Isto pode ser feito através da criação/possibilidade de diálogo entre os interessados sobre estes valores em vez de decisões aplicadas de uso da terra (por exemplo, qual investimento deve ser dedicado ao aperfeiçoamento da agricultura de pequenos produtores), porque estas decisões surgem a partir

dos valores que os interessados atribuem às opções de desenvolvimento fornecidas.

- **Cooperação transnacional**: em comparação com outras comissões fluviais no sul da África, a Comissão Permanente da Água da Bacia do Rio Okavango (OKACOM) está mostrando indicadores de desempenho ruins. Ela tem um mandato fraco e não cumpre o seu papel consultivo previsto. Um financiamento de base do Estado, independente de apoio de doadores e um mandato mais forte são necessários para promover o desenvolvimento coordenado e ambientalmente sustentável dos recursos hídricos regionais, enquanto visa satisfazer as necessidades sociais e econômicas legítimas de cada um dos Estados ribeirinhos. Ao mesmo tempo, a maior cooperação transnacional local pode ser observada com as comunidades negociando as leis de gestão dos recursos naturais consuetudinários através das fronteiras. A inclusão dos interessados em negociações transfronteiriças que visam a proteção da água e dos recursos naturais em ambos os lados do rio pode potencialmente reforçar o papel e a função da OKAKOM.

As descobertas-chave e as recomendações foram compiladas por uma equipa interdisciplinar (ver em baixo). Os dados a partir dos quais elas são baseadas foram providenciados pelo consórcio TFO descriminado em detalhe no Capítulo 8.

Alexander Gröngröft (Coordination), Nadege Azebaze, Lawrence Brown, Vera De Cauwer, Stephanie Domptail, Cynthia Erb, Thomas Falk, Manfred Finckh, Hendrik Göhmann, Connie Gwatidzo, Michael Hinz, Katharina Huber, Norbert Jürgens, Evelyn Korn, Benjamin Kowalski, Sven Kralisch, Lars Landschreiber, Aobakwe Lubinda, Jona Luther-Mosebach, Francisco Maiato, Mike Murray-Hudson, Michael Pröpper, Barbara Reinhold, Rasmus Revermann, Maxon Simfukwe, Marion Stellmes, Susanne Stirn, Kgalalelo Thito, Gaolathe Tsheboeng, Torsten Weber, Jan Wehberg, Thomas Weinzierl, Ibo Zimmermann

Capítulo 5

Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros

5.1 Gênese, lógica e definições de cenários

Cenários podem ser definidos como 'descrições plausíveis e muitas vezes simplificadas de como o futuro pode se desenrolar, com base em um conjunto coerente e internamente consistente de suposições sobre os principais fatores motrizes, suas relações e suas implicações' (Henrichs e outros 2010). É importante ressaltar que os cenários não visam fazer previsões ou profecias, mas sim estudar possíveis futuros e, na melhor das hipóteses, cobrir a gama de futuros possíveis a fim de se preparar para o imprevisível.

Os exercícios de cenário do TFO visam gerar conhecimento que contribua para a preparação de decisões na gestão da terra e da água na bacia hidrográfica. A construção de cenários no TFO foi usada para sintetizar e organizar dados, uma vez que utilizou questões comuns sobre o uso da terra, os serviços ecossistêmicos e o bem-estar a nível local e da bacia, e fornecer respostas. Outro objetivo foi **comunicar dados da pesquisa** aos interessados, em um formato que favoreça a **construção de opiniões** sobre o tipo de uso do solo desejado por eles para o futuro e por quê.

Com esta finalidade, uma construção de cenário foi feita como um exercício interdisciplinar, com uma equipe de 26 pesquisadores de todos os subprojetos, disciplinas e países do TFO. Nossa abordagem segue aquela adotada pela Avaliação de Ecossistemas do Milênio (2005) e compreende vários passos, incluindo **1)** definição do escopo, objetivos e escalas dos cenários, **2)** uma análise de sistema para identificar as principais variáveis e fatores que afetam o uso da terra e de recursos na Bacia do Okavango, **3)** a identificação dos fatores críticos em termos de impacto e de incerteza, **4)** a decisão sobre a lógica do cenário, **5)** a descrição do desenvolvimento de cenário e as sinopses e **6)** a avaliação do impacto destas sinopses nos serviços ecossistêmicos e no bem-estar na bacia.

Uma vez que os cenários abordam eventuais desenvolvimentos do uso da terra e de recursos na Bacia do Okavango, eles consideram que o contexto transfronteiriço no qual o rio flui de Angola via Namíbia para Botsuana, assim como as interações e relações entre as escalas locais e outras mais amplas, e compreendem-se como as decisões tomadas em uma determinada escala podem impactar as outras. Por isso, adotamos uma abordagem multi-escala na qual a análise é feita na escala da bacia e local, por exemplo, nos três núcleos centrais do TFO Cusseque, Mashare e Seronga.

Os cenários em ambas as escalas abordam a questão principal 'Como o uso da terra, os serviços ecossistêmicos e o bem-estar mudarão a partir de agora até 2030?'. Optamos pelo desenvolvimento de cenários exploratórios, que usam a situação atual como ponto de partida e exploram como o futuro pode se desenvolver sob diferentes conjuntos de suposições. Os cenários não foram desenvolvidos durante exercício participativo, mas sim como uma produção científica do projeto de pesquisa do TFO, com o objetivo de alcançar alta coerência entre as análises das escalas local e da bacia. No entanto, a experiência dos interessados foi incluída quando a identificação de variáveis-chave e fatores de uso da terra e de recursos estava em pauta: noventa entrevistas feitas pessoalmente foram realizadas nos três países da bacia, em âmbito local, regional, nacional e na escala da bacia (Fig. 122). Essa informação publicada anteriormente foi integrada no sistema de análise (Domptail e Mundy 2013). Os dados documentaram os fatores observados e variáveis-chave, variáveis do uso de recursos e do solo percebidos, variáveis de bem-estar percebidas, bem como visões, projetos e planos relacionados ao uso da terra. Essa informação foi integrada no sistema de análise e publicada no livro 'Visões 2030 para a Bacia do Okavango' (Domptail e Mundy 2013).

Em uma etapa posterior, os principais fatores do sistema foram identificados, assegurando que todas as variáveis que afetam os serviços ecossistêmicos analisados pelo TFO foram consideradas importantes e que todos os fatores foram identificados. As variáveis foram descritas minuciosamente em um esforço interdisciplinar (ver 'Lista de variáveis' no anexo). A interação entre essas variáveis foi avaliada utilizando uma matriz de impacto que permitiu a classificação das quatro categorias de variáveis em: **ativas, ambivalentes, passiva e de amortecimento**. Assim,

Fig. 122: Entrevistas face a face em escala local (Seronga, Botsuana): classificando os serviços ecossistêmicos principais. Foto: S. Domptail.

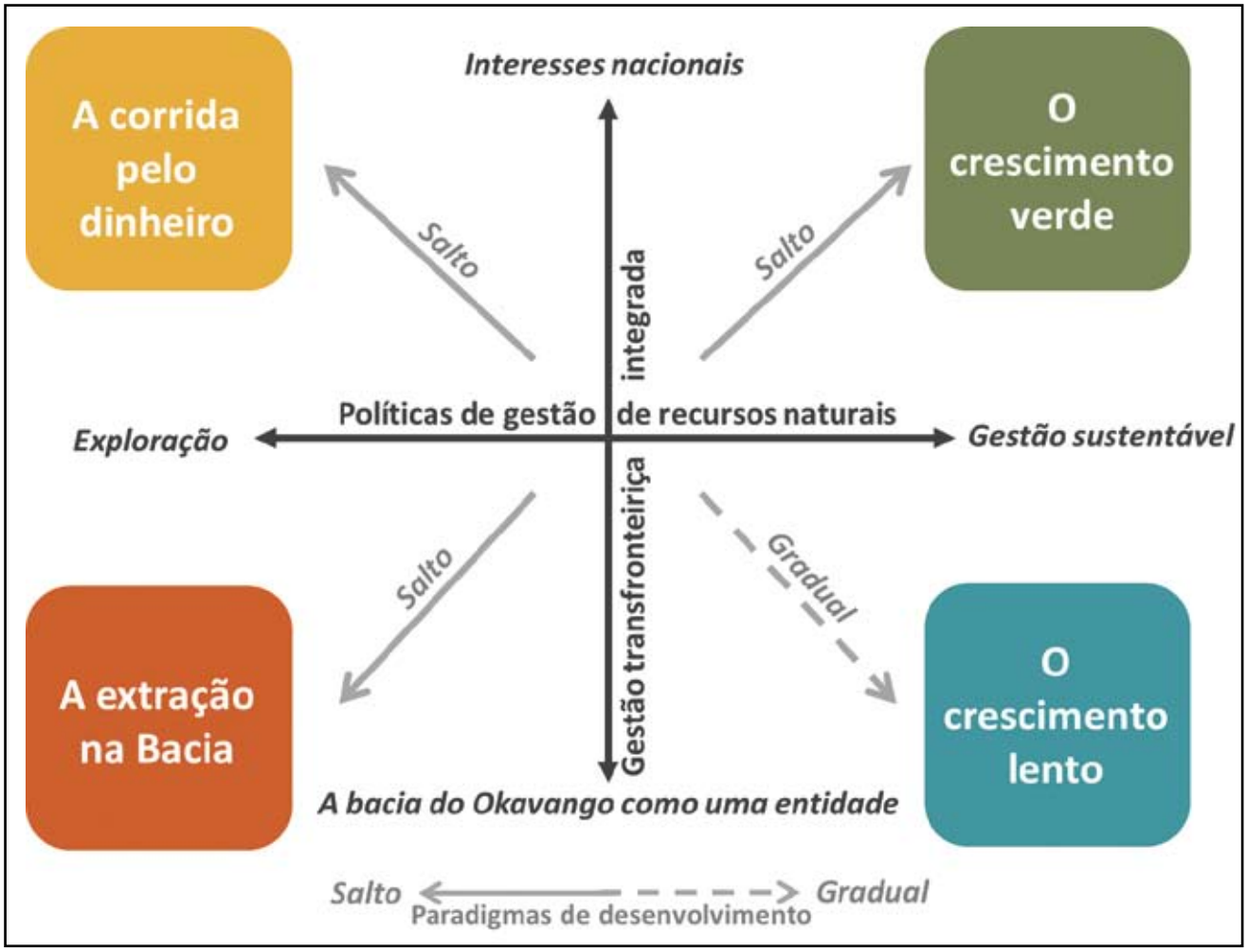

Fig. 123: Lógica de cenários do TFO.

poderíamos estruturar o sistema de uso da terra e identificar as variáveis que provavelmente terão maior influência sobre uso da terra na bacia e, assim, no fornecimento de ESS até 2030: avanço da economia, paradigmas de desenvolvimento, políticas de gestão dos recursos naturais, crescimento populacional, área sob agricultura industrial irrigada, gestão transfronteiriça integrada e urbanização.

Cenários exploratórios seguem certa lógica, isso significa que as principais forças motrizes do sistema, cujo desenvolvimento futuro é bastante incerto, estão associadas para definir diferentes caminhos para o futuro – que pode então ser descrito. A combinação de dois fatores-chave, cada um representado por uma questão de simplicidade como uma variável binária, como eixos em uma grade resultaria em quatro caminhos diferentes a serem descritos. Assim, as variáveis-chaves **gestão transfronteiriça integrada** (descrevendo se a bacia é ou não gerida como uma entidade econômica e ecológica, priorizada para os

Tab. 13: Atribuição da terceira variável-chave: paradigmas de desenvolvimento.

Cenário 1: *A corrida pelo dinheiro* • Interesse nacional em primeiro lugar • Gestão exploradora de recursos naturais • **Salto** para o futuro (políticas voltadas ao crescimento unidimensional com foco em inovações, principalmente nos setores da agricultura industrial e comercial)	**Cenário 2: *O crescimento verde*** • Interesse nacional em primeiro lugar • Gestão sustentável de recursos naturais • **Salto** para o futuro
Cenário 3: *A extração na Bacia* • Gestão transfronteiriça integrada • Gestão exploradora de recursos naturais • **Salto** para o futuro	**Cenário 4: *O crescimento lento*** • Gestão transfronteiriça integrada • Gestão sustentável de recursos naturais • Melhoria **gradual** da situação atual (políticas multidimensionais de redução da pobreza com foco nas atividades e habilidades atuais da população)

Tab. 14: Características essenciais dos quatro cenários do TFO.

Cenário	Características essenciais
1 A corrida pelo dinheiro	Não existirá colaboração entre os três países. Ao invés disso, haverá competição feroz dentro da região para tornar-se um agente na economia global. Os recursos naturais serão vistos, principalmente, como base econômica para o desenvolvimento e a agricultura industrial será fortemente apoiada. Pequenos produtores serão marginalizados e isso os levará a menor produtividade, aumento da pobreza, urbanização e ‚liquidação' da natureza.
2 *O crescimento verde*	Cada país seguirá seus próprios interesses nacionais e dependerá da sua quota da bacia como fonte de recursos. Em contraste com o cenário 1, haverá consciência crescente para produzir, comercializar e exportar produtos nacionais de forma sustentável. Como o foco serão opções de forte crescimento econômico, investimentos serão feitos principalmente em modernas práticas de uso da terra (por exemplo, sistemas de produção de orgânicos em grande escala, exploração comercial de madeira certificada e usinas hidrelétricas). Os pequenos produtores permanecerão na pobreza rural e migrarão parcialmente para os centros urbanos.
3 *A extração na bacia*	A bacia do Okavango será vista como uma entidade econômica e ecológica. A fim de promover o crescimento econômico regional, os países trocarão e comercializarão os recursos produzidos. Planos de uso da terra desenvolvidos em conjunto atribuirão zonas respectivas para utilização agrícola, pastoral, turística e florestal. Uma vez que o foco será a industrialização e mercantilização, os recursos naturais serão cada vez mais explorados e os pequenos agricultores também serão incentivados a intensificar, mecanizar e comercializar a produção agrícola.
4 O crescimento lento	Como no cenário 3, haverá uma forte cooperação entre os países da bacia, que será gerida como uma entidade econômica e ecológica. Um plano de uso do solo coordenado terá sido desenvolvido com base nas vantagens comparativas ecológicas e o comércio entre os países será encorajado, mas as noções de sustentabilidade mudarão fundamentalmente os valores e estilos de vida da sociedade. Embora os mercados sejam o principal mecanismo econômico, valores sociais, culturais e ambientais serão igualmente importantes. Os países promoverão, sobretudo, inovações fortemente ligadas à produção agrícola em pequena escala.

interesses nacionais) e as **políticas de gestão de recursos naturais** (descrevendo se uma gestão sustentável ou de exploração dos recursos naturais é ou não aplicada pelos governos) foram escolhidas como principais forças motrizes das quatro sinopses de cenário (Fig. 123).

É óbvio que um sistema socioecológico, que é parte dos processos globais e locais de transformação em múltiplas escalas, não pode ser descrito de forma abrangente utilizando-se apenas duas variáveis. No entanto, a adição de quaisquer outras dimensões aumentaria o número de possíveis combinações de variáveis e também os cenários futuros a serem combinados e descritos. Isso simplesmente não é viável, pois além de tudo, não aumentaria a clareza da análise para os interessados/decisores políticos. Conseqüentemente, o TFO agiu da seguinte maneira: uma terceira, altamente ativa e incerta variável-chave, chamada **paradigmas de desenvolvimento** (que descreve se políticas orientadas para o crescimento unidimensional ou estratégias de redução da pobreza multidimensional são seguidas pelos governos) foi atribuída de forma desigual (3:1) para os quatro cenários, como mostrado na Tab. 13.

As características essenciais dos quatro cenários estão resumidas na Tab. 14.

5.2 Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros para a Bacia do Okavango

De acordo com a lógica dos cenários descrita acima, quatro possíveis desenvolvimentos alternativos futuros para a bacia do Okavango foram desenvolvidos.

Os desafios que os três países terão de enfrentar em 2030 incluem o crescimento natural da população ainda elevado, assim como a migração para a bacia. Isto será acompanhado por um aumento da urbanização, especialmente nos centros regionais Chitembo, Caiundo, Menongue, Rundu e Maun, Shakawe e Katwitwi.

Outro desafio está relacionado à mudança climática: uma vez que os modelos climáticos projetam menos precipitação e temperaturas mais altas, causando maior evaporação para a bacia do Okavango, a disponibilidade de água, presumivelmente, diminuirá durante o período entre os anos de 2016 a 2046.

A Bacia do Okavango – Corrida por Dinheiro

Principais características da sinopse do cenário *A corrida pelo dinheiro*:

- Competição feroz dentro da região e não há colaboração entre os três países.
- Recursos naturais como a base econômica para o desenvolvimento; monitoramento e aplicação enfraquecidos das respectivas regulamentações.
- Investimentos em sistemas agro-industriais de grande escala, infraestrutura e mineração.
- A subsistência agrícola tradicional será marginalizada, resultando em produtividade ainda menor.
- Aumento da pobreza, da urbanização e uma liquidação da natureza.
- Esgotamento dos recursos naturais, perceptível a princípio no que diz respeito à quantidade e qualidade da água.

5.2.1 Cenário 1: *A Corrida pelo dinheiro*

Dentro deste cenário, assumimos que **a colaboração** entre os três países **é abandonada** em favor de uma concorrência feroz dentro da região para tornar-se um agente na economia global. Cada país tenta **explorar os seus recursos nacionais** ao máximo. Para conseguir isso, as leis ambientais existentes relacionadas à floresta, à água e a terra são raramente aplicadas e as autoridades tradicionais não são apoiadas no monitoramento e aplicação de leis ambientais consuetudinárias. A OKACOM tem um mandato cada vez mais fraco e suas recomendações são amplamente ignoradas na elaboração de políticas nacionais. Não há regulamentação, gestão transfronteiriça da água ou acordo entre Angola, Botsuana e Namíbia sobre a quantidade máxima de água que pode ser extraída dos rios na região das cabeceiras da Bacia do Okavango.

Os recursos naturais são vistos, principalmente, como a base econômica para o **desenvolvimento**. Com a dependência dos respectivos recursos, os três países definem prioridades diferentes: Angola busca o desenvolvimento do bem-estar e da riqueza nacional através da modernização do país em setores importantes, incluindo infraestrutura e agricultura; a Namíbia expande a agricultura de irrigação e a produção de carne para o abastecimento alimentar nacional e mercados de exportação e Botsuana continua com atividades de mineração, turismo e pecuária.

Até 2030, vários **projetos de barragens** em Angola estarão em fase de planejamento ou terão sido realizados para produzir energia hidrelétrica e armazenar água para irrigação. Os campos com **agricultura de irrigação** em grande escala terão sido implantados, especializando-se em arroz e cítricos. Os investidores estrangeiros terão arrendado grandes áreas de terras aráveis para a produção de culturas comerciais (Fig. 124) e indenizações pelo uso comum da terra serão baseadas em preços de mercado. Com relação aos objetivos de desenvolvimento, parte da indenização será em forma de centros de educação e de formação locais ou poços para terras aráveis no interior. Como uma fonte adicional de renda, o turismo elitizado deverá ser desenvolvido na KAZA ao longo de Cuito. A melhoria, ainda lenta, do tráfego através das fronteiras e os procedimentos aduaneiros serão controlados.

Fig. 124: Plantação de arroz em Longa, Angola. Apenas uma entre muitas em 2030? Foto: M. Finckh.

Fig. 125: O celeiro da Namíbia: sistema de irrigação na região do Kavango. Foto: A. Gröngröft.

Fig. 126: O desenvolvimento do turismo de ponta no delta depende de uma boa inundação sazonal e um meio ambiente imaculado. Foto: S. Domptail.

Na **Namíbia**, grande parte dos terraços fluviais e terras adjacentes aos córregos são transformadas em sistemas de irrigação agroindustrial, especialmente no centro da bacia. O objetivo do governo nacional é tornar-se o **celeiro** da Namíbia. Portanto, não só o milho e o trigo são produzidos, mas também frutas e legumes, buscando maior independência das importações (Fig. 125). Além disso, as fazendas de gado também tentam intensificar a produção. Uma vez que os modelos climáticos projetam menos precipitação e temperaturas mais altas, causando maior evaporação para a FORA no período entre os anos de 2016 a 2045, a disponibilidade de água, presumivelmente, diminuirá até o ano de 2030. Levando-se em conta a extração de água adicional dentro dos afluentes da bacia, a água disponível a jusante irá diminuir. Os interiores do sul dos Kavangos namibianos ao norte do cordão de isolamento veterinário - terras originalmente comunitárias – terão sido completamente arrendados a elites financeiramente potentes e serão usados para criação intensiva de gado. Com os sistemas agroindustriais se expandindo em solos favoráveis, tais como terraços fluviais, etc., os **pequenos produtores** migram para a agricultura de subsistência em terras marginais no interior de eixos rodoviários e rios, causando transformação em grande escala de matas e florestas naturais.

No **Botsuana**, a mineração ainda é considerada um dos principais pilares econômicos. Novas **minas** são fundadas ao oeste, em Shakawe, e leste do enclave, causando a migração devido a oportunidades de emprego, bem como o desenvolvimento do fornecimento de energia e estradas nesta área. A **pecuária** se expande pela borda oeste do enclave e a borda leste é zoneada para o turismo baseado em animais selvagens. As atividades de **turismo** de ponta continuam na área do Delta. Os locais de concessões de turismo se deslocam levemente para o norte, devido ao aumento do risco de seca e da degradação dos ecossistemas na parte sul do Delta. Grandes conflitos surgem quando, devido à captação de água a montante, menos água chega ao enclave, fazendo com que as principais atividades econômicas da parte botsuana do FORA sejam prejudicadas (Fig. 126).

O influxo de bens de consumo cresce bastante, respondendo às crescentes demandas internas. A **demanda financeira** aumenta fortemente entre a população rural, atualmente baseada na subsistência, aumentando a pressão para explorar os recursos naturais restantes em áreas comuns e públicas.

As políticas nacionais focam, principalmente, na promoção de **inovações tecnológicas**, para assim fortalecer o desenvolvimento econômico nacional (energia hidrelétrica, técnicas agrícolas modernas e infraestrutura) e no apoio à conectividade aos mercados internacionais (melhoria de infraestrutura, tecnologia da informação e mercados atacadistas). Do mesmo modo, as políticas de educação buscam fortemente o apoio à educação superior, especialmente nos centros urbanos, onde uma classe média pequena, mas notável, se desenvolveu.

Devido ao foco dos políticos com poder de decisão no setor formal, não houveram políticas colocadas em prática que visam ajudar os **pequenos agricultores**, que são vistos como um obstáculo ao crescimento econômico e, certamente, não como parte de qualquer estratégia de crescimento. Devido à concorrência com a agricultura agroindustrial, os agricultores de subsistência são expulsos da terra produtiva para o interior, onde os ganhos serão menores. Em tais condições, os meios de subsistência agrícolas tradicionais ficarão sob forte pressão, com conseqüências que podem levar a baixa produtividade, pobreza, **urbanização** e mercantilização da natureza. Até 2030, teremos um grande aumento de pobres urbanos vivendo em favelas ao redor dos grandes centros. Os níveis de pobreza rural e urbanos, este último devido à migração, estão crescendo e com isso, problemas relacionados, como as tensões sociais, também aumentam. De um modo geral, a desigualdade social terá aumentado.

A urbanização absoluta está levando a uma ampliação espacial claramente visível e ainda a problemas descri-

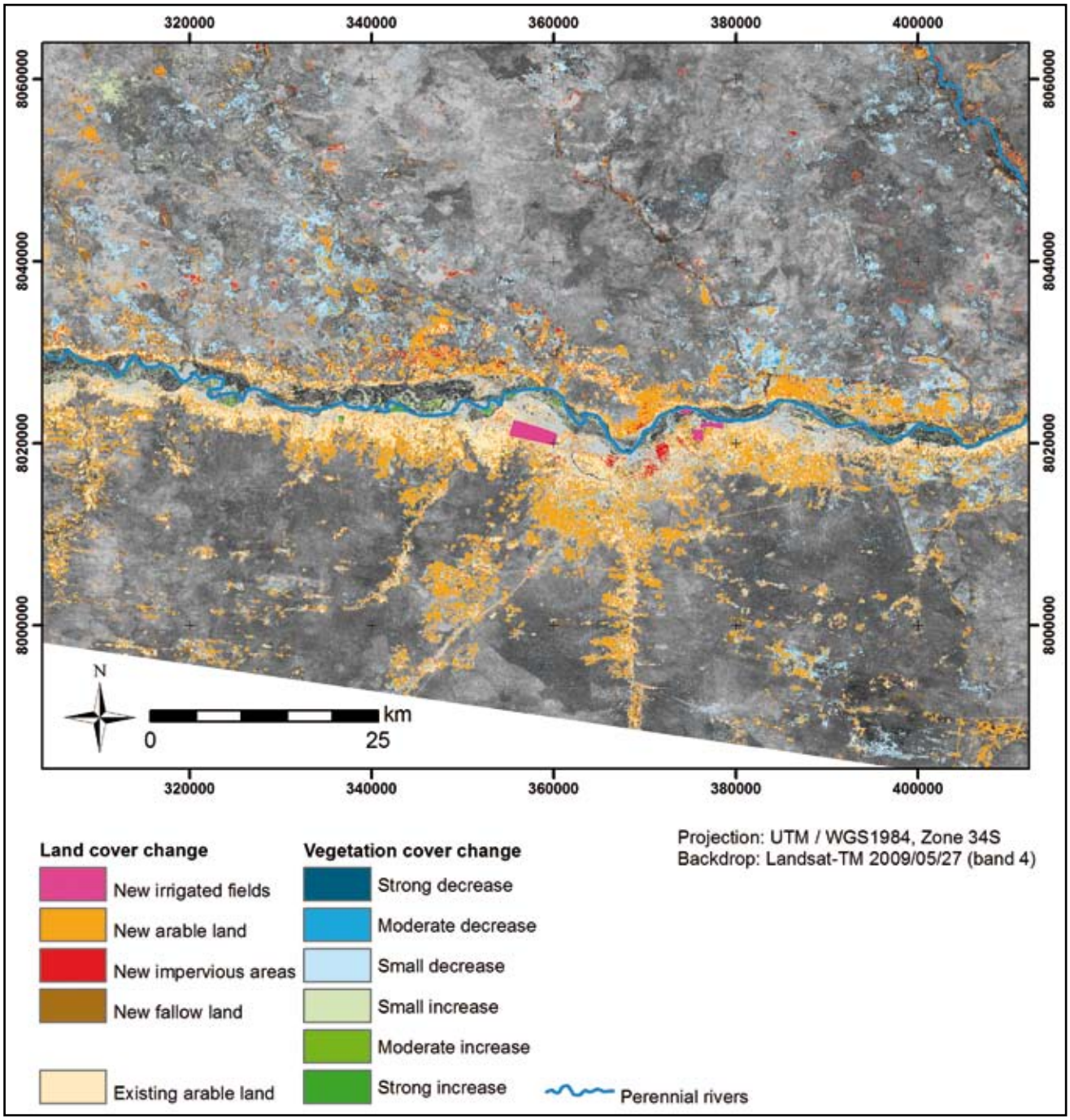

Fig. 127: Principais conversões e modificações de uso/cobertura da terra (independente dos tipos anteriores) para o norte da Namíbia e sul de Angola, incluindo o núcleo central de Mashare. As principais conversões estão sinalizadas com cores discretas e as modificações do ecossistema da savana são mostradas em cores graduadas, representando diminuição (tons de azul) ou aumento (tons de verde) de cobertura da vegetação. Áreas estáveis estão ilustradas por uma imagem de pano de fundo do Landsat em tons de cinza.

tos como **diminuição localizada de recursos naturais**, descarga de resíduos não processados no meio ambiente, demandas intensas de serviços urbanos e um risco crescente para o meio ambiente nas zonas urbanas (Fig. 127 e 128).

O aumento das densidades populacionais em áreas marginais leva a altos níveis de degradação dos recursos naturais. Isso porque devido ao rendimento mais baixo e imprevisível, os pobres rurais são dependentes dos recursos naturais. A intensificação geral de extração de madeira em florestas comuns provoca forte degradação dos ecossistemas florestais remanescentes. A extração de carvão leva à destruição quase completa das florestas de Miombo na parte norte da bacia e eixos rodoviários formam vias de comercialização para o carvão vegetal. A caça ilegal e o comércio da carne de animais selvagens em Angola permanecem em níveis não sustentáveis e os animais selvagens são, em sua maioria, exterminados fora das áreas protegidas. A sobrepesca e técnicas de pesca não sustentável reduzem as populações de peixes, já afetadas pela deterioração da qualidade dos habitats ribeirinhos e da dinâmica fluvial perturbada.

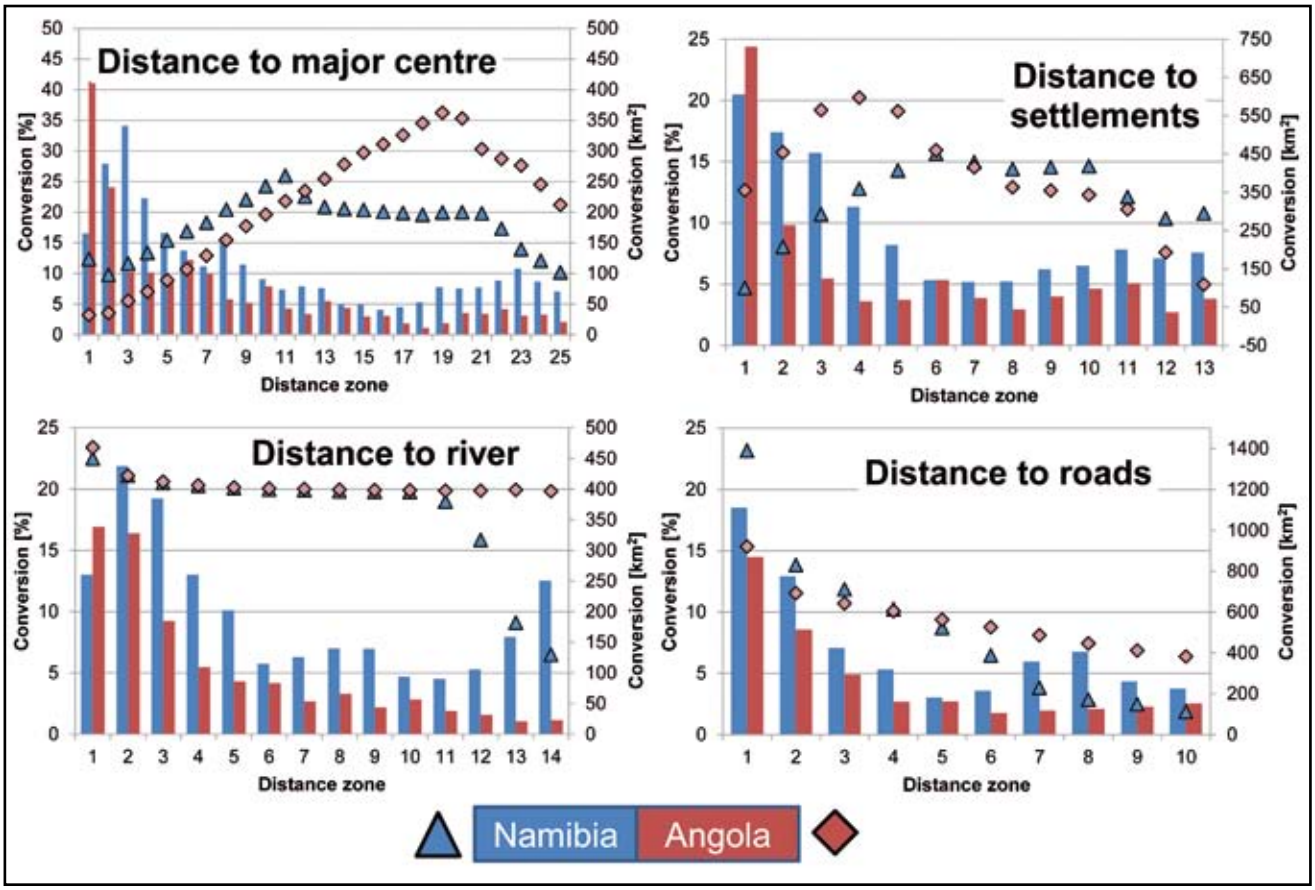

Fig. 128: Conversão da savana em terra arável para o norte da Namíbia/sul de Angola, incluindo o núcleo central de Mashare, em função da distância dos respectivos fatores motrizes. As barras representam o percentual de área modificada dentro das respectivas zonas de distância e os símbolos mostram a área total em km². As zonas são exibidas da mais baixa até a primeira, cuja área total está abaixo de 100 km² para qualquer um dos países.

O desenvolvimento econômico alcançado é em detrimento dos recursos naturais. A disponibilidade de água muito reduzida devido à sua captação, juntamente com a diminuição esperada da precipitação devido às alterações climáticas, mais cedo ou mais tarde levarão a conflitos nacionais e políticos entre os três países.

5.2.2 Cenário 2: *O crescimento verde*

Neste cenário, os três países da bacia seguem os interesses nacionais individuais e dependem de sua parte da bacia como fonte de recursos. As políticas nacionais dos três países buscam um desenvolvimento com o uso sustentável dos recursos, levando em consideração toda a gama de benefícios provenientes dos recursos naturais para as gerações presente e futura, em escala local e nacional. No entanto, não dão atenção especial às externalidades particulares na escala da bacia (especialmente o uso da água). A OKACOM tem um mandato cada vez mais fraco, não tem fundos para atividades independentes e suas recomendações são amplamente ignoradas na elaboração de políticas nacionais. Os políticos com poder de decisão fazem esforços consideráveis para aumentar os seus conhecimentos sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso dos recursos. Os Estados dão maior prioridade ao acompanhamento e aplicação das leis ambientais estatutárias e consuetudinárias. As multas e punições são aumentadas e tem efeito restringente sobre as atividades degradantes de recursos, como a extração ilegal de madeira.

Há crescente conscientização da necessidade de produzir, comercializar e exportar produtos nacionais de forma sustentável, mas o foco é sobre as opções de **crescimento econômicos** mais consistentes: os três Estados compartilham o paradigma de que para combater a pobreza e promover o desenvolvimento do crescimento econômico, a industrialização e a mercantilização são essenciais. Por isso, eles investem e apóiam as **práticas modernas de uso da terra sob as recomendações ecológicas**. No que diz respeito a inovações agrícolas, soluções tecnológicas sustentáveis (por exemplo, a irrigação por gotejamento) são aplicadas com foco em bio-produtos de preços elevados para os mercados de exportação e ecoturismo nacional de ponta (por exemplo, sistemas de produção orgânica em larga escala e de conservação). A gestão da floresta e o desenvolvimento de energia hidrelétrica (por exemplo, a extração comercial de madeira certificada e a construção de barragens) são decididos previamente, levando-se em conta toda a gama de impactos ambientais em escala nacional (por

A Bacia do Okavango – Crescimento Verde

Principais características principais da sinopse do cenário *O crescimento verde*:

- Foco em interesses nacionais próprios e no uso das partes da bacia pertencentes a cada país como fonte de recursos.
- Aumento da consciência da necessidade de produzir, comercializar e exportar produtos nacionais de forma sustentável.
- Opções de forte crescimento econômico: investimentos principalmente em práticas de uso da terra em larga escala, porém sustentável, como por exemplo sistemas de produção orgânica, comércio de madeira certificada e usinas hidrelétricas.
- Pequenos produtores permanecem na pobreza rural e migram parcialmente para os centros urbanos. No geral a desigualdade aumenta.
- Alta competição por eco-turistas e atividades turísticas amplamente diversificadas.
- Recursos naturais protegidos como base para o desenvolvimento econômico.

exemplo, a silvicultura sustentável focada na alta qualidade da madeira ao invés de licenças de exploração e pequenas barragens, etc.). Os investimentos em energia e mineração estão sujeitos a forte controle. A extração de água do Okavango não leva em conta os interesses dos vizinhos rio abaixo, mas evita a extração excessiva de água,com o objetivo de não prejudicar a imagem ecológica dos produtos de exportação.

Por conseguinte, a política de educação foca no apoio ao **ensino superior** para atender as demandas de mão-de-obra qualificada do setor de exportação. Novas oportunidades de emprego nas áreas rurais são criadas pelo ecoturismo e sistemas de produção orgânica em larga escala, bem como pelas madeireiras comerciais certificadas. No entanto, o número de vagas de trabalho nesses setores não atende a alta demanda por empregos com pouca qualificação formal nas áreas rurais.

Uma vez que as fazendas orgânicas em grande escala estão predominantemente situadas em uma faixa ao longo do rio, o acesso dos pequenos agricultores remanescentes aos recursos do rio é restrito. Como conseqüência, os **pequenos produtores** permanecem na pobreza rural e migram parcialmente para os centros urbanos. Juntamente com a alta fertilidade natural – ainda uma característica marcante – a população urbana está crescendo fortemente e um cinturão de favelas pobres se forma em torno das grandes cidades. Os países e regiões reconhecem a necessidade de atenuar a **urbanização**, a produção de resíduos, a poluição dos rios e a mercantilização de recursos, mas não são capazes de acompanhar o crescimento da população. O setor terciário nas cidades continua crescendo, no entanto, a demanda por mão-de-obra é mais elevada para pessoas qualificadas do que para os migrantes rurais sem qualificação formal. No geral, a desigualdade continua aumentando e os governos nacionais tentam manter a paz social com serviços básicos nos setores de educação e saúde urbanas e com subsídios para alimentos básicos.

Os três países desenvolvem seu setor de **turismo** individualmente e fortalecem seus perfis nacionais. Agentes nacionais aplicam estratégias agressivas de marketing, criando forte competição por turistas. O desenvolvimento do turismo é vigorosamente impulsionado pelo paradigma de obter o máximo rendimento com o mínimo possível impacto ecológico. A diversidade de atividades turísticas atende a caça de troféus, o turismo fotográfico, o turismo de aventura, a pesca e o turismo cultural e educacional com foco sustentável e comunitário. A travessia da fronteira para os turistas continua complicada, especialmente em direção a Angola.

Apesar de a conservação ser considerada importante, não existem áreas de **preservação** transfronteiriças ge-

Fig. 129: Centro Nacional de Negócios de Produtos Frescos em Rundu, Namíbia. Um future centro comercial para a exportação de bio-produtos? Foto: L. Schmidt.

Fig. 130: Turismo de ponta em Lubango, Angola. Foto: L. Schmidt.

Fig. 131: Pavimentando o caminho: estradas asfaltadas até 2030? Foto: L. Schmidt.

ridas, tais como a KAZA. Em Angola, parques são fundados, a caça ilegal é punida e os grandes herbívoros e predadores são protegidos para fomentar o turismo. O ecoturismo de ponta se desenvolve ao longo do rio Cuito. Na Namíbia, os parques serão mantidos como estão atualmente, pois a região é vista como o 'celeiro' da nação. No Botsuana, os parques também serão mantidos como estão atualmente para manter o ecoturismo, o qual é favorecido pela nomeação do Delta como Patrimônio Mundial da Humanidade.

O desenvolvimento de **infraestrutura** segue as demandas dos negócios nacionais, considerando os critérios ambientais. Até 2030, Angola terá alcançado o desenvolvimento de infraestrutura em termos de transportes, estradas, abastecimento de água e energia, bem como comunicação. No Botsuana, a balsa em Shakawe foi substituída por uma ponte, novas estradas ao leste do enclave são construídas e as aldeias locais são mais bem conectadas e abastecidas. Na Namíbia, estradas são construídas para que os turistas cheguem ao parque Kaudom.

A silvicultura sustentável é promovida por meio do cancelamento de direitos agrários tradicionais das comunidades locais (por exemplo, a caça, a utilização da madeira, pastagens, etc.). Os **recursos naturais** fora das áreas protegidas são geridos de forma sustentável por parte de empresas focadas no longo prazo e o desmatamento diminui. O desmatamento de novas florestas por pequenos produtores é suprimido pelos governos como não sustentável.

5.2.3 Cenário 3: *A extração na bacia*

A lógica subjacente a este cenário é a idéia de que os três países da bacia chegam à conclusão de que, com o **aumento da colaboração econômica e a exploração distribuída de recursos**, o potencial de crescimento econômico e, assim, o valor agregado para os três parceiros, poderia ser maior. Um grande fator determinante é, assim, o paradigma partilhado por todos os países de que para combater a pobreza e promover o desenvolvimento do crescimento econômico, a industrialização, a mercantilização e o compartilhamento/distribuição da exploração de recursos são necessários. Enquanto os

A Bacia do Okavango – Pedreira da Bacia

Principais características da sinopse do cenário *As extrações na bacia*:

- A Bacia do Okavango é vista como uma entidade econômica e ecológica e os recursos produzidos são trocados e mercantilizados preferencialmente entre os países.
- Planos de uso da terra desenvolvidos em conjunto atribuem zonas espaciais ideais para o uso agrícola, pastagem, turismo e florestal.
- O foco é na industrialização e mercantilização e os recursos naturais são cada vez mais explorados. Isso se aplica especialmente na captação de água nas partes superiores da bacia, levando a uma diminuição significante de água atingindo o enclave.
- Pequenos agricultores são também encorajados a intensificar, mecanizar e comercializar a produção agrícola.
- A demanda financeira cresce consideravelmente, aumentando a pressão sobre os recursos naturais.
- A urbanização não atenuada leva à descarga de resíduos não processados e problemas ambientais relacionados.
- Atividades turísticas em massa estão concentradas em zonas selecionadas.

Fig. 132: Estradas asfaltadas conectando pessoas e lugares ao longo do rio Okavango. Foto: M. Pröpper.

Fig. 133: Pequeno produtor no interior marginal do Kavango, Namíbia. Foto: H. Seidel.

três países permanecem autônomos, a bacia serve como fonte de recursos para as necessidades e interesses transfronteiriços. A bacia é, assim, vista e gerida como uma entidade econômica e ecológica (priorizada para os interesses nacionais) e os países preferencialmente permutam e mercantilizam os recursos produzidos.

A cooperação no âmbito da bacia é impulsionada por vantagens econômicas comparativas obtidas em zonas de produtividade, as quais são direcionadas para gerar mais renda por país. Um fórum regional dos três países da SADC surgiu. A gestão econômica transfronteiriça integrada inclui um **processo de planejamento do uso da terra**, que identifica áreas espacialmente ideais para conseguir o melhor uso das vantagens comparativas (por exemplo, o turismo no Botsuana; a carne no Botsuana e na Namíbia; a silvicultura e a produção agrícola na Namíbia e Angola e a hidrelétrica em Angola). A OKACOM é relegada ao papel de uma agência de monitoramento ambiental com pouco potencial de execução.

Os interessados e os decisores políticos levam em conta, principalmente, o uso direto de benefícios dos recursos naturais para a geração atual em escala local, nacional e da bacia. Da mesma forma, as pessoas não fazem esforços significativos para aumentar os seus conhecimentos sobre as conseqüências multidimensionais de tais decisões de utilização dos recursos.

Com tal desenvolvimento favorecendo a **abertura das fronteiras internas e mercados** (por exemplo, bens, trabalho e turistas), práticas aduaneiras modernizadas e alinhadas estão em vigor - com todos os problemas de implantação esperados. Nenhuma atenção especial está sendo dada para colocar barreiras comerciais aos incentivos de mercado que promovam a NRM exploradora. Nos três países, as leis ambientais existentes relacionadas com a floresta, à água e a terra ainda são raramente aplicadas, com exceção dos casos de poluição e degradação severa.

Estão sendo feitos grandes investimentos em **infraestrutura transfronteiriça**, tais como estradas de asfalto, pontes, faixas e postos de fronteira que operarão profissionalmente, e em serviços aduaneiros. A captação e o uso da água são priorizados e realizados a fio d'água na Namíbia e por hidrelétricas convencionais em Cubango e Cuito. O potencial hidrelétrico será desenvolvido ao máximo.

O favorecimento dos mercados de fluxo financeiro, trabalho pago e sistemas de produção industrializados causou uma mudança estrutural significativa nos sistemas agrícolas atuais baseados na subsistência. Os **pequenos agricultores** são desestimulados devido aos fortes incentivos para intensificar, mecanizar e comercializar a produção agrícola. Os países aplicam efetivamente os planos de utilização dos solos desenvolvidos em conjunto e as zonas de agricultura, pastagem, turismo e silvicultura são rigorosamente controladas. As leis ambientais concernentes, em especial as utilizações extrativas de produtos florestais, água e vida selvagem são, no entanto, raramente aplicadas.

Com os sistemas agroindustriais se expandindo em solos favoráveis (terraços fluviais, etc.), os pequenos agricultores têm que migrar para terras marginais no interior de eixos rodoviários e rios para cultivar. Fora das zonas protegidas os meios de subsistência agrícola tradicionais são ainda mais marginalizados e sofrem forte pressão, com conseqüências como a baixa produtividade, a pobreza, a urbanização e a mercantilização da natureza. Juntamente com a instalação de hidroelétricas em Angola, a expansão dos sistemas de irrigação agrícolas em Angola e Namíbia levará a uma diminuição de água atingindo o enclave, portanto, as várzeas do delta diminuirão.

O influxo de bens de consumo é fortemente promovido em resposta às crescentes demandas internas. A necessidade de consumir cresce muito entre a população rural, atualmente baseada em subsistência, elevando a pressão para explorar os recursos naturais remanescentes em áreas comuns e públicas.

A relação ruim entre os **direitos agrários** consuetudinários e estatutários torna as comunidades mais propensas à

Fig. 134: O Delta do Okavango em sua condição imaculada. Foto: S. Domptail.

apropriação de terra e realocações por poderosos agentes, o que reduz seus incentivos para o manejo sustentável da terra. Essa abordagem também leva a uma crescente desigualdade em áreas rurais, com poucas empresas agrícolas bem sucedidas que começam a cultivar mais e mais terras com o objetivo de maximização do lucro.

Outro aspecto é o aumento da **urbanização**, já que a taxa absoluta de 3,5 % leva a um crescimento espacial claramente visível. Os problemas gerados são os já descritos: esgotamento localizado de recursos naturais, descarga de resíduos não processados no ambiente, grandes demandas para os serviços urbanos e perigos para o meio ambiente em áreas urbanas.

Os três países cooperam no setor de **turismo** e tentam maximizar os lucros. Para evitar conflitos com outros usos da terra, as atividades turísticas se concentram em zonas selecionadas (Delta, parques escolhidos e reservas de animais selvagens). Os produtos do turismo são mais diversificados e cada vez mais permitem o turismo de massa. O tráfego transfronteiriço de turistas é simplificado nos regulamentos de visto e aduaneiras. Essa abordagem também cria novas vagas de trabalho para uma pequena parte de moradores locais que vivem nas zonas designadas. Novos conceitos de turismo foram desenvolvidos dentro da bacia para maximizar o número de turistas e o conceito de gestão transfronteiriça de animais selvagens é respeitado para a maximização do lucro.

5.2.4 Cenário 4: *O crescimento lento*

A lógica subjacente deste cenário é que há **forte cooperação** entre os países da bacia, que a administram como uma entidade econômica e ecológica (priorizados por interesses nacionais). A OKACOM recebeu um mandato poderoso e realiza atividades de monitoramento e avaliação, sendo que suas recomendações são fortemente levadas em conta na elaboração de políticas nacionais.

Outro pressuposto importante é que as **noções de sustentabilidade** alteram fundamentalmente os valores e estilos de vida da sociedade. Embora os mercados sejam o principal mecanismo econômico, os valores sociais, culturais e ambientais são igualmente importantes. Os interessados fazem esforços consideráveis para aumentar seus conhecimentos sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso dos recursos. Quaisquer atividades econômicas, inovações agrícolas, gestão florestal e desenvolvimentos hidrelétricos são decididos levando em conta toda a gama de benefícios provenientes dos recursos naturais para as gerações presente e futura, em escala local, nacional, da bacia e global. Isto também inclui decisões políticas conscientes para mitigar o avanço da integração e consumismo do mercado global com seus efeitos negativos, como a mercantilização dos recursos naturais e a produção de resíduos. Para promover e apoiar o desenvolvimento sustentável, doadores internacionais prestam assistên-

A Bacia do Okavango – Crescimento Lento

Principais características da sinopse do cenário *O crescimento lento*:

- Noções de sustentabilidade mudaram fundamentamente os valores e estilos de vida da sociedade. No entanto, esta forma de desenvolvimento seguiu uma trajetória lenta de crescimento econômico, pois a estratégia ‚salto' para um futuro de exploração (conforme descrito em outros cenários) não pôde ser seguida. Há uma forte cooperação entre os países da bacia, que é gerida como uma entidade econômica e ecológica.
- Um plano coordenado de uso da terra foi desenvolvido, baseado em vantagens ecológicas comparativas. O comércio entre os países é encorajado.
- Decisões políticas conscientes para amenizar o consumismo e a integração de mercados globais e seus efeitos negativos como a mercantilização de recursos naturais e produção de lixo.
- A OKAKOM facilita um plano coordenado de uso da terra e monitora a qualidade e fluxo da água, a degradação do solo e a biodiversidade.
- Os países promovem principalmente inovações fortemente ligadas à produção agrícola em pequena escala.
- O ecoturismo de ponta se concentra em zonas selecionadas conjuntamente e a população local está fortemente integrada aos conceitos de turismo.

cia técnica e financeira, e esta **ajuda internacional** é coordenada entre os países.

Uma vez que a bacia serve como fonte de recursos para as necessidades e interesses transfronteiriços, A OKACOM facilita um processo coordenado de **planejamento do uso da terra**. O zoneamento leva em conta vantagens econômicas e ecológicas comparativas e incentiva o comércio entre os países: o turismo em Botsuana, a carne em Botsuana e Namíbia, a silvicultura e a produção agrícola na Namíbia e Angola e a hidrelétrica em Angola. O desenvolvimento da área de proteção Zambesi, do Kavango, está fortemente ligado ao processo de planejamento estratégico da OKACOM.

A OKACOM monitora o clima, a degradação do solo, a qualidade e fluxo da água, bem como a biodiversidade, a fim de colaborar na formulação e implantação de políticas de **gestão sustentável dos recursos** naturais nacionais. Os Estados dão maior prioridade ao acompanhamento e aplicação das leis ambientais estatutárias e consuetudinárias. Multas e punições são elevadas e tem efeito restringente sobre as atividades de degradação de recursos, tal como a extração ilegal de madeira.

Os países promovem, principalmente, inovações ligadas à **produção agrícola em pequena escala**. A idéia subjacente é que devemos esperar que um grande número de pessoas viva, pelo menos a médio prazo, da agricultura familiar e o desenvolvimento justo deve, portanto, melhorar as suas condições de vida. Mais especificamente, a política de educação foca na **educação básica** e os pequenos agricultores recebem treinamento em práticas sustentáveis adaptadas de uso de recursos, como a irrigação por gotejamento, a agricultura de conservação, a gestão florestal e pastagens comunitárias, a gestão do gado e o turismo comunitário. Esses tipos de treinamentos podem ser oferecidos a um grande número de pessoas e as intervenções levam ao aumento na produtividade sem diminuir a base de recursos naturais. O uso da biodiversidade é o bem maior nesse modelo de desenvolvimento.

Campos existentes ou recém-formados de sistemas de produção agrícola em grande escala têm que obedecer a rigorosos requisitos ambientais. Isso se refere em particular à **captação de água**, mas também à sua qualidade e a do solo, entre outros usos dos recursos naturais.

Fig. 135: Treinamento em Agricultura de Conservação em Mashare, Namíbia. Fotos: A. Gröngröft e H. Seidel.

Fig. 136: Passeios de Mokoro no Delta Okavango: Conceito de turismo sustentável integrando a população local. Foto: S. Domptail.

Fig. 137: A balsa entre Rundu, Namíbia e Calai, Angola será em breve substituída por uma ponte? Foto: H. Göhmann.

Como o paradigma de desenvolvimento foca nos meios de subsistência rurais para uma população maior, a **urbanização** é bastante moderada. Porém, os centros regionais Chitembo, Caiundo, Menongue, Rundu e Maun, Shakawe e Katwitwi aumentam sua população. Mais aldeias crescem conforme ganham pequenas e médias empresas, graças às novas oportunidades econômicas. Algumas delas se tornaram cidades.

No entanto, as políticas de urbanização evitam e atenuam o esgotamento localizado de recursos naturais, o aumento da demanda por energia, água e transporte, bem como o descarte de resíduos não processados.

Neste cenário, os três países desenvolvem e implantam em conjunto diretrizes para promover o **ecoturismo** de ponta, gerando maior renda com o menor impacto ecológico possível. O turismo se concentra em zonas selecionadas, especialmente em torno de parques nacionais, e os produtos turísticos são diversificados (turismo fotográfico, troféu de caça, turismo de aventura, pesca,turismo cultural e educacional), a fim de produzir renda máxima de habitats naturais e, portanto, aumentar os incentivos para preservá-los. A população local esta fortemente integrada em conceitos de turismo.

Assim, a maioria das famílias rurais não precisa ceifar **recursos naturais** para gerar mais dinheiro, já que há um aumento das oportunidades de geração de renda vindas da agricultura, do turismo, do empreendedorismo ativamente estimulado e do processamento de mercadorias.

Para facilitar o comércio entre os três países, países vizinhos e ainda apoiar uma conexão melhor, a **infraestrutura** será melhorada consideravelmente. Isso inclui uma ponte perto de Rundu e postos de fronteira adicionais para aumentar transições mais freqüentes entre os países. Mais locais de armazenamento para os produtos agrícolas são construídos perto das cidades e vilas maiores dos três países, bem como feiras livres para comercializar produtos agrícolas de pequena escala. É apoiado o uso de energia renovável.

5.3 Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros para Cusseque

De acordo com a lógica do cenário descrito acima, quatro possíveis alternativas de desenvolvimentos futuros foram desenvolvidas para o núcleo central de Cusseque.

5.3.1 Desenvolvimentos futuros para todos os cenários

Para o período entre os anos de 2016 a2045, os modelos projetam um clima mais quente e seco. Espera-se que a precipitação anual diminua de 50 a 150 mm e a estação chuvosa poderá ficar até 20 dias mais curta. A temperatura média anual é projetada para aumentar em 1,5 a 2 °C e a temperatura mínima e máxima durante a estação chuvosa devem aumentar de 1 a 1,5 °C e 1 a 2 °C, respectivamente.

No núcleo central de Cusseque, a fertilidade manteve-se elevada e é um fator proeminente do crescimento populacional. Os assentamentos existentes entre Kaololo e Calomba se uniram, conectados por pequenas lojas de artesanato e de restauração que atendem as demandas agrícolas (suporte técnico, fertilizantes, sementes, etc.), o comércio terrestre (madeira, carvão vegetal, farinha de mandioca, etc.) e a comercialização de produtos e artesanato local. Um pequeno mercado rural se desenvolveu ao lado da estrada. Os centros urbanos como Menongue, Chitembo e, mais longe, Huambo e Kuito têm experimentado crescimento rápido e contínuo, que influencia outras variáveis, por exemplo, demandas financeiras e de energia doméstica.

A pecuária comercial ainda é irrelevante dentro do núcleo central e a área de Cusseque manteve-se sem maiores produções.

Fig. 138: Mulher em Cusseque. Foto: M. Finckh.

5.3.2 Cenário 1: *A corrida pelo dinheiro*

Principais tendências de desenvolvimento

Dentro deste cenário, assumimos que a **colaboração entre os três países** foi abandonada em favor da concorrência feroz dentro da região para se tornar um agente na economia global. A grande expansão do setor comercial baseada na reconstrução da infraestrutura e do considerável investimento externo continua. A agricultura de irrigação orientada para a exportação de arroz, milho, cítricos e produtos lácteos se expande em solos férteis. Centros urbanos como Menongue e cada vez mais Chitembo passam por um desenvolvimento rápido do setor comercial, anunciando e comercializando todos os tipos de bens de consumo modernos. Órgãos políticos e legislativos regionais claramente facilitam os investimentos e a criação desses novos mercados. Mercados urbanos baseados em fluxos financeiros tiveram um enorme impacto sobre as periferias rurais e, especialmente, a mercantilização do carvão progrediu.

Efeitos sobre o núcleo central de Cusseque

O comércio transfronteiriço modernizado e a infraestrutura rodoviária melhorada colocam pressão sobre os recursos da terra nas partes do sul do Bié. Assentamentos ao longo da estrada principal se espalham por regiões naturais na área do Cusseque. Estradas de terra e trilhas secundárias estão se expandido para o interior do núcleo central, por exemplo, de Chingueia para o alto do vale Cusseque, e de Satchijamba para Soma Cuanza. Poços para consumo doméstico de água são perfurados nas aldeias, pois a qualidade da água do rio Cusseque declinou muito devido à agricultura de irrigação rio acima e ao esgoto dos assentamentos ao longo da estrada principal. A eletrificação rural se estende para as aldeias ao longo da estrada principal e a cobertura de telefonia celular alcança todas elas.

Investimentos agrícolas em grande escala são ativamente incentivados. Investidores adquirem terras para sistemas de irrigação agrícolas nas planícies arenosas ao longo do rio Cusseque. Os agricultores locais são incentivados a aderir ao sistema de produção por contrato ou trabalhar em fazendas comerciais. Agentes mais fortes das comunidades locais com acesso a capital ou subsídios intensificam o uso agrícola nos campos atuais usando tratores e fertilizantes e, assim, aumentam seus rendimentos. No

O local de estudo de Cusseque – Corrida por Dinheiro

Configurações do cenário:

- Interesses nacionais: encorajar investimentos em grande escala e criar novos mercados.
- Monitoramento e cumprimento dos regulamentos ambientais fracos.

Principais características da sinopse do cenário *A corrida pelo dinheiro* para Angola:

- Agricultura de irrigação orientada para a exportação de arroz, milho, soja e frutas cítricas se expande nos solos férteis.
- Grande expansão do setor comercial baseado no desenvolvimento de infraestrutura e investimento externo.

Principais características da sinopse do cenário *A corrida pelo dinheiro* para o núcleo central de Cusseque:

- Estradas secundárias e trilhas se expandem no interior.
- Investidores adquirem terra para sistemas de irrigação nas planícies arenosas ao longo do rio Cusseque.
- A maior parte dos agricultores não consegue melhorar sua renda familiar. A pobreza permanece no núcleo central e a desigualdade social está aumentando.
- A produção de carvão esgotou seus recursos próprios e as florestas foram amplamente substituídas pela agricultura familiar e plantações comerciais.
- A integridade da paisagem foi severamente danificada e o uso explorador da terra destruiu seu potencial para futuros desenvolvimentos turísticos.
- As águas dos rios perdem sua qualidade de água potável, devido à poluição e captação.

entanto, a maioria dos agricultores não é capaz de melhorar sua renda e a produtividade da agricultura familiar está diminuindo. A pobreza rural persiste no núcleo central e a desigualdade social esta aumentando. O cultivo semipermanente com forte foco na colheita predomina e membros pobres das comunidades expandem a atual agricultura de corte e queima para o interior. Surgem conflitos entre as autoridades tradicionais (Sobas e conselheiros que visam à preservação da terra comum) e famílias que têm direito consuetudinário à sua terra e pretendem utilizá-la/explorá-la para a geração de renda pessoal.

A migração interna para os centros urbanos é muito comum, mas também está em andamento certa remigração de pessoas para as comunidades, o que funciona como um repositório.

Ainda existem lacunas críticas na integração setorial das políticas ambientais e as autoridades provinciais permitem desmatamentos florestais em grande escala para investimentos agrícolas. O monitoramento das regulamentações ambientais não tem prioridade e somente casos graves de poluição e degradação são investigados e levados ao tribunal. O comércio de recursos naturais, como carvão, madeira e carne de animais selvagens, de fato não é regulamentado. Como o tamanho das áreas naturais diminuiu muito, a intensidade de extração de recursos naturais nas pequenas áreas preservadas remanescentes cresceu consideravelmente. A produção de carvão vegetal aniquilou seus recursos próprios e se deslocou para o leste, em Moxico. As florestas de Miombo foram amplamente substituídas pela pequena agricultura familiar, em plantações florestais de espécies de *eucalipto* e *pinus* de rápido crescimento. A produção remanescente de madeira das florestas naturais de Miombo é suficiente somente para satisfazer a demanda local dos assentamentos no núcleo central. A produção de mel caiu fortemente devido à redução das florestas de miombo.

O regime de incêndio permanecerá quase o mesmo que o atual, com exceção dos maiores sistemas agrícolas na

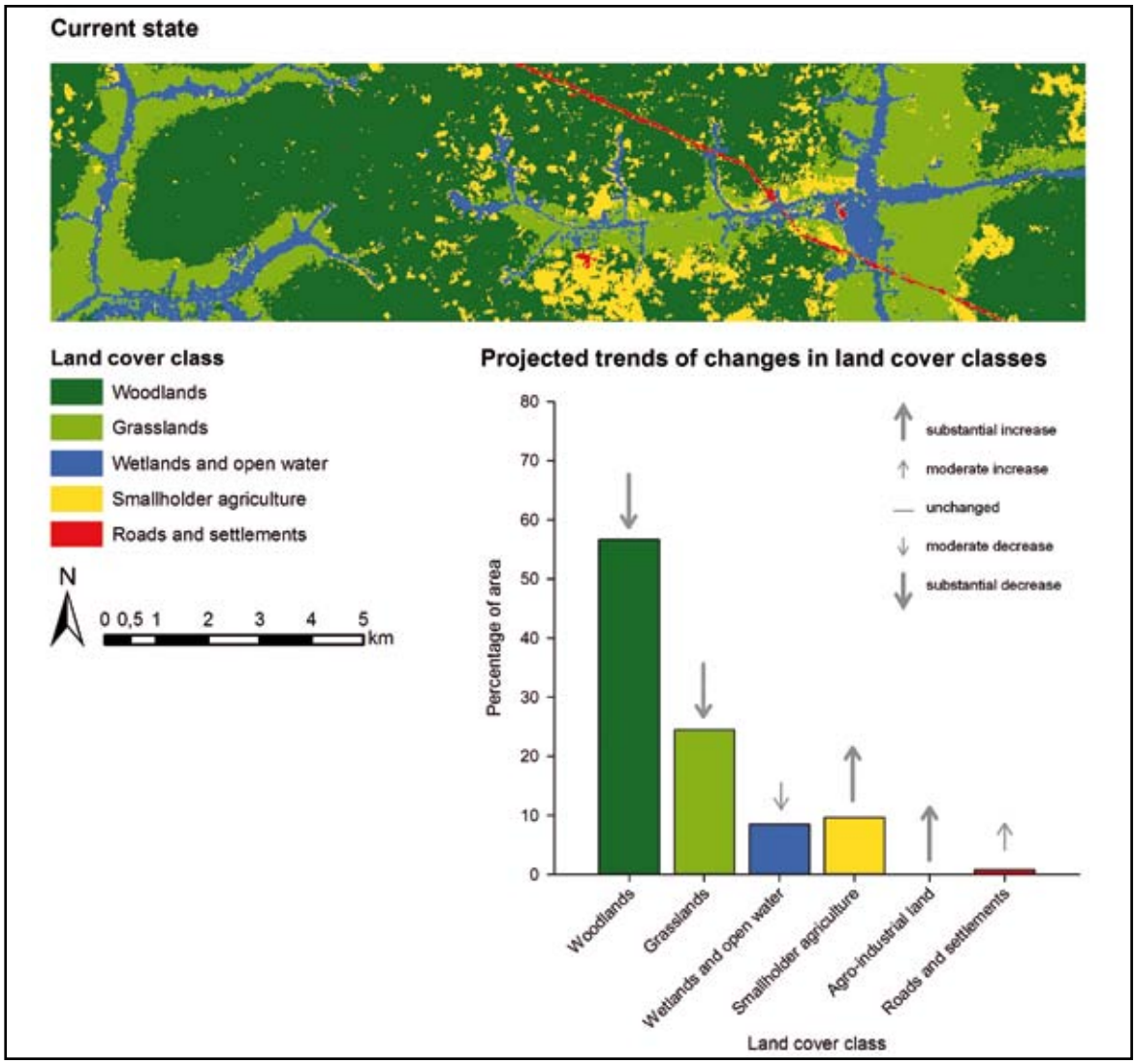

Fig. 139: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Cusseque, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'A corrida pelo dinheiro'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

várzea de Cusseque que utilizam a queima controlada após a colheita (no início da estação seca). A pureza da paisagem é fortemente reduzida e as pastagens, anteriormente imaculadas existentes nos vales, foram transformadas em campos fragmentados. A infraestrutura agroindustrial (por exemplo, silos e galpões) e trilhas irá alterar ainda mais a paisagem. As florestas naturais foram fragmentadas e degradadas pela agricultura de corte e queima, pela produção de carvão e por plantações florestais. A infraestrutura agroindustrial, por exemplo silos e galpões, e trilhas alteram ainda mais a paisagem. Grande parte da fauna desapareceu quase que completamente devido a perdas de habitat e caça. Já as espécies endêmicas e sensíveis desapareceram completamente.

O turismo permanece inexistente na área de Cusseque e nenhuma terra foi dedicada à preservação. A exploração destruiu o potencial para futuras atividades turísticas.

Devido à irrigação livre, o fluxo dos rios de Cusseque e Sovi diminuirá de 30 % (período chuvoso) a 50 % do seu fluxo de base atual na estação seca. O uso agrícola de turfeiras destruiu suas funções físicas de amortecimento e filtro químico. Os principais córregos são fortemente afetados pelo esgoto doméstico e pelo aporte de nutrientes e pesticidas dos sistemas de irrigação. A água do rio perdeu a antiga qualidade de água potável. O crescimento dos assentamentos ao longo da estrada causa cada vez mais problemas sanitários, especialmente no que diz respeito à água potável.

5.3.3 Cenário 2: *O crescimento verde*

Principais tendências de desenvolvimento

O cenário 'crescimento verde' descreve um futuro em que a **colaboração entre os três países** é abandonada em favor da otimização nacional da gestão de recursos naturais. Angola partilha o paradigma de que para combater a pobreza e promover o desenvolvimento do crescimento econômico, a industrialização e a mercantilização são essenciais. Os governos nacionais e regionais atraem investidores ativamente, oferecendo subsídios, crédito e reduções fiscais.

Há consciência crescente em Bié da necessidade de produzir, comercializar e exportar produtos agrícolas e silvícolas de forma sustentável, mas o foco é em opções de forte crescimento econômico. Portanto, a província investe e apóia práticas modernas de uso do solo, considerando as externalidades ecológicas. Com relação às inovações agrícolas, soluções tecnológicas sustentáveis (por exemplo, irrigação por gotejamento) são aplicadas com foco em bioprodutos com preços elevados para os mercados de exportação e no ecoturismo nacional de ponta. Investimentos em grande escala em sistemas 'verdes' são bastante encorajados, fazendo com que investidores adquiram terras para sistemas de investimento agrícola e florestal comerciais, porém sustentáveis. Os rótulos ecológicos e a certificação de comércio justo serão incentivados.

O local de estudo de Cusseque – Crescimento Verde

Configurações do cenário:

- Políticas nacionais buscam o desenvolvimento com base no uso sustentável de recursos.
- Melhoria do monitoramento e aplicação de regulamentos ambientais.

Principais características da sinopse do cenário *O crescimento verde* para Angola:

- Os governos nacionais e regionais atraem investidores ativamente. Investimentos em grande escala em sistemas ‚verdes' são muito encorajados.
- A província incentiva praticas modernas de uso da terra, que consideram as externalidades ecológicas.

Principais características da sinopse do cenário *Crescimento verde* no núcleo central de Cusseque:

- Estradas de terra e trilhas secundárias se expandem no interior.
- Um sistema de irrigação para produtos hortícolas orgânicos é criado ao longo do rio Cusseque.
- Concessões florestais para produção sustentável de carvão e madeira dominam o interior e a expansão de campos é restrita.
- Agricultores locais são encorajados a participar de cooperativas ou trabalhar em fazendas comerciais.
- A pobreza persiste no núcleo central e a desigualdade social está crescendo.
- Direitos agrários consuetudinários são parcialmente retirados pelas autoridades estatais. Grandes áreas da terra comunitária estão sendo entregues para investidores agrícolas e silvícolas.
- Concessionários florestais restringem o acesso dos pequenos produtores à caça e produção de mel. Os recursos de animais selvagens se recuperam parcialmente sob esta proteção eficiente.
- Fazendas baseadas em turismo se desenvolvem lentamente e o uso da terra sustentável mantém o potencial para um desenvolvimento turístico maior em algumas áreas.
- A qualidade da água é localmente afetada pela poluição e os afluentes principais perdem sua antiga condição de água potável.

Os efeitos no núcleo central de Cusseque

O reforço do comércio transfronteiriço e a melhoria da infraestrutura rodoviária abrem novas oportunidades para o uso da terra em partes do sul de Bié. Estradas de terra e trilhas secundárias se expandem para o interior do núcleo central, por exemplo, de Chingeia para o alto do vale Cusseque e de Satchijamba para Soma Cuanza, e dão acesso às concessões florestais no interior. Poços para consumo doméstico de água, eletricidade e cobertura de telefonia celular se estendem para todas as aldeias ao longo da estrada principal, com o objetivo de atrair pessoas para viverem permanentemente nessas áreas.

Um sistema de irrigação para a produção orgânica de produtos hortícolas é fundado nas planícies arenosas ao longo do rio Cusseque. Os agricultores locais são incentivados a participar de cooperativas ou trabalhar em fazendas comerciais. Fortes agentes das comunidades locais com acesso a capital ou subsídios intensificam o uso agrícola e usam a abordagem da agricultura de conservação com tratores e adubos orgânicos, aumentando seus rendimentos. O cultivo semipermanente com forte foco em culturas comerciais prevalecerá entre os pequenos agricultores e a expansão dos campos do interior é restrita a concessões de gestão florestal sustentável para a produção de madeira e carvão vegetal. Pequenos agricultores são, portanto, obrigados a permanecer em seus campos atuais, sofrendo pela diminuição da fertilidade do solo. A pobreza persiste no núcleo central, pois a maioria dos agricultores não será capaz de melhorar sua renda familiar, fazendo com que a desigualdade social aumente.

Com a extração comercial de madeira certificada e instalações de agricultura orgânica espalhadas pelas áreas montanhosas de Angola, os potenciais agentes de integração dos pequenos produtores no mercado (como pousadas turísticas, hotéis e supermercados nos centros urbanos) compram, sobretudo, destes produtores certificados. O mercado para os pequenos produtores é, portanto, cada vez mais restrito às feiras livres nos cen-

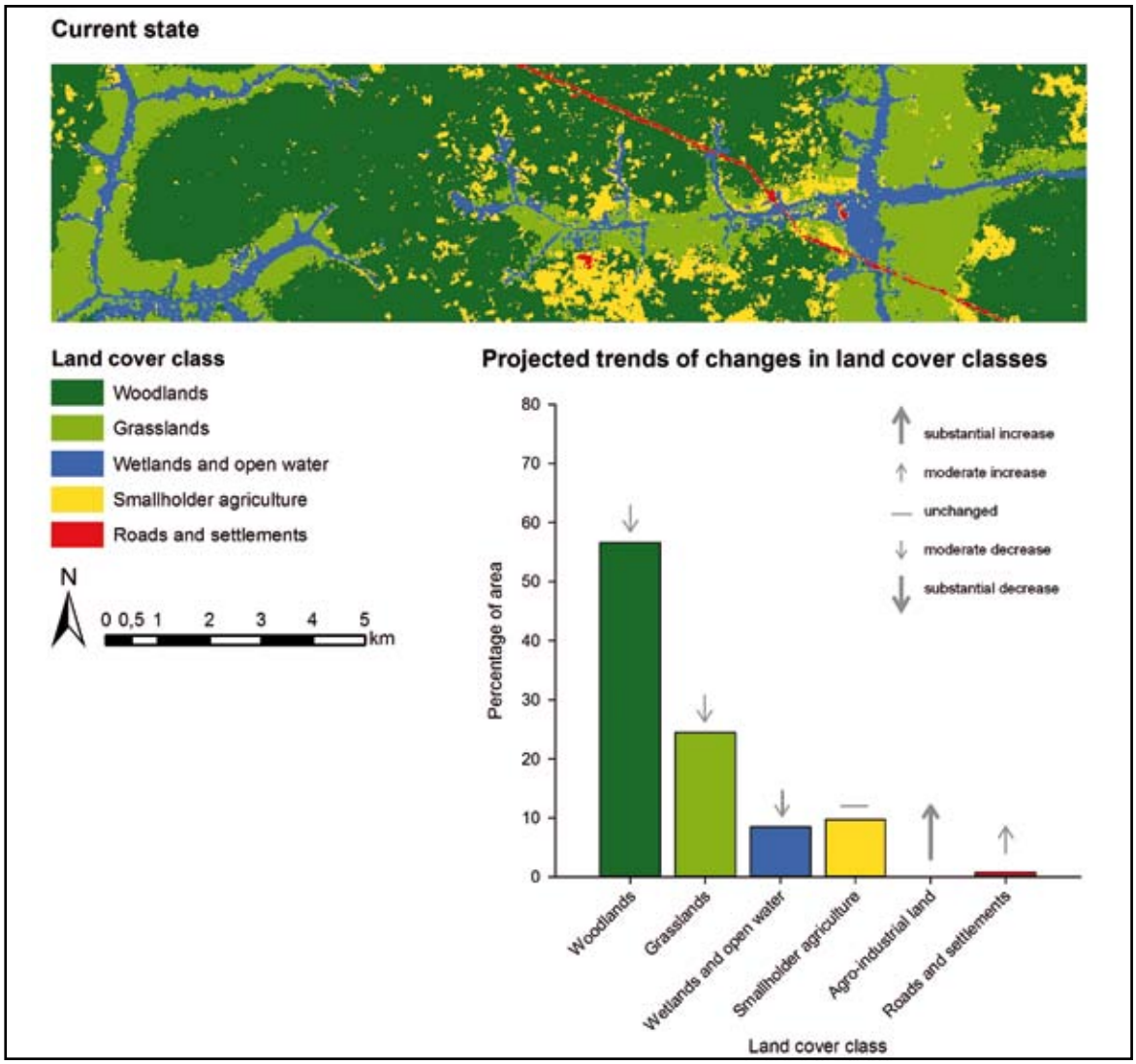

Fig. 140: O mapa à esquerda mostra a situação atual das classes simplificadas de cobertura da terra do núcleo central de Cusseque .As barras do gráfico à direita ilustram o percentual de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as mudanças simuladas dentro do cenário 'crescimento verde'. Observação: as flechas indicam as mudanças relativas apenas a sua respectiva classe de cobertura.

tros urbanos próximos, comunidades rurais ou vendas de beira de estrada. Porém, como resultado do aumento das densidades populacionais, esse mercado continuará a crescer, mas de qualquer forma a integração de pequenos produtores nele continuará limitada.

Os direitos consuetudinários a terra são parcialmente retirados por autoridades estatais. Transferências de terras de comunidades para indivíduos e organizações que objetivam o uso comercial da terra em grande escala não dependem da aprovação das autoridades tradicionais e dos membros da comunidade. As indenizações são baseadas em normas governamentais. Na terra comunitária remanescente, as autoridades tradicionais tem poder para aplicar as leis consuetudinárias relacionadas aos recursos naturais.

A migração para os centros urbanos acontece, no entanto, devido ao aumento dos esforços nacionais para apoiar e melhorar os meios de subsistência agrícolas. Será bastante comum a remigração para as comunidades por meio de oportunidades de trabalho em setores como o turismo.

Um melhor conhecimento sobre as interações entre o uso da terra e as funções ecossistêmicas está disponível a níveis institucionais. Baseada nisto, a administração local instiga investimentos em sistemas inovadores de uso do solo, levando em conta os aspectos ecológicos. Assim, grandes extensões de terras comuns são dadas aos investidores agrícolas e silviculturais. São feitos esforços significativos para melhorar o monitoramento e o cumprimento de normas ambientais. Procedimentos padronizados em avaliações de impacto ambiental, extração de recursos e controle da poluição são realizados por uma equipe especializada, especialmente nas fazendas comerciais e nas concessões florestais. A nível local, os líderes tradicionais são forçados a aplicar as leis que restringem a gestão de recursos não sustentáveis.

Enquanto grandes extensões do interior têm sido doadas a empresas florestais, o acesso a essas terras (e, portanto, a intensidade da extração de produtos não-madeireiros) é limitado. O controle da produção de carvão vegetal passou para estas concessionárias florestais, que restringem o acesso de pequenos produtores às suas concessões para caça ou produção de mel. A produção de madeira das florestas naturais de Miombo está aumentando, mas é focada nos mercados urbanos. Os animais selvagens se recuperam parcialmente sob essa proteção. Nas extensões de floresta de propriedade coletiva remanescentes, a área de vegetação natural diminuiu consideravelmente e a intensidade de extração de recursos naturais nestas áreas sob controle comum cresceu proporcionalmente. No entanto, diretrizes e instituições nacionais reduzem a mercantilização maciça de madeira e carvão vegetal.

O controle de incêndios mudou significantemente e concessionárias florestais aplicam rigoroso controle de fogo pós-colheita, com gestão geral de incêndio com controle corta-fogo no início da estação seca. As florestas de Miombo do interior serão administradas sob paradigmas de gestão florestal sustentável. A freqüência e intensidade de incêndio estão em declínio. Limitações de utilização

O local de estudo de Cusseque – Pedreira na Bacia

Características dos cenários:

- Crescente colaboração econômica entre os três países da bacia.
- A bacia serve como uma fonte de exploração otimizada de recurso.
- Gestão transfronteiriça integrada.

Principais características da sinopse do cenário *A exploração da bacia* em Angola:

- Grande expansão do setor comercial baseado no desenvolvimento de infraestrutura e investimento externo.
- Angola apóia práticas de uso intensivo da terra sem considerar as externalidades ecológicas. Projetos agroindustriais são ativamente incentivados através da oferta de subsídios, crédito e reduções fiscais.
- Autoridades provinciais permitem a conversão em grande escala da terra virgem para usos agrícolas. Agricultura focada na exportação de arroz, milho, soja e frutas cítricas em solos férteis. Plantações de *eucalipto* e *pinus* são encorajadas.

Principais características da sinopse do cenário *A exploração na bacia* no núcleo central de Cusseque:

- Estradas de terra e trilhas secundárias se expandem para o interior.
- Investidores criam sistemas de irrigação ao longo do rio Cusseque.
- Sistemas agrícolas heterogêneos reforçam a desigualdade social e a pobreza persiste no núcleo central. A estratificação social e a crescente desigualdade causam considerável tensão nas comunidades.
- A extração de recursos naturais cresceu consideravelmente e a produção de carvão esgotou seus próprios recursos.
- Paisagens são fragmentadas e degradadas pela agricultura, produção de carvão e plantações florestais. O uso exploratório da terra destruiu o potencial para futuros desenvolvimentos turísticos.
- A maioria dos cursos d'água perde sua antiga qualidade de água potável.

da casca e a gestão sistemática melhoram a quantidade e a qualidade da regeneração florestal. A exploração de grandes áreas de floresta adulta, por outro lado, clareia grandes extensões da densa floresta de Miombo.

Partes das pastagens arenosas ao longo do rio Cusseque foram transformadas em sistemas de horticultura para a produção orgânica de vegetais. A pureza da paisagem está consideravelmente reduzida e as pastagens, atualmente coerentes nos vales, estão se tornando fragmentadas pela transformação de setores selecionados em campos. A infraestrutura agroindustrial (por exemplo, silos e galpões) e trilhas alteram a paisagem e as florestas naturais estão se tornando fragmentadas por trilhas florestais. Espécies endêmicas e sensíveis de pastagem desaparecem nos arredores de pastagens modificadas. No entanto, pântanos e pastos adjacentes aos cursos d'água são mantidos fora da expansão agrícola com o objetivo de proteger a qualidade da água. Os assentamentos permanecem localizados junto à estrada principal.

O turismo agrícola se desenvolve lentamente na área de Cusseque e o uso sustentável da terra mantém o potencial para futuras atividades turísticas.

A extração de água dos rios Cusseque e Sovi aumenta e o fluxo diminui em 10 % (estação chuvosa) e 20 % (período seco). A qualidade da água é localmente afetada pelo esgoto doméstico, pelo fluxo reduzido e pelo aporte de nutrientes dos sistemas de irrigação hortícolas. A água dos principais afluentes do rio perde a qualidade atual de água potável.

5.3.4 Cenário 3: *A extração na bacia*

Principais tendências de desenvolvimento

Neste cenário 'A extração na bacia' assumimos que os três países desenvolveram uma colaboração econômica estreita e distribuíram a exploração de recursos entre eles, a fim de maximizar o crescimento econômico.

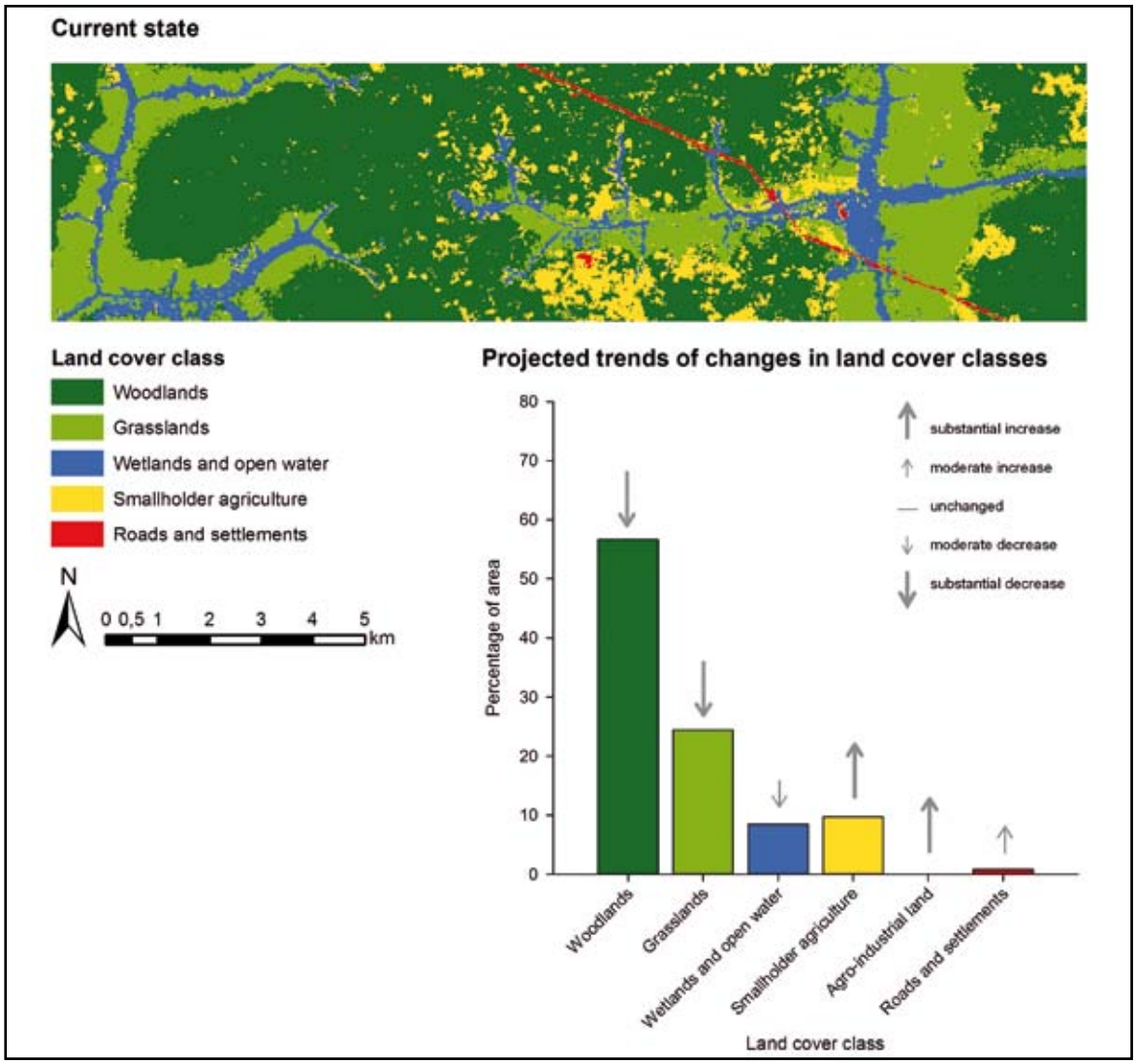

Fig. 141: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Cusseque, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'A extração na bacia'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

Angola compartilha a visão de que para combater a pobreza e promover o desenvolvimento do crescimento econômico a industrialização e a mercantilização são essenciais. A grande expansão do setor comercial baseada na reconstrução da infraestrutura e um considerável investimento externo continua. A província apóia práticas de uso intensivo da terra, sem grandes considerações pelas externalidades ecológicas, e os grandes projetos agrícolas são ativamente encorajados. Os governos nacionais e provinciais atraem investidores deliberadamente, através da oferta de subsídios, crédito e reduções fiscais. A agricultura de irrigação orientada para a exportação de arroz, milho, cítricos e produtos lácteos se expande em solos férteis. Menongue e Chitembo passam por desenvolvimento rápido do setor comercial, anunciando comercializando todos os tipos de bens de consumo modernos. Os mercados urbanos baseados em fluxos financeiros têm enorme impacto sobre as periferias rurais e, especialmente, a mercantilização do carvão tem aumentado.

A província de Bié segue um modelo de desenvolvimento baseado na produção, comercialização e exportação de produtos agrícolas e silvícolas. A ênfase é em opções de forte crescimento econômico e relacionadas às inovações agrícolas, com abordagens agroindustriais convencionais incentivadas. As autoridades provinciais permitem a transformação em grande escala de terras naturais para uso agrícola. Plantações de crescimento rápido de *eucalipto* e *pinus* são incentivadas em solos agrícolas degradados e plantações florestais adicionais substituem as florestas nativas. As disposições legislativas para avaliações de impacto ambiental (EIAs) permanecem obscuras e inespecíficas. Há pequenos esforços para aumentar o conhecimento geral sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso dos recursos.

Os efeitos no núcleo central de Cusseque

Práticas aduaneiras modernizadas e alinhadas e o aperfeiçoamento da infraestrutura rodoviária permitem melhoras no comércio transfronteiriço, colocando pressão sobre os recursos agrários nas partes ao sul de Bié. A localização da estrada principal da Angola central à Namíbia, com forte aumento do tráfego internacional, permite melhores oportunidades para comercializar produtos locais. Estradas de terra e trilhas secundárias se expandem para o interior do núcleo central, por exemplo, de Chingueia para o alto do vale Cusseque e de Satchijamba para Soma Cuanza. Poços para consumo doméstico de água, energia elétrica e cobertura de telefonia celular chegam a todas as aldeias ao longo da estrada principal.

Investidores adquirem terras para sistemas agrícolas de irrigação nas planícies arenosas ao longo do rio Cusseque. Os agricultores locais são incentivados a aderir ao sistema de contrato agrícola ou a trabalhar em fazendas comerciais. Os sistemas agrícolas heterogêneos se desenvolvem de forma crescente, inovadora e bem conectada. Pequenos proprietários rurais participam de treinamento oferecido por serviços de extensão e usam a oportunidade oferecida pelo governo para modernizar a sua agricultura com máquinas, insumos químicos e sementes melhores. Estes agricultores mudam para os sistemas de produção convencionais permanentes com tratores, fertilizantes e pesticidas e contratam vizinhos como trabalhadores ocasionais para seus arrendamentos. Eles adquirem terras adicionais de seus vizinhos, que as fornecem em troca de possibilidades de pagamento e de trabalho. No entanto, a pobreza rural persiste no núcleo central. Apenas algumas pessoas encontram trabalho em empresas agrícolas ou silvícolas e a maioria dos agricultores não são capazes de melhorar sua renda familiar, expandindo assim a agricultura de corte e queima ainda mais para o interior. Devido à crescente escassez de terra, vários pequenos agricultores se transformam em semipermanentes em razão do problema em curso de degradação do solo. O processo de estratificação social e desigualdade crescente provocam tensão considerável dentro das comunidades rurais. Parte dos pequenos produtores marginalizados, junto com autoridades locais, se opõe ao desenvolvimento, pois o vêem como uma ameaça ao sistema de posse da terra tradicional.

A migração para os centros urbanos é muito comum, mas também acontece uma remigração de famílias para as comunidades, o que funciona como um repositório.

No entanto, ainda existem lacunas críticas na integração setorial de políticas ambientais. O monitoramento das regulamentações ambientais não é prioridade e apenas casos graves de poluição e degradação são levados ao tribunal. O comércio de recursos naturais, como carvão, madeira e carne de animais selvagens, não é claramente regulamentado. Como as áreas naturais diminuíram substancialmente, a intensidade da extração de recursos naturais nas pequenas áreas remanescentes cresceu consideravelmente. A produção de carvão vegetal aniquilou seus próprios recursos e se descolado para o leste em Moxico. A produção de madeira de florestas naturais é suficiente apenas para satisfazer a demanda local das vilas. Grandes partes das pastagens naturais ao longo do rio Cusseque são substituídas por sistemas agroindustriais sustentáveis para a produção de arroz. As florestas de Miombo estão se transformando em campos de agricultura familiar e plantações florestais, com espécies de crescimento rápido de *eucalipto* e *pinus*.

O sistema de incêndio permanecerá mais ou menos o mesmo que nos dias de hoje, com exceção das empresas agrícolas na várzea de Cusseque que realizam queimadas controladas no início da estação seca.

A pureza da paisagem é fortemente reduzida e paisagens naturais são fragmentadas e degradadas pela agricultura, produção de carvão vegetal e plantações florestais. As

pastagens, anteriormente imaculadas nos vales, foram transformadas em campos. A infraestrutura agroindustrial e trilhas alteram ainda mais a paisagem. Os grandes animais desapareceram completamente, devido a perdas de habitat e espécies endêmicas e sensíveis, em sua maioria, desapareceram.

O turismo continua inexistente na área de Cusseque, nenhuma área foi dedicada à preservação e a exploração tem destruído o potencial para futuras atividades turísticas.

A extração de água dos rios Cusseque e Sovi chega a até 50 % do seu fluxo atual na estação seca. O crescimento dos assentamentos ao longo da estrada causa problemas sanitários, especialmente no que diz respeito à água potável. A qualidade da água é afetada pela redução do fluxo, combinada com o esgoto doméstico, nutrientes e pesticidas dos sistemas de irrigação. A água dos principais **córregos** do rio perde a qualidade atual de água potável.

5.3.5 Cenário 4: *O crescimento lento*

Principais tendências de desenvolvimento

A estrutura subjacente do cenário 'O crescimento lento' é a cooperação estreita entre os países da bacia e a bacia sendo gerida como uma entidade econômica e ecológica.

Angola compartilha a visão de que para combater a pobreza e promover o crescimento econômico, a industrialização e a mercantilização são essenciais. Com a ajuda de parceiros internacionais de pesquisa e desenvolvimento, um conhecimento melhor sobre as interações entre o uso da terra e o suprimento de serviços ecossistêmicos torna-se disponível. O governo nacional e provincial implanta estratégias de desenvolvimento rural e serviços funcionais de extensão agrícola em cooperação com agentes de desenvolvimento (USAID, GIZ, UNDP, Worldbank e FAO). As intervenções focam especificamente na melhoria dos rendimentos dos pequenos agricultores, fornecendo financiamentos de doadores ou tecnologias agrícolas subsidiadas de baixo custo (ou seja, rotações, diversificação de culturas, fertilidade do solo e aumento da eficiência do uso da água).

Investidores adquirem terra para sistemas de financiamento agrícola e florestal sustentáveis. A parte superior da bacia passa pelo desenvolvimento de novos produtos agrícolas para os mercados transfronteiriços, por exemplo, arroz, soja e frutas cítricas. Menongue e Chitembo experimentam um desenvolvimento rápido do setor comercial, anunciando e comercializando todos os tipos de bens de consumo modernos. Órgãos políticos e legislativos regionais controlam os investimentos e a criação desses novos mercados, especialmente a mercantilização da madeira, pois a produção de carvão é controlada e substituída por tecnologias alternativas. Há uma consciência crescente em Bié da necessidade de produzir, comercializar e exportar produtos agrícolas e silvícolas de forma sustentável.

Os efeitos no núcleo central de Cusseque

Práticas aduaneiras modernizadas e alinhadas, comércio transfronteiriço aprimorado e melhor infraestrutura rodoviária abrem novas oportunidades para o uso da terra em partes do sul de Bié. A população se concentra, principalmente, nas aldeias ao longo da estrada principal e estradas secundárias dão acesso aos alojamentos do interior. Escolas e clínicas serão construídas e poços para consumo doméstico de água terão sido perfurados, com o objetivo de atrair as pessoas para viverem permanentemente nas aldeias ao longo da estrada. A energia elétrica, a cobertura de telefonia e poços para fornecimento de água para uso doméstico chegam a todas as aldeias ao longo da estrada principal, para atrair as pessoas a viver permanentemente nelas.

Um sistema de irrigação de porte médio, para a bioprodução de produtos hortícolas foi implantado juntamente com a comunidade de Calomba, nas planícies arenosas ao longo do rio Cusseque. A província apóia os membros inovadores das comunidades locais a intensificar a utilização agrícola nos campos atuais, usando abordagens da agricultura de conservação com tratores e fertilizantes. A expansão de campos no interior ocidental é impedida por uma grande área de preservação, incluindo florestas, várzeas e pastagens, que permitem somente a extração sustentável de recursos selecionados para os pequenos produtores (mel, ervas medicinais e extração de madeira controlada). Os pequenos agricultores são, portanto, obrigados a permanecer em seus campos atuais, mas recebem agro-crédito e treinamento para melhorar os níveis de fertilidade e produtividade do solo. Muitos pequenos agricultores mudaram para práticas agrícolas inovadoras devido à degradação do solo com a conseqüente necessidade de adaptar as práticas de produção, ou a vontade de ganhar mais dinheiro para seguir um estilo de vida 'moderno'. Outros agricultores, por exemplo, aqueles que não estiverem dispostos a investir quantidade maior de trabalho no seu arrendamento e que estiverem satisfeitos com sua produção e subsistência atuais, continuam contando com práticas semipermanentes de cultivo degradante de recursos. A desigualdade total aumentou devido ao fato de que alguns agricultores aplicam as novas práticas com êxito, enquanto outros sobrevivem em terras cada vez mais degradadas. No entanto, existem mecanismos locais, como fundos de aldeia, formação e subsídios governamentais para ajudar os agricultores a evitar as armadilhas da pobreza.

Uma área de preservação foi criada como 'floresta comunitária' perto da região de Chitembo, para preservar

os ecossistemas de Miombo. A área serve também como um centro de pesquisa da ecologia de miombo na região sul africana.

A migração interna para os centros urbanos acontece, no entanto, devido ao aumento dos esforços nacionais para apoiar e melhorar os meios de subsistência agrícolas e as oportunidades de trabalho, muitas pessoas continuam a viver em assentamentos rurais e a remigração de pessoas para as comunidades é comum.

Os direitos consuetudinários a terra são efetivamente aplicados pelas autoridades estaduais. Transferências de terra coletiva das comunidades para indivíduos e organizações são baseadas na aprovação das autoridades tradicionais e dos membros da comunidade. As indenizações são baseadas em preços de mercado, regras governamentais e consenso e os pobres têm acesso equivalente a terra. A interação relativamente boa entre os direitos agrários consuetudinários e estatutários torna as comunidades menos propensas à apropriação de terras por entidades poderosas, aumentando seus incentivos para uma gestão sustentável da terra ainda comunitariamente gerida.

O governo iniciou processos de planejamento participativo do uso da terra local, considerando os aspectos ecológicos. O monitoramento e a aplicação das normas ambientais foram significativamente melhorados e a estreita colaboração entre as autoridades estatutárias e tradicionais é crucial nesse caso. Princípios subsidiários são aplicados, reduzindo os custos de monitoramento e execução para o governo. Como resultado, as leis consuetudinárias e estatutárias que restringem a extração de recursos, controlando os incêndios e regulando o desmatamento da floresta, são eficazes e eficientemente aplicadas. Líderes locais incentivam discussões comunitárias sobre o uso dos recursos naturais e introduzem novas leis consuetudinárias que restringem a exploração de recursos.

As florestas no interior são geridas pelas comunidades sob paradigmas florestais sustentáveis. A produção de carvão vegetal é restrita a áreas selecionadas, com controle rigoroso de queimadas pós-colheita. A produção de madeira das florestas naturais de miombo está crescendo, em parte para uso doméstico e parte para os mercados urbanos. As limitações de uso da casca e a gestão sistemática melhoram a quantidade e a qualidade da regeneração florestal. Como grandes extensões do interior foram declaradas áreas de preservação, o acesso a elas, e assim a intensidade da extração de produtos não-madeireiros, é limitado. Os animais selvagens se recuperam sob esta proteção e seus recursos são geridos coletivamente, além de animais selecionados estarem sendo reintroduzidos. Nas extensões de terra de propriedade

O local de estudo de Cusseque – Crescimento Lento

Configurações do cenário:

- Gestão transfronteiriça integrada.
- Foco no desenvolvimento ecológico, social e econômico sustentável.

Principais características da sinopse do cenário *Crescimento lento* para Angola:

- O governo implanta estratégias de desenvolvimento rural e serviços funcionais de extensão agrícola. As intervenções focam especificamente em pequenos agricultores.
- Investidores adquirem terra para sistemas agrícolas sustentáveis e investimentos florestais. Órgãos regionais, políticos e legislativos controlam os investimentos, considerando as externalidades sociais e ecológicas.

Principais características da sinopse do cenário *Crescimento lento* no núcleo central de Cusseque:

- A Infraestrutura educacional e de saúde foi consideravelmente melhorada.
- Direitos consuetudinários a terra são efetivamente aplicados pelas autoridades, que iniciaram um processo de planejamento participativo de uso da terra, levando em conta fatores ecológicos.
- Um sistema de irrigação de médio porte para produtos hortícolas orgânicos foi fundado, junto com a comunidade ao longo do rio Cusseque.
- Pequenos produtores recebem créditos agrícolas e treinamento para melhorar a fertilidade e nível de rendimento do solo.
- A desigualdade total aumentou, mas existem mecanismos para ajudar os agricultores a evitar as armadilhas de pobreza.
- O monitoramento e aplicação de regulamentos ambientais foi significantemente melhorado. A produção de carvão é restrita a áreas selecionadas, com rigoroso controle de incêndio pós-colheita.
- Uma área de preservação foi criada como uma ‚floresta comunitária' para preservar os ecossistemas do Miombo. O uso sustentável da terra e a área de preservação mantêm o potencial para futuros desenvolvimentos turísticos em algumas áreas.
- A integridade da paisagem da parte central do núcleo está consideravelmente reduzida. Por outro lado, florestas naturais e pastagens na área de preservação são mantidas quase intactas.
- A qualidade da água é afetada apenas localmente pela poluição.

coletiva remanescente, a área de vegetação natural diminuiu ligeiramente em razão do apoio à agricultura familiar permanente. A intensidade da extração de recursos naturais nas áreas preservadas remanescentes cresceu ligeiramente. No entanto, as externalidades ambientais são limitadas devido às melhores práticas no processo de extração. A freqüência e intensidade de incêndios estão em declínio, pois o governo introduziu e impôs regras restritas para as queimadas, limitando-as aos dois primeiros meses da estação seca (maio e junho).

A pureza da paisagem da parte central do núcleo é consideravelmente reduzida e as campinas, antigamente unidas nos vales Cusseque e Sovi, foram parcialmente fragmentadas e transformadas em campos. As infraestruturas agrícolas e trilhas alteram ainda mais a paisagem. Por outro lado, as florestas e pastagens naturais na zona de proteção são mantidas, em sua maioria, intactas. Algumas espécies de animais selvagens maiores se recuperam ou são reintroduzidas, porém espécies endêmicas e sensíveis de pastagem desaparecem nos arredores das vilas.

A localização estratégica ao longo da principal via de acesso à parte central da Angola abriu oportunidades para o turismo. Pequenos albergues existem ao longo da estrada e dois lodges já operam nos vales laterais próximos à área de proteção. Albergues e campings criam renda e oportunidades de emprego para os membros das comunidades locais. O uso sustentável da terra e a área de preservação mantém o potencial para futuras atividades turísticas.

A extração de água dos rios Cusseque e Sovi aumenta e o fluxo diminui de 10 % (estação chuvosa) a 20 % (período seco). Os pântanos continuam amplamente fornecendo seus serviços regulatórios. A qualidade da água é afetada somente localmente pelo esgoto doméstico, fluxo reduzido e aporte de nutrientes dos sistemas de irrigação hortícolas. A água dos principais afluentes do rio perde a qualidade de potável.

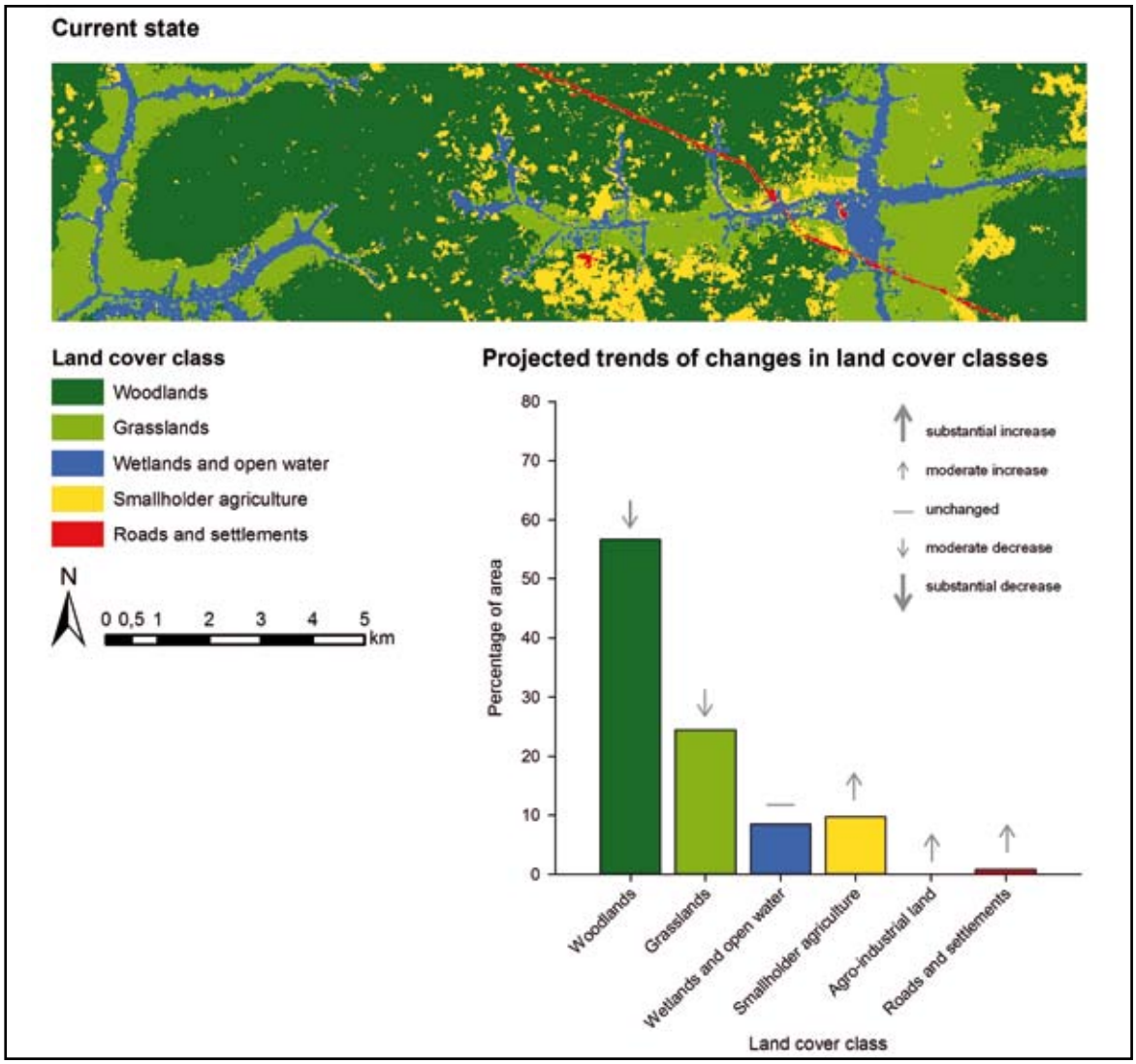

Fig. 142: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Cusseque, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'O crescimento lento'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

Fig. 143: O ecótono entre a pastagem e a floresta no Vale Cusseque Vale continua intocado. Foto: M. Finckh.

5.4 Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros para Mashare

De acordo com a lógica do cenário descrito acima, quatro possíveis desenvolvimentos futuros alternativos para o núcleo central de Mashare foram desenvolvidos.

5.4.1 Desenvolvimentos futuros para todos os cenários

No período de 2016 a 2045, os modelos projetam um clima mais quente e seco. A precipitação anual deverá diminuir em até 100 mm sem mudanças óbvias para a estação das chuvas. A temperatura média anual deverá aumentar em 1,5 a 2 °C e as temperaturas mínima e máxima na estação chuvosa deverão aumentar em 1 a 2 °C e 1,5 a 2 °C, respectivamente.

Em geral, toda a área do Kavango passou por um crescimento contínuo da população de cerca de 3 % ao ano. No núcleo central de Mashare, devido à alta fertilidade natural (taxa de fecundidade total, TFR, para o Kavango em 2011, 4,5 filhos por mulher), à superpopulação ribeirinha e a forte competição pelos recursos remanescentes, o desencadeamento da migração para o interior continua. A migração interna para os centros urbanos tem sido alta, especialmente pela geração mais jovem, buscando melhor educação escolar ou emprego. A população urbana dos Kavangos de Rundu, Nkurenkuru e também Katwitwi como posto fronteiriço aumentou em até 3,5 %. Do mesmo modo, a política de educação focou principalmente no apoio à educação superior, em especial nos centros urbanos, onde uma classe média pequena, mas notável, se desenvolveu. Até 2030 acontecerá um forte aumento nos números de pobres urbanos morando em favelas ao redor dos grandes centros urbanos. O crescimento e a expansão das áreas urbanas causaram um nível contínuo de esgotamento localizado de recursos naturais em decorrência do descarte de resíduos não processados no meio ambiente e também desafios para fornecer serviços básicos, como moradia, estradas, água encanada, saneamento e eliminação de lixo, segurança contra atividades criminosas, bem como serviços de saúde e educação.

Centros urbanos como Rundu, Calai e cada vez mais Nkurenkuru, Cuangar e Katwitwi desenvolveram seus setores comerciais, divulgando e comercializando todos os tipos de bens de consumo modernos, que influenciam outras variáveis (por exemplo, demandas financeiras e de energia doméstica). Os mercados urbanos baseados em fluxos financeiros comercializam diversos produtos, como parte de cadeias globais de mercadorias, tendo um impacto nas periferias rurais mais remotas, conforme novos incentivos surgiram, e em parte até mesmo recursos naturais foram mercantilizados por dinheiro. O influxo de bens de consumo resultou em várias novas lojas nas zonas rurais como Mashare. Os assentamentos existentes dentro do núcleo central cresceram juntos, acompanhados por pequenas lojas que servem as demandas agrícolas, o comércio terrestre (madeira, palha e artesanato) e a comercialização de produtos locais e artesanato. A demanda financeira aumentou bastante entre a população rural (atualmente baseada na subsistência), enquanto os usuários de subsistência da terra tornaram-se consumidores, aumentando a pressão para explorar os recursos naturais remanescentes em áreas comuns e públicas.

Fig. 144: Luz da manhã nos arredores de Kalomba, Angola. Foto: M. Finckh.

5.4.2 Cenário 1: *A corrida pelo dinheiro*

Principais tendências de desenvolvimento

Dentro deste cenário, assumimos que a **colaboração entre os três países** foi abandonada em favor da competição feroz dentro da região para se tornar um agente na economia global. Isso significa que também nas regiões do Kavango da Namíbia, **os recursos naturais foram vistos principalmente como a base econômica para o desenvolvimento orientado para o crescimento** e que a Namíbia tentou explorar os seus recursos nacionais ao máximo, não levando a sustentabilidade seriamente em consideração. Não há nenhuma regulamentação, gestão transfronteiriça da água ou acordo entre Angola, Botsuana ou Namíbia sobre a quantidade máxima de água que pode ser extraída dos rios na região das cabeceiras da Bacia do Okavango. Como parte dessa **política de desenvolvimento** isolada, investimentos agrícolas em grande escala para a auto-suficiência alimentar terão sido ativamente incentivados, apesar do fato de que as projeções de mudanças **climáticas** para Mashare sugeriram redução na precipitação anual e aumento na temperatura média anual.

Devido aos decisores políticos concentrarem-se no setor formal, não foram estabelecidas políticas que visam ajudar os pequenos agricultores. Os **níveis de pobreza** rural e urbana aumentaram – este último devido à migração – e com ele os problemas relativos como as tensões sociais e uma crescente estratificação da desigualdade social. Os pequenos produtores foram vistos como um obstáculo ao crescimento econômico e, certamente, não como parte de qualquer estratégia de crescimento. Por isso, grande parte da população rural foi excluída do setor formal e permaneceu na subsistência precária, em uma condição que pode ser descrita como **'pobreza sustentável'**. Devido à concorrência com a agricultura agroindustrial, os agricultores de subsistência foram expulsos da terra mais produtiva para o interior onde os rendimentos são mais baixos. Sob tais condições, os meios de subsistência agrícola tradicionais permanecem sob forte pressão, com conseqüências como a baixa produtividade, a pobreza, a urbanização e a mercantilização da natureza.

A conexão com os **mercados globais no que diz respeito a bens de consumo baseados em fluxo financeiro** foi fortemente incentivada e facilitada por órgãos políticos e legislativos regionais. A demanda por dinheiro aumentou bastante entre a população rural, atualmente baseada na subsistência, assim que usuários subsistentes da terra tornaram-se consumidores, aumentando a pressão para explorar os recursos naturais remanescentes em áreas comuns e públicas. No entanto, os investimentos maciços em sistemas verdes trouxeram poucos empregos para a população rural. Lojas e transações baseadas em fluxos financeiros desempenharam um papel forte em contextos rurais. Os agricultores vêem os mercados à vista (mão-de-obra/emprego e comércio) e a comercialização do uso da sua terra como a única opção.

Sob este cenário, até 2030, as **leis ambientais existentes** relativas à floresta, água e terra terão sido raramente aplicadas e as autoridades tradicionais não serão apoiadas no **monitoramento e aplicação** das leis ambientais consuetudinárias. Haverá ainda deficiências críticas na integração setorial de **políticas ambientais**. As disposições legislativas para as avaliações de impacto ambiental (EIAs) permanecerão obscuras e inespecíficas. Terá havido pequenos esforços para aumentar o conhecimento sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso dos recursos. Com isso, muitos projetos como fazendas irrigadas em larga escala ou exploração comercial de madeira serão amplamente aprovados.

Fig. 145: Planícies de inundação na área de Mashare, Namíbia. Foto: H. Göhmann.

Não foi dada prioridade para o monitoramento das **normas ambientais**. Somente casos graves de poluição e degradação têm sido investigados e levados ao tribunal. Como tal, não terá havido mudanças significativas no estado atual.

A maioria das terras da comunidade tem sido mantida sob **direitos consuetudinários**. O forte controle social dentro das comunidades preveniu forasteiros comuns do acesso não autorizado a terra. No entanto, indivíduos ou organizações poderosas conseguiram corromper as autoridades tradicionais, ignorando os direitos agrários consuetudinários e se apoderando da terra. Além disso, o sistema de conselho agrário foi efetivamente aplicado e investidores podem abordá-lo diretamente. As indenizações são pagas independentemente da condição da terra. No geral, a situação reduziu os incentivos para a gestão sustentável de terras comunais.

Os efeitos sobre o núcleo central de Mashare

Até 2030, grandes partes dos terraços fluviais e terras adjacentes ao Kavango namibiano terão sido transformadas em sistemas de irrigação agroindustriais, visto que o governo terá se concentrado em promover inovações tecnológicas para fortalecer o desenvolvimento econômico nacional e, assim, tem seguido uma estratégia para se tornar o 'celeiro' da Namíbia. Governos nacionais e regionais terão apoiado a conectividade aos mercados internacionais (melhoria de infraestrutura, tecnologia da informação e mercados atacadistas). Portanto, não só o milho e o trigo serão produzidos, mas também frutas e legumes para tornar a Namíbia mais independente das importações.

Além disso, a Namíbia tem expandido a produção de carne para suprir o mercado nacional e de exportação. Os

O local de estudo de Mashare – Corrida por Dinheiro

Configurações do cenário:

- Interesses nacionais em primeiro lugar: desenvolvimento econômico através do incentivo aos investimentos agrícolas em grande escala e à criação de novos mercados.
- Exploração de recursos naturais como base para o desenvolvimento econômico.
- Monitoramento e aplicações fracos das regulamentações ambientais.

Principais características da sinopse do cenário *A corrida pelo dinheiro* para o núcleo central de Mashare, como uma parte representativa das regiões ao redor do Kavango namibiano:

- Grandes partes do Kavango namibiano foram transformadas em sistemas de irrigação agroindustrial (o celeiro da Namíbia).
- Criação intensificada de gado.
- Pequenos produtores são direcionados para o interior menos produtivo.
- A pobreza rural e urbana cresceu.
- Mercantilização da natureza, especialmente a extração de madeira e peixe.

Em suma:

Neste cenário, o desenvolvimento econômico alcançado foi em detrimento da maior parte da população regional e dos recursos naturais do país. A quantidade de captação de água, em especial, levou a conflitos com os países vizinhos.

governos nacionais e regionais atraíram investidores ativamente, oferecendo subsídios, crédito e reduções fiscais. O governo estabeleceu cooperação intensiva com empresas multinacionais agroquímicas e agrícolas (biotecnologia).

Até 2030 a oposição entre alguns agricultores industriais permanentes e a agricultura degradada permanente da maioria das famílias terá se agravado. Existirão alguns agricultores bem sucedidos que compraram ou alugaram terra de seus vizinhos e estarão aplicando **inputs** de campos industriais e maquinário, empregando regularmente uma grande classe de trabalhadores sem terra. Muitos dos agricultores remanescentes terão sido apanhados na armadilha da pobreza, com baixos níveis de produtividade, saúde e com recursos domésticos degradados. Eles terão investido o dinheiro escasso que ganham em alimentos nos campos dos fazendeiros ricos, mas também para alugar bois para as lavouras. Eles serão incapazes de investir em outras comodidades, como a educação de seus filhos, alimentos baratos e não sustentáveis e produtos dos mercados mundiais. Como resultado, uma classe de trabalhadores sem terra que desistiu da agricultura auto-suficiente terá emergido.

As densidades da **pecuária** se mantiveram elevadas, mas estão agora concentradas nas poucas famílias bem-sucedidas que podem comprar forragem (pastagens comunais degradadas) e medicina adicional. Essas fazendas de gado também tentaram intensificar a produção. O controle de circulação na fronteira de Angola foi reforçado para favorecer os agricultores que arrendam parcelas de terra comum no leste do Kavango para a pecuária. Os poucos animais selvagens que se aventuram na área foram destruídos por temor da propagação de febre aftosa para o gado.

Até 2030, a **disponibilidade de água** terá diminuído em conformidade com os modelos climáticos que projetaram menos precipitação e temperaturas mais altas, causando maior evaporação para a FORA durante o período entre os anos de 2016 a 2045. Levando-se em conta a extração de água adicional dentro das microbacias, a água disponível a jusante terá diminuído. Os interiores dos Kavangos namibianos ao norte do cordão de isolamento veterinário – originalmente terras comunitárias – terão sido totalmente arrendados a elites financeiramente potentes e serão utilizados para criação intensificada de gado.

Devido ao rendimento mais baixo e ainda mais imprevisível, os pobres rurais são dependentes dos recursos naturais: a intensificação geral da extração de madeira das florestas comuns causou uma **forte degradação dos ecossistemas florestais remanescentes**. Migrantes para

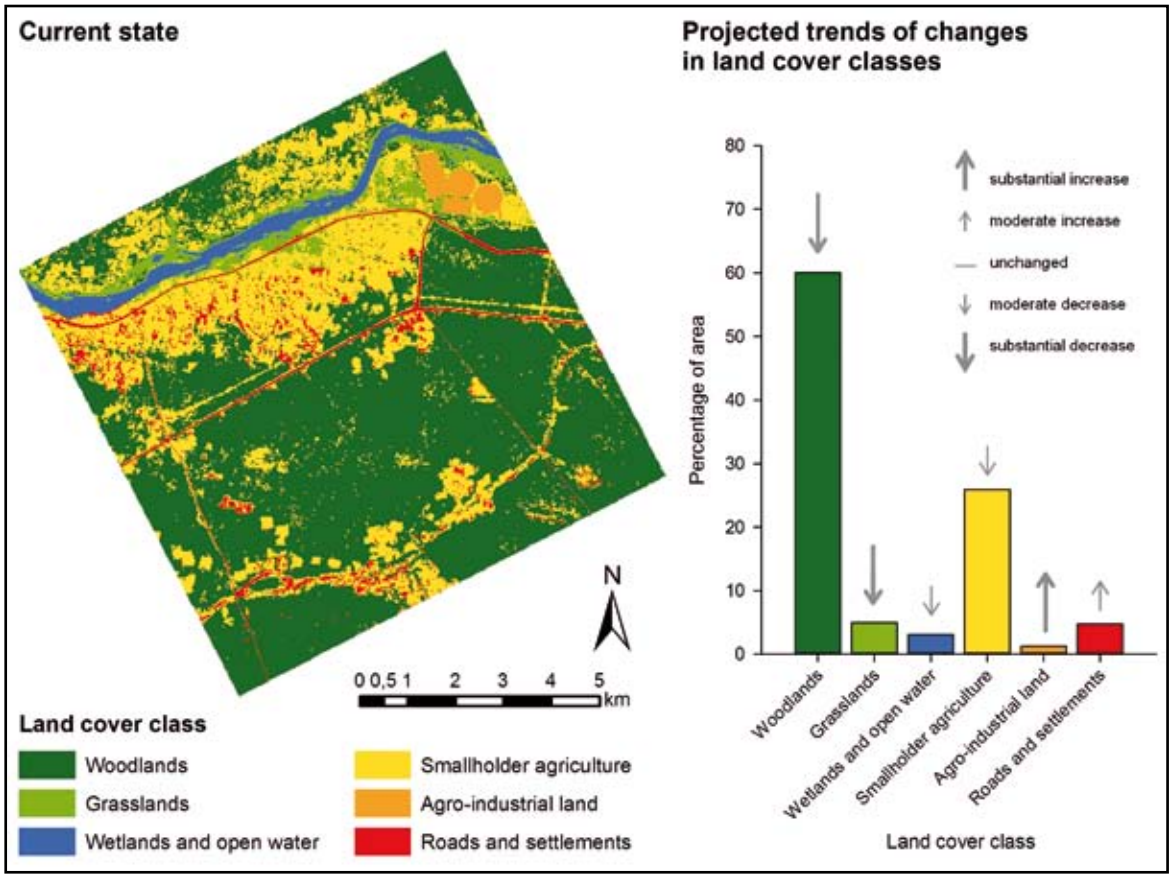

Fig. 146: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Mashare, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'A corrida pelo dinheiro'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

o interior estão causando uma transformação em larga escala das matas e florestas naturais.

Os **animais selvagens** foram quase totalmente exterminados fora das áreas protegidas. A sobrepesca e suas técnicas não sustentáveis reduziram a população de peixes já afetados pela deterioração da qualidade dos habitats ribeirinhos e da dinâmica fluvial perturbada.

5.4.3 Cenário 2: *O crescimento verde*

Principais tendências de desenvolvimento

Neste cenário, os três países da bacia estão seguindo **interesses nacionais individuais** e dependem de sua parte da bacia como fonte de recursos. Políticas locais, regionais e nacionais têm buscado o desenvolvimento com o uso sustentável dos recursos naturais, levando em conta toda a gama de benefícios provenientes destes recursos para as gerações presente e futura em escala local e nacional. Porém, não foi dada qualquer atenção especial às externalidades particulares na escala da bacia (em especial o uso da água). Não há regulamentação, gestão transfronteiriça da água ou acordo entre Angola, Botsuana ou Namíbia sobre a quantidade máxima de água que pode ser extraída dos rios na região das cabeceiras da Bacia do Okavango.

Decisores políticos nacionais e regionais fizeram consideráveis esforços para aumentar o seu conhecimento sobre as conseqüências multidimensionais de **decisões sobre o uso dos recursos**. Os Estados têm dado maior prioridade ao monitoramento e aplicação das leis ambientais estatutárias e consuetudinárias, multas e punições foram aumentadas e tem um efeito desmotivante sobre as atividades degradantes de recursos, como a extração ilegal de madeira.

Há uma crescente conscientização da necessidade de produzir, comercializar e exportar produtos nacionais e locais de forma sustentável, mas o foco tem sido em fortes opções de crescimento econômico, já que os decisores políticos nacionais e regionais do Kavango compartilham o paradigma de que para combater a pobreza e promover o **desenvolvimento econômico, a industrialização e a mercantilização** são essenciais. Portanto, eles tem investido e apoiado práticas modernas de uso da terra, **considerando as externalidades ecológicas**. Investimentos agrícolas de grande escala estão sendo continuamente incentivados e os governos nacionais e regionais estão ativamente atraindo investidores, oferecendo subsídios, crédito e reduções fiscais. O governo

O local de estudo de Mashare – Crescimento Verde

Configurações do cenário:

- Políticas nacionais focam no desenvolvimento com base no uso sustentável de recursos.
- Apoio para práticas modernas de uso da terra, tais como agricultura orgânica em grande escala, madeira comercial certificada e ecoturismo.
- A melhoria do monitoramento e aplicação de regulamentos ambientais.

Principais características da sinopse do cenário *O crescimento verde* para o Kavango namibiano e o núcleo central de Mashare:

- Fazendas orgânicas em grande escala, dentro de uma faixa ao longo do rio, e fazendas orgânicas em pequena escala no interior oferecem algumas oportunidades de trabalho para a população melhor treinada.
- As vilas no núcleo central de Mashare foram indiretamente beneficiadas, pois os produtores bem sucedidos se especializaram na produção de alimentos orgânicos.
- O acesso de pequenos produtores ao recursos do rio foi limitado. Eles permanecem na pobreza rural, com baixos níveis de produtividade e saúde e recursos domésticos degradados, e estão parcialmente migrando para os centros urbanos.
- Como resultado, surgiu uma classe de trabalhadores sem-terra que desistiu da agricultura auto-suficiente.
- O governo nacional fornece serviços básicos em educação urbana e setores de saúde e subsídios para alimentos básicos.
- Os recursos naturais são parcialmente mercantilizados por dinheiro, mas os direitos tradicionais de uso da terra das comunidades locais (por exemplo, caça, madeira, pastagem, etc.) foram cancelados, assim, a exploração destes recursos é menos severa do que no cenário 1.

Em suma:

Sob este cenário, parte da população rural se beneficiou com o trabalho adicional e o meio ambiente foi auxiliado por uma ideologia geralmente sustentável. No entanto, como o paradigma geral foi um salto isolado para o crescimento, a falta de cooperação transfronteiriça foi o detrimento das vantagens econômicas comparativas (como descrito no cenário 3) e, assim, desacelerou o progresso econômico. Além disso, o desenvolvimento de produtos e rótulos ecológicos foi muito mais lento do que o ganho descontrolado do cenário 1.

estabeleceu uma cooperação intensiva, em particular com os agentes de desenvolvimento (USAID, GIZ, UNPD, Worldbank e FAO). Com a ajuda de parceiros de pesquisa e desenvolvimento internacionais (USAID, SASSCAL etc.), mais informações sobre as interações entre o uso da terra e a prestação de serviços ecossistêmicos foram disponibilizadas entre diferentes agentes. Com base no conhecimento aperfeiçoado, a administração local iniciou um **processo de planejamento participativo do uso da terra, levando em conta os aspectos ecológicos**.

As diferenças com relação ao Cenário 1 englobam alguns investimentos nacionais em formação, educação, acesso a terra e outras medidas, garantindo rendimentos suficientes. Enquanto a **ideologia geral é a de um salto rápido** para um futuro econômico melhor, houve alguns investimentos nacionais/regionais para a melhoria desses serviços e também da indústria do 'Sistema Verde', além de outros setores produtivos sustentáveis (fazendas de pequena escala do interior) ofereceram mais trabalho para **as populações rurais**.

Por conseguinte, a política de educação se concentrou no apoio ao ensino superior para atender as demandas de trabalho qualificado do setor de exportação. Algumas **novas oportunidades de emprego** nas áreas rurais foram criadas pelo ecoturismo e sistemas de produção orgânica em grande escala, bem como por madeireiras comerciais certificadas. No entanto, o número de novas vagas de trabalho nestes setores não atendeu a alta demanda por empregos com pouca qualificação formal nas áreas rurais.

Efeitos no núcleo central de Mashare

Uma vez que as fazendas orgânicas em grande escala estão situadas predominantemente em uma faixa ao longo do rio, o acesso dos pequenos agricultores remanescentes aos recursos do rio foi restringido. Como conseqüência, os pequenos agricultores permaneceram na pobreza rural e estão parcialmente **migrando para os centros urbanos**. Juntamente com a ainda alta fertilidade natural, a população urbana está crescendo bastante e faixas de favelas se formam em torno das grandes cidades. Os países e regiões envolvidos reconheceram a necessidade de atenuar a urbanização, a produção de resíduos, a poluição dos rios e a mercantilização de recursos, mas não foram capazes de acompanhar o crescimento da população. O setor terciário nas cidades tem crescido, porém as oportunidades de trabalho para mão-de-obra qualificada e também em ambientes rurais são melhores do que no cenário 1. Agricultores locais estão sendo

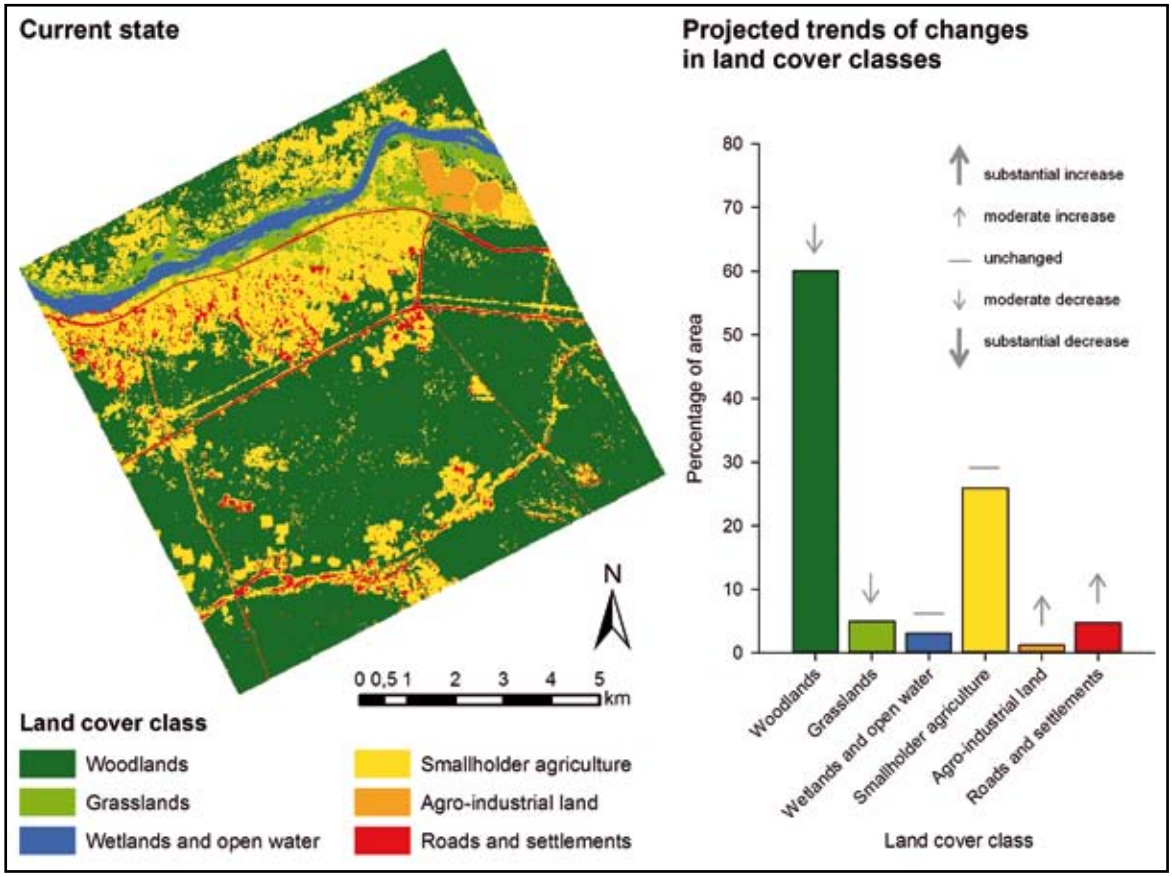

Fig. 147: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Mashare, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'O crescimento verde'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

incentivados a se juntar a cooperativas ou trabalhar em fazendas comerciais.

Em geral, a desigualdade tem aumentado com menor velocidade e os governos nacionais tentaram manter a paz social por meio de serviços básicos nos setores de educação e saúde urbanas e por subsídios para alimentos básicos.

Mesmo com estes esforços nacionais, os **mercados globais de bens de consumo baseados em fluxos financeiros** se expandiram fortemente. No entanto, órgãos políticos e legislativos regionais tentaram estimular e facilitar as importações de mais produtos sustentáveis e ecológicos. Estes **mercados baseados em fluxos financeiros** tiveram um impacto sobre as periferias rurais conforme novos incentivos surgiram e os recursos naturais foram parcialmente mercantilizados por dinheiro (em menor grau do que no cenário 1). Devido à melhor situação econômica de parte da população, lojas e transações baseadas em fluxos financeiros começaram a desempenhar um papel forte em contextos rurais.

Os **direitos consuetudinários a terra** foram aplicados mais efetivamente pelas autoridades estaduais. As transferências de terra das comunidades para indivíduos e organizações pretendendo o uso comercial da terra em grande escala, foram baseadas na aprovação de autoridades tradicionais e membros da comunidade. As indenizações foram feitas com base nos preços de mercado, regras governamentais e consenso, e os pobres têm acesso à mesma quantidade de terra. A relação relativamente boa entre os direitos agrários consuetudinários e estatutários tornaram as comunidades menos propensas à desapropriação de terra por agentes poderosos e isso aumentou seus incentivos para o manejo sustentável da terra, que continua sendo gerida comunitariamente.

Foram feitos esforços significativos para melhorar o **monitoramento e a aplicação das normas ambientais**. Procedimentos padronizados sobre a avaliação do impacto ambiental, a extração de recursos e o controle de poluição foram realizados por pessoal especializado, especialmente nas fazendas de grande escala. Os aspectos ambientais tem sido críticos nos processos de renovação de certificados de rótulo ecológico. Na terra comunitária restante, as autoridades tradicionais foram capacitadas para aplicar o direito consuetudinário sobre os recursos naturais.

Em âmbito local, os líderes tradicionais incentivaram discussões da comunidade sobre o uso dos recursos naturais, introduzido **novas leis consuetudinárias** que restringem a gestão de recursos não sustentáveis e focam rigorosamente na aplicação das leis tradicionais. Os tópicos específicos que foram discutidos são o desmatamento sem controle da floresta para fazer campos, o uso indevido de incêndios e a poluição do rio.

A Namíbia desenvolveu individualmente seu **setor de ecoturismo**, usando estratégias de marketing agressivas e criando uma forte concorrência por turistas. O desenvolvimento do turismo foi fortemente impulsionado pelo paradigma de criar o máximo rendimento com o mínimo possível de impacto ecológico. A diversidade de atividades turísticas oferece caça de troféus, turismo fotográfico, turismo de aventura, pesca, turismo cultural e educacional com orientação sustentável e baseada na comunidade. A travessia da fronteira por turistas permanece complicada, especialmente em relação a Angola, e apesar de a preservação ser considerada importante, não há áreas de preservação sem limite transfronteiriço tais como a KAZA.

O **desenvolvimento de infraestrutura** tem seguido as demandas de negócios nacionais, considerando os critérios ambientais. Na Namíbia, estradas foram construídas para que os turistas possam chegar ao Parque Khaudum.

Em relação ao **setor dominante da agricultura**, até 2030 a oposição entre empresas eco industriais permanentes de um lado, e a agricultura de subsistência permanente degradada da maioria das famílias terá se desenvolvido menos acentuadamente do que no cenário 1. Isso acontecerá principalmente devido às melhores oportunidades de trabalho para as áreas rurais, onde inovações agrícolas e soluções tecnológicas sustentáveis (por exemplo, irrigação de gotejamento) foram aplicadas com foco em bioprodutos com preços altos para os mercados de exportação e ecoturismo nacional de ponta (por exemplo, sistemas de produção orgânica em grande escala e unidades de conservação). A gestão florestal (por exemplo, o certificado de extração de madeira comercial) será decidida levando-se em conta toda a gama de impactos ambientais em escala nacional (por exemplo, silvicultura sustentável focada na alta qualidade da madeira, ao invés de licenças de exploração).

As aldeias no núcleo central de Mashare se beneficiaram indiretamente, pois os agricultores bem sucedidos especializaram-se na produção de bioalimentos, o que pode aumentar a demanda de mão-de-obra e, assim, oportunidades de emprego para as famílias mais pobres, que requereram certificados de produção. Se esses certificados incluem também aspectos sociais, eles igualmente beneficiam as famílias mais pobres. No entanto, alguns dos agricultores remanescentes foram apanhados pela armadilha da pobreza, com baixos níveis de produtividade e saúde e com recursos domésticos degradados. Eles investiram o dinheiro escasso que ganham em alimentos nos campos dos fazendeiros ricos e também no aluguel de bois para arar e, assim, foram incapazes de investir em outras comodidades, como a educação de seus filhos, alimentos baratos e produtos dos mercados mundiais. Como resultado, uma classe de trabalhadores sem terra, que desistiu da agricultura auto-suficiente, surgiu.

Em relação ao desafio da pecuária, mercados alternativos para a **carne bovina** namibiana colocaram o controle da febre aftosa como fora de questão, pois o gado indígena bem gerido resiste à doença. No entanto, a falta de cooperação com os países vizinhos restringiu ainda mais o movimento transfronteiriço de animais selvagens, de modo que as tentativas de criá-los em um ambiente confinado falharam amplamente.

As densidades de gado tem se mantido elevadas, mas estão concentradas em poucas famílias bem-sucedidas que podem comprar forragem e medicina adicional devido à degradação de pastagens comuns. Essas fazendas de gado também tentaram intensificar a produção. O controle de circulação sobre a fronteira de Angola foi reforçado para favorecer os agricultores que tinham arrendado parcelas de terra comunitária no leste do Kavango para a pecuária. Os poucos animais selvagens que se aventuram na área são destruídos por temor da propagação de febre aftosa para o gado.

A **extração de água** do Okavango não leva em conta os interesses dos vizinhos rio abaixo, mas evita a captação excessiva de água a fim de não prejudicar a imagem sustentável dos produtos de exportação.

A **silvicultura sustentável** foi promovida através do cancelamento de direitos de uso tradicional da terra das comunidades locais (por exemplo, caça, utilização de madeira, pastagens, etc.). Os recursos naturais fora das áreas protegidas são geridos de forma sustentável por empresas focadas no longo prazo e assim, o desmatamento diminuirá.

5.4.4 Cenário 3: *A extração na bacia*

Principais tendências de desenvolvimento

A lógica subjacente deste cenário é a idéia de que os três países da bacia decidiram pelo aumento da **colaboração econômica e exploração dos recursos distribuída** para drenar o potencial de crescimento econômico e, portanto, adicionar valor através de **vantagens econômicas comparativas**. Os interessados e os decisores políticos não fizeram esforços significativos para aumentar seus conhecimentos sobre as conseqüências multidimensionais das decisões de uso da terra para o meio ambiente. Como seus vizinhos, a Namíbia compartilha um paradigma de que para combater a pobreza e promover desenvolvimento do crescimento econômico, a industrialização, a mercantilização e a exploração de recursos compartilhada/distribuída são necessárias. Assim, os países têm trocado e comercializado os recursos produzidos.

Vantagens econômicas comparativas da bacia foram alcançadas em zonas de produtividade que foram direcionadas para gerar mais renda por país e surgiu um fórum regional dos três países da SADC. A gestão econômica transfronteiriça integrada incluiu um processo de planejamento de uso da terra que identifica áreas espacialmente ideais para o melhor uso das vantagens comparativas. Os Kavangos namibianos Têm sido desenvolvidos para a produção intensiva de carne, silvicultura e agricultura.

Este paradigma tem favorecido **fronteiras internas abertas e mercados** (por exemplo, para bens de consumo, trabalho e turistas), e práticas aduaneiras modernizadas e alinhadas estão em vigor, com todos os problemas de implantação esperados. Nenhuma atenção especial foi dada para colocar barreiras comerciais aos incentivos de mercado que promovam a exploração de NRM. **Investimentos agrícolas** em grande escala têm sido incentivados ativamente, **apesar do fato de projeções de mudanças climáticas para Mashare mostrarem uma tendência para a baixa precipitação anual e um aumento anual da temperatura média**. Os governos nacionais e regionais têm atraído investidores oferecendo subsídios, crédito e reduções fiscais e estabeleceram uma cooperação intensiva, especialmente com empresas multinacionais agroquímicas e agrícolas. Os agricultores locais são incentivados a aderir ao sistema de produção por contrato ou trabalhar em fazendas comerciais, já que a migração transfronteiriça de trabalhadores é mais fácil.

Houve grandes investimentos em **infraestrutura transfronteiriça**, tais como estradas de asfalto, pontes, trilhas e postos aduaneiros que operam profissionalmente. A captação e o uso da água foram sido priorizados e realizados por sistema a fio d'água na Namíbia e sistemas hidrelétricos convencionais em afluentes do Cubango e Cuito. O potencial hidrelétrico tem sido desenvolvido ao máximo.

Os três países têm cooperado no **turismo** e tentado maximizar os lucros do setor. Para evitar conflitos com outros usos da terra, as atividades turísticas se concentraram em zonas selecionadas como o Delta, parques e reservas de animais selvagens. Os produtos turísticos são diversificados, permitindo cada vez mais o turismo de massa. O tráfego transfronteiriço de turistas tem sido simplificado pelos regulamentos de visto e aduaneiras. Esta abordagem criou novos postos de trabalho, especialmente para uma pequena parte dos moradores locais que vivem nas zonas designadas. Novos conceitos de turismo foram desenvolvidos dentro da bacia para maximizar o número de turistas. O conceito de gestão transfronteiriça de animais selvagens foi respeitado para a maximização do lucro.

Efeitos no núcleo central de Mashare

Devido aos decisores políticos focarem no setor formal transfronteiriço, não houve políticas postas em prática

que visem ajudar os pequenos agricultores. Os **níveis de pobreza** rural e também urbana, devido à migração, têm aumentado e com isso houve um crescimento de problemas relacionados, como as tensões sociais e uma crescente estratificação e desigualdade social. Os pequenos produtores têm sido vistos como um obstáculo ao crescimento econômico e, certamente, não como parte de qualquer estratégia de crescimento. Por isso, grande parte da população rural foi excluída do setor formal e permanece sob precária subsistência, em uma condição que pode ser descrita como **'pobreza sustentável'**.

A conexão com os **mercados globais de bens de consumo baseados em fluxos financeiro** tem sido fortemente incentivada e facilitada por órgãos políticos e legislativos regionais e adicionalmente reforçada pelas fronteiras abertas e as opções de comércio. No entanto, os investimentos maciços em sistemas verdes trouxeram poucas oportunidades de trabalho para a população rural. As lojas e as transações baseadas em fluxos financeiros têm desempenhado um papel importante em contextos rurais. Os agricultores vêem os mercados baseados em fluxos financeiros (trabalho/mão-de-obra e comércio) e a comercialização do uso das suas terras como a única opção para o futuro. Em contraste com o cenário 1, há um potencial adicional para a migração de mão-de-obra transfronteiriça, que tem sido aproveitado por alguns agricultores, especialmente se aventurando em Angola.

As **leis ambientais existentes** relativas à floresta, à água e a terra continuam sendo raramente aplicadas, com exceção dos casos de poluição e degradação severa. Sob este cenário, a situação não é significativamente diferente da atual. As autoridades tradicionais do Kavango não foram apoiadas no **monitoramento e aplicação** das leis ambientais consuetudinárias. Há ainda deficiências críticas na integração setorial de **políticas ambientais**. As disposições legislativas para as avaliações de impacto ambiental (EIAs) permanecem obscuras e inespecíficas. Houve pequenos esforços para aumentar o conhecimento sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso de recursos. Como tal, muitos projetos, como fazendas irrigadas em larga escala ou a exploração comercial de madeira têm sido amplamente aprovados.

A maioria das terras comunitárias tem sido mantida pelos **direitos consuetudinários**. O forte controle social dentro das comunidades impediu o acesso não autorizado à terra por forasteiros comuns. No entanto, indivíduos ou organizações poderosas têm conseguido corromper as autoridades tradicionais, ignorando os direitos agrários consuetudinários e se apropriando da terra. Além disso, o sistema de conselho agrário foi efetivamente aplicado. Agora, investidores podem abordar diretamente o conselho agrário,que está apoiando a transferência de terras da comunidade. Indenizações foram pagas, independentemente da condição da terra

O local de estudo de Mashare – Pedreira na Bacia

Configurações do cenário:

- Crescente colaboração econômica entre os três países da bacia.
- Desenvolvimento econômico baseado em industrialização e mercantilização.
- Recursos naturais cada vez mais explorados.

Principais características da sinopse do cenário *A extração na bacia* para o Kavango namibiano e o núcleo central de Mashare:

- Forte investimento em infraestrutura transfronteiriça. Não há políticas com o objetivo de dar assistência aos pequenos produtores. Grande parte da população rural permanece em uma situação que poderia ser descrita como ‚pobreza sustentável'.
- Lojas e transações baseadas em fluxos financeiros têm desempenhado um papel importante no contexto rural.
- Agricultores vêm os mercados baseados em fluxos financeiros e a comercialização de sua terra como as únicas opções para o futuro.
- Sistemas agroindustriais se expandiram em solos favoráveis e os sistemas ‚verdes' tiveram pouco resultado em termos de trabalho para a população rural.
- Pequenos produtores migraram para terras marginais no interior de estradas e rios.
- Alta intensidade de extração de recursos naturais, especialmente água e madeira.
- Algumas oportunidades de trabalho adicionais oferecidas pela migração transfronteiriça, em particular de agricultores em Angola.
- Aumento da desigualdade social.

Em suma:

Sob este cenário, o desenvolvimento econômico de exploração foi atingido em detrimento da maioria da população fixa local, que permaneceu na pobreza sustentável. As regiões e países se beneficiaram de vantagens econômicas similares de curto e médio prazo, mas no longo prazo, sofreram uma maior utilização extrativista dos recursos naturais.

e, no geral, esta situação terá reduziu os incentivos para a gestão sustentável das terras comuns.

Com a **expansão dos sistemas agroindustriais em solos favoráveis, como terraços fluviais, os pequenos agricultores migraram para terras marginais** no interior de eixos rodoviários e rios, onde os rendimentos são menores. Os tradicionais meios de subsistência agrícolas foram ainda mais marginalizados e se mantiveram sob forte pressão, com conseqüências como baixa produtividade, pobreza, urbanização e mercantilização da natureza.

Devido aos rendimentos mais baixos e mais imprevisíveis, os pobres rurais estão dependentes dos recursos naturais: a extração de madeira intensificada em bosques comunitários causou um significativa degradação dos ecossistemas florestais remanescentes. Migrantes para o interior, estão causando uma transformação em larga escala nos bosques e florestas naturais.

Até 2030, a disponibilidade de água terá diminuído de acordo com os modelos climáticos que projetaram menos precipitação e temperaturas mais elevadas causando aumento da evaporação da FORA durante o período 2016 a 2045. Considerando-se a extração de água adicional dentro das microbacias e pela expansão dos sistemas de irrigação, a quantidade de água disponível a jusante diminuirá significativamente.

As modalidades deste cenário aumentaram e aceleraram o **processo de estratificação social** dentro das áreas rurais, como no núcleo central de Mashare, e levaram a uma sociedade bastante heterogênea. Cada vez mais, os pequenos agricultores inovadores têm participado de treinamentos oferecido por serviços de extensão e usado a oportunidade oferecida pelo governo para modernizar a sua agricultura com máquinas, insumos químicos para o campo e sementes aperfeiçoadas. Investimentos em infraestrutura pública, como transporte e energia elétrica, possibilitaram sua integração no mercado. Esses agricultores têm estendido suas terras arrendadas através da aquisição de terras de seus vizinhos e, cada vez mais, os empregam como trabalhadores temporários em suas fazendas. Aqueles agricultores que foram ameaçados pela pobreza em 2014 não conseguiram se beneficiar plenamente dos programas de modernização oferecidos por serviços de extensão e outros órgãos governamentais. Devido à falta de informações sobre as práticas de produção alternativas, eles têm caído, cada vez mais, na armadilha da pobreza. Muitos não tiveram outra escolha a não ser tornarem-se trabalhadores sem terra ou mudar para os centros urbanos, onde formaram uma classe crescente de pobres rurais.

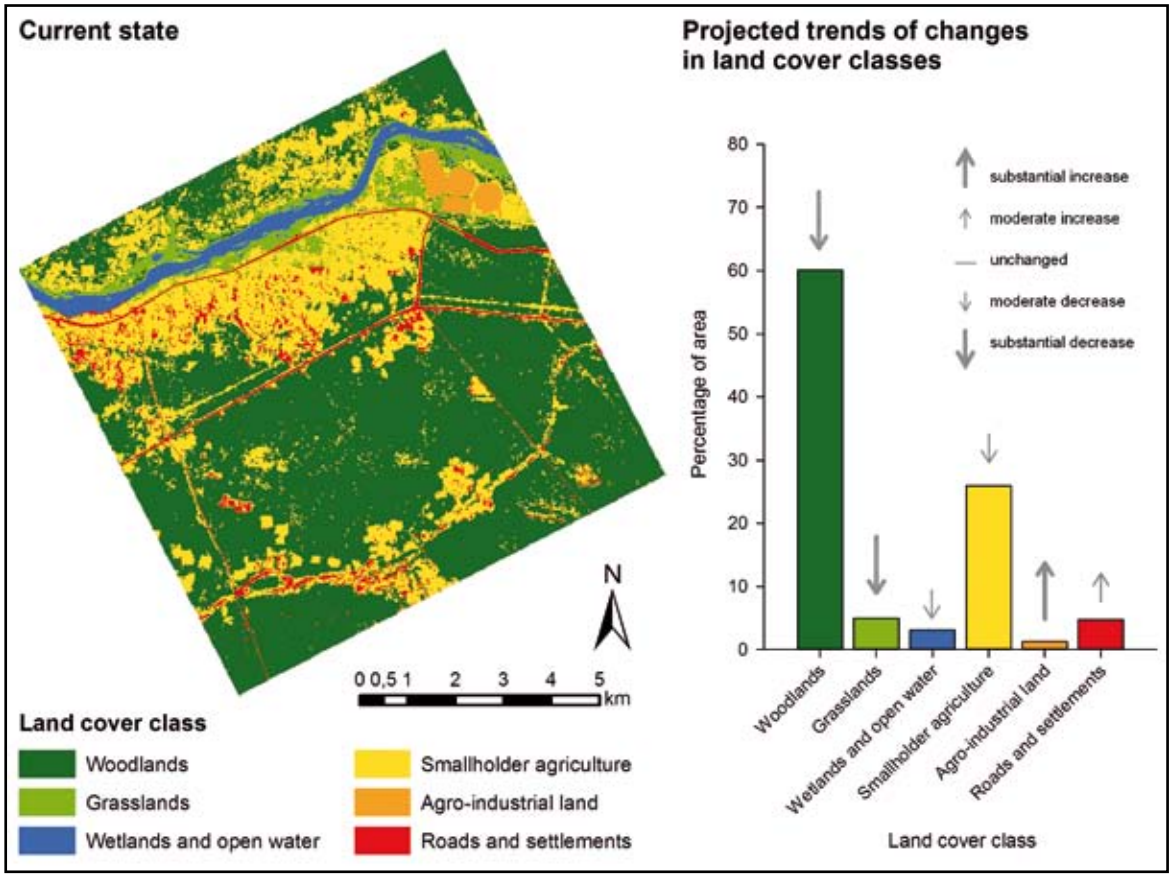

Fig. 148: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Mashare, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'A exploração na bacia'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

Fig. 149: Mokoros e esculturas em madeira à venda para turistas. Fotos: M. Finckh.

Pecuária: pecuaristas no oriente do Kavango tiveram, ocasionalmente, bons preços para a carne bovina que podem exportar, mas muitas vezes têm enfrentado restrições de quarentena que os forçou ao estoque excessivo. Algumas vezes, todo seu rebanho foi abatido para cumprir os regulamentos de controle de doenças quando aparecem em outro local na sua zona veterinária.

5.4.5 Cenário 4: *O crescimento lento*

Principais tendências de desenvolvimento

A lógica subjacente a este cenário é que há uma forte **cooperação entre os países da bacia, que será gerida como uma entidade econômica e ecológica** (priorizados os interesses nacionais). As projeções de mudanças climáticas que sugeriram uma tendência para a baixa precipitação anual e um aumento anual da temperatura média têm sido levadas a sério. Um 'trust' transfronteiriço, por exemplo, a OKACOM, recebeu um grande encargo e tem realizado atividades de monitoramento e avaliação, além de fazer recomendações que estão sendo fortemente levadas em conta na elaboração das políticas nacional e local, levando a uma estreita cooperação entre estes organismos.

Em contraste com os outros cenários, um **paradigma de desenvolvimento diferente** foi considerado. Para atenuar a dependência das populações rurais no uso intensificado do solo e de extrações de recursos, principalmente com fins financeiros, os governos nacionais e regionais desenvolveram **estratégias de desenvolvimento rural**, em cooperação com agentes de desenvolvimento (USAID, GIZ, PNUD, Worldbank e FAO), que investiram seriamente na formação em agricultura de conservação, educação, acesso a terra e outras medidas, garantindo rendimentos suficientes.

Enquanto a ideologia geral tem sido um **desenvolvimento econômico passo a passo**, encarando a pobreza rural como um sério desafio, houveram alguns investimentos nacionais e regionais na indústria do 'Sistema Verde', bem como em outros setores produtivos (fazendas de pequena escala do interior), conforme estes setores foram vistos como oportunidades de mais trabalho para as populações rurais.

Outro pressuposto importante foi que as **noções de sustentabilidade são capazes de mudar fundamentalmente os valores e estilos de vida da sociedade**. Com a ajuda de parceiros internacionais de pesquisa e desenvolvimento, mais informações sobre as interações entre o uso da terra e a prestação de serviços ecossistêmicos foram disponibilizadas para os diferentes agentes. Com base nos processos compartilhados existentes de planejamento de uso da terra, que consideram os aspectos ecológicos, a administração local iniciou um **processo de zoneamento para desenvolver regiões** importantes para a carne, a silvicultura e a produção agrícola sustentáveis. Este processo levou em conta vantagens econômicas e ecológicas comparativas e incentivou o comércio entre os países.

Embora os mercados tenham se configurado como o principal mecanismo econômico, os valores sociais, culturais e ambientais têm sido igualmente importantes, enquanto as atividades econômicas dos interessados e, especialmente as inovações agrícolas, a gestão florestal e os empreendimentos hidrelétricos foram definidos levando-se em conta toda a gama de benefícios dos recursos naturais para as gerações presente e futura em escala local, nacional, da bacia e global.

Efeitos no núcleo central de Mashare

Para facilitar o comércio entre os três países e os países vizinhos, e para apoiar melhor conexão, **a infraestrutura tem sido melhorada consideravelmente**, incluindo a construção de uma ponte perto de Rundu e postos de fronteira adicionais para melhorar as transições mais

Fig. 150: Peixe e sorgo como fonte de subsistência diária para os pequenos agricultores. Fotos: M. Pröpper.

freqüentes entre os países. Mais locais de armazenamento para os produtos agrícolas foram construídos perto das cidades e vilas maiores dos três países, bem como feiras livres para comercializar produtos agrícolas de pequena escala. O uso de energia renovável está sendo amplamente apoiado.

No campo crucial das **estratégias de desenvolvimento agrícola rural**, intervenções focaram especificamente na melhoria dos rendimentos dos pequenos agricultores, fornecendo tecnologias agrícolas de baixo custo financiadas por doadores ou subsidiadas (por exemplo, rotações, diversificação de culturas, fertilidade do solo, aumento da eficiência do uso da água e uso de nutrientes orgânicos e inorgânicos). A política de educação tem focado na educação básica, com os pequenos agricultores recebendo treinamento em práticas adaptadas e sustentáveis de uso dos recursos, tais como a irrigação por gotejamento, a agricultura de conservação, a gestão florestal comunitária, a gestão comunitária de pastagens e do gado ou o turismo de base comunitária. Esses tipos de treinamento foram oferecidos a um grande número de pessoas. As intervenções levaram a um aumento da produtividade sem diminuir a base de recursos naturais e o uso da biodiversidade tem sido um trunfo importante no modelo de desenvolvimento.

Até 2030, a maioria das famílias rurais em Mashare o os vastos Kavangos estarão empregando os aspectos centrais da abordagem da **agricultura de conservação** em partes de seus terrenos para garantir a produção alimentar mínima. A compostagem e a gestão comunitária de pastagens garantirão o aumento do fornecimento de adubo animal. No entanto, tem havido insuficiente adubo e palha, assim os agricultores não têm podido contar apenas com a agricultura de conservação e terão que complementar sua produção com os campos tradicionais. Aqui, as rotações de culturas avançadas e sementes melhoradas ajudarão a estabilizar a produção. O governo tem subsidiado sementes aperfeiçoadas e oferecido treinamento intensivo por meio dos serviços de extensão. O governo ajudou os agricultores mais bem sucedidos a especializar sua produção através de financiamento, por exemplo, para a compra de equipamentos de irrigação. Melhorias na infraestrutura pública (transporte e energia elétrica) têm objetivado o aumento da integração no mercado dos pequenos agricultores, com o objetivo de suprir todo o mercado namibiano com alimentos. A especialização e modernização têm ocorrido entre as famílias mais abastadas, mas estratégias agrícolas adaptadas tem permitido que os pequenos agricultores mais pobres saiam do processo de empobrecimento em andamento para estabilizar seus meios de subsistência e, finalmente, investir em arrendamentos ou na educação de seus filhos.

De acordo com este foco no desenvolvimento rural, a **urbanização** tem sido bastante moderada para grande parte da **população**. No entanto, as populações de Rundu e Katwitwi aumentaram. Mais aldeias cresceram conforme acumularam pequenas e médias novas empresas, graças às novas oportunidades econômicas, e algumas delas tornaram-se cidades. Porém, as políticas locais evitaram e atenuaram o esgotamento localizado de recursos naturais, a alta demanda por energia, água e transporte, bem como o descarte de lixo não processado.

Contudo, o crescimento baseado no mercado e os esforços de promoção de investimentos nos mercados de fluxo financeiro têm continuado, mas o **influxo de bens de consumo** foi atenuado através da aplicação de controles de qualidade e de saúde. Com rendimentos maiores, a demanda financeira aumentou menos entre a base de subsistência da população rural do que em outros cenários, atenuando a pressão para explorar os recursos naturais remanescentes em áreas comuns e públicas. Centros urbanos como Rundue, e cada vez mais Nkurenkuru e Katwitwi também desenvolveram fortemente seu setor comercial, anunciando e comercializando todos os tipos de bens de consumo modernos. Lojas e transações

baseadas em fluxo financeiro têm desempenhado um papel importante em contextos rurais. Os agricultores têm visto os mercados baseados em fluxo financeiro (mão-de-obra/emprego e comércio) e a comercialização do uso da sua terra como uma opção. Contudo, uma grande parte deles também tem investido em um futuro sustentável para a agricultura.

Foram feitos esforços significativos para melhorar as **normas de controle e a aplicação de políticas ambientais**. A estreita colaboração entre autoridades estatutárias e tradicionais, bem como a OKACOM facilitando um processo coordenado de planejamento do uso da terra, tem sido fundamental. Princípios subsidiários foram aplicados reduzindo os custos de monitoramento e execução para o governo. Procedimentos padronizados em avaliações de impacto ambiental, extração de recursos e controle de poluição foram realizados. Campos existentes ou recém criados, de sistemas de produção agrícola em grande escala têm que cumprir estes requisitos ambientais rigorosos. Isto se refere em particular à extração de água, mas também à qualidade do solo e da água e uso de outros recursos naturais.

Direitos consuetudinários agrários também têm sido efetivamente aplicados pelas autoridades estaduais. Transferências de terra das comunidades para indivíduos e organizações visando o uso comercial da terra em grande escala foram baseadas na aprovação das autoridades tradicionais e membros da comunidade. Indenizações têm sido baseadas nos preços de mercado, regras governamentais e consenso e os pobres tiveram acesso equivalente a terra. A relação comparativamente boa entre os direitos agrários consuetudinários e estatutários tornaram as comunidades menos propensas a apropriação agrária por agentes poderosos, aumentado seus incentivos para o manejo sustentável da terra, que continua sendo comunitariamente gerida.

A nível local, os **líderes tradicionais encorajaram discussões da comunidade** sobre o uso dos recursos naturais, introduziram novas leis consuetudinárias restringindo a gestão não sustentável de recursos e aplicando rigorosamente as leis tradicionais. Os tópicos específicos discutidos têm sido o desmatamento descontrolado da floresta para fazer campos, o mau uso do fogo e a poluição do rio.

Os Kavangos namibianos têm oferecido **ecoturismo** de ponta, mas concentrado em zonas conjuntas selecionadas, especialmente ao redor dos parques nacionais. Os produtos turísticos foram diversificados (turismo fotográfico, troféu de caça, turismo de aventura, pesca, turismo cultural e educacional), a fim de gerar renda máxima de habitats naturais e, portanto,

O local de estudo de Mashare – Crescimento Lento

Configurações do cenário:

- Forte colaboração entre os três países da bacia, administrando-a como uma entidade ecológica e econômica.
- Gestão sustentável dos recursos naturais.
- Foco em estratégias de desenvolvimento rural.

Principais características da sinopse do cenário *O crescimento lento* para o Kavango namibiano e o núcleo central de Mashare:

- A infraestrutura melhorou consideravelmente.
- Intervenções agrícolas focaram especificamente em melhorar os rendimentos de pequenos agricultores, fornecendo tecnologias agrícolas de baixo custo, financiadas ou subsidiadas por doadores.
- A abordagem da agricultura de conservação para garantir a produção mínima de alimentos foi amplamente adotada.
- O influxo de bens de consumo foi limitado através da aplicação de controles de qualidade e saúde. Com os rendimentos melhorados, a demanda financeira cresceu menos acentuadamente entre a população rural baseada em subsistência, do que em outros cenários, reduzindo a pressão para explorar os recursos naturais remanescentes.
- Uma colaboração estreita entre as autoridades tradicionais e estatutárias tem ajudado a facilitar um processo coordenado de planejamento do uso da terra.
- Líderes tradicionais encorajaram discussões comunitárias sobre o uso dos recursos naturais, introduziram novas leis consuetudinárias restringindo a gestão não sustentável de recursos e aplicaram rigorosamente as leis tradicionais.

Em suma:

Sob este cenário, grande parte da população rural se beneficiou de um paradigma de desenvolvimento diferente e o meio ambiente usufruiu de uma ideologia geralmente sustentável. No entanto, como o paradigma geral tem sido de um desenvolvimento gradual em direção ao crescimento e à cooperação transfronteiriça usando vantagens econômicas comparativas, todo o processo leva muito tempo e é lento, exigindo muitas negociações. O desenvolvimento de produtos e rótulos ecológicos tem sido muito mais lento do que o ganho sem controle dos cenários 1 e 3.

aumentar os incentivos para preservá-los. A população local tem estado amplamente integrada nos conceitos de turismo.

Na Namíbia, o parque planejado **Manketti**, cerca de 100 km ao sul de Rundu, foi inaugurado. Até 2030, outro pequeno parque de animais selvagens, semelhante ao Mahangu, será fundado perto de Rundu (a menos de 50 km) e do rio, para permitir que moradores e visitantes façam passeios fáceis com duração de um dia. A comunidade local está gerenciando o parque com a orientação do governo. Os lucros são divididos entre a comunidade local, o governo e a OKACOM. O parque tem um lodge ao lado do rio que é administrado por um grupo comunitário local, que contribui com parte dos lucros.

Assim, a maioria das famílias rurais não precisa **colher recursos naturais** para gerar mais dinheiro, em razão do aumento das oportunidades para gerar renda, vindas da agricultura e do turismo, do empreendedorismo ativamente estimulado e do processamento de produtos.

A **febre aftosa** deixou de ser um problema, pois bovinos bem cuidados e animais selvagens resistem à doença.

5.5 Tendências de possíveis desenvolvimentos futuros para Seronga

Os desenvolvimentos futuros na escala da bacia, conforme especificado nos capítulo 5.2, terão repercussões nos futuros desenvolvimentos locais em toda a bacia, por isso, afetarão também o núcleo central de Seronga. No entanto, devido à sua localização remota e a falta de conexão direta entre o patrimônio mundial do Delta do Okavango, como uma área de interesse global, e o interior do deserto Kalahari, que tem um potencial muito baixo de desenvolvimento, as opções de desenvolvimento do site de Seronga são restritas e, portanto, alguns processos e indicadores específicos não variam entre os quatro cenários. Antes de delinear os quatro cenários vamos mostrar desenvolvimentos futuros que estão previstos em todos os cenários.

5.5.1 Desenvolvimentos futuros para todos os cenários

Durante o período entre os anos de 2016 e 2045 os modelos **climáticos** projetam um clima mais quente e seco. A precipitação anual deverá diminuir até 100 mm, com nenhuma mudança óbvia para a estação das chuvas. A

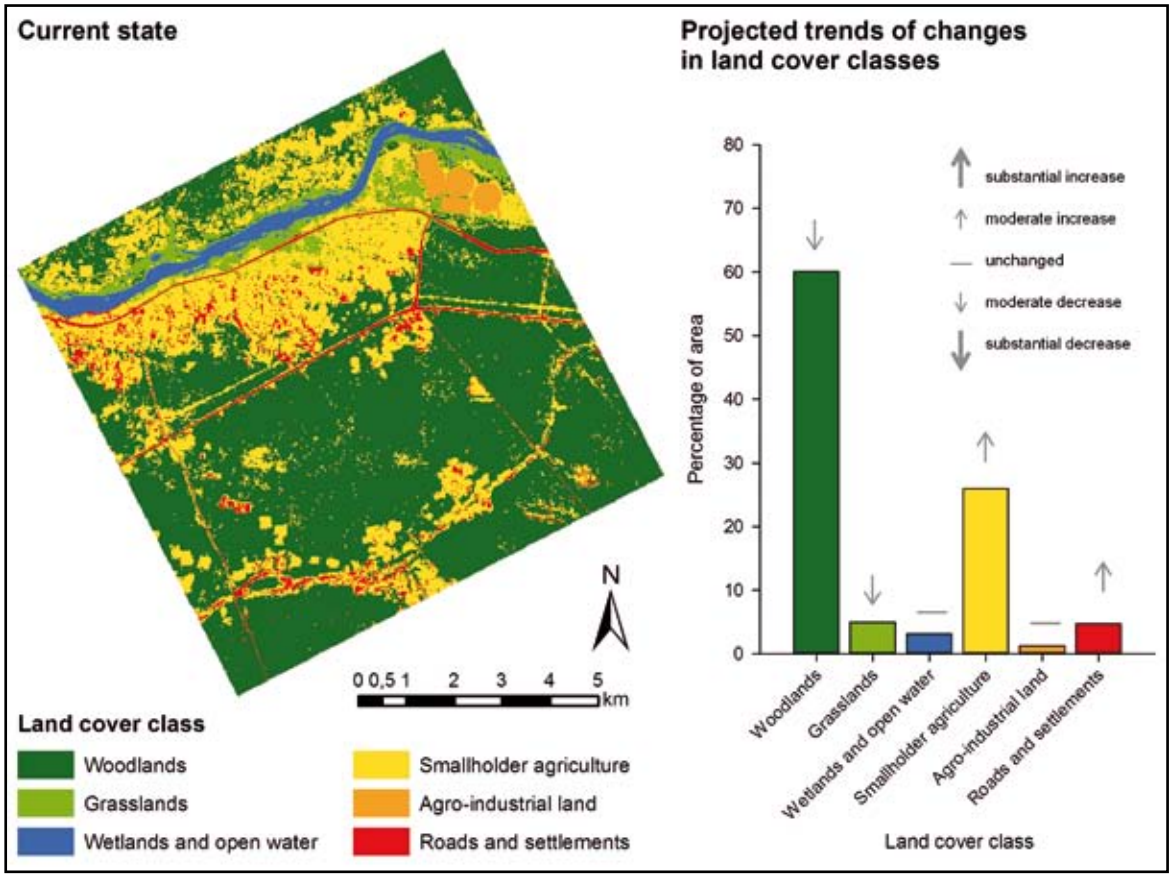

Fig. 151: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Mashare, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'O crescimento lento'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

Fig. 152: O Delta Okavango, um patrimônio mundial da UNESCO. Foto: Kralisch.

temperatura média anual está projetada para aumentar em 1,5 e 2,5 °C e está previsto um aumento das temperaturas mínima e máxima no período chuvoso de 1 a 1,5 °C e 1 a 2 °C, respectivamente.

Uma ponte atravessa o Okavango, no extremo norte do enclave. Seronga está conectada com Shakawe por uma estrada de asfalto. Centros urbanos como Maun e Shakawe passam por um rápido **desenvolvimento** do setor comercial. O crescimento da renda promove negócios para divulgar e comercializar todos os tipos de bens de consumo modernos e isso, ao mesmo tempo, intensifica os desejos crescentes por esses produtos e a vontade de ganhar dinheiro.

No núcleo central de Seronga, a fertilidade natural continua alta e um fator dominante do crescimento da **população**. No entanto, devido à sua posição remota, a migração interna para os centros urbanos continua a ser um forte incentivo, especialmente para os jovens.

5.5.2 Cenário 1: *A corrida pelo dinheiro*

Principais tendências de desenvolvimento

Dentro deste cenário, assumimos que os três países não vêm benefícios em coordenar o amplo desenvolvimento da bacia. Uma forte expansão do setor comercial é incentivada pelo desenvolvimento de infraestrutura e políticas de apoio. Políticas regionais e nacionais, leis e regulamentos claramente incentivam investimentos em larga escala e a criação de novos mercados. O governo botsuano ativamente oferece subsídios, crédito e reduções fiscais. O governo estabelece uma cooperação intensa, em especial, com empresas multinacionais de mineração, turismo e agronegócios, de acordo com seus conceitos de zoneamento.

Como parte desse paradigma, normas ambientais são reduzidas na medida em que não fazem parte do modelo de negócios (por exemplo, o turismo) e isso tem um impacto crescente nas periferias rurais. Especialmente a super-utilização de água (hidrelétrica e irrigação), em Angola e na Namíbia, afeta negativamente as áreas a jusante do enclave e do Delta e isso leva a conflitos regionais, uma vez que coloca em risco os principais setores econômicos, como o turismo em Botsuana.

Ao mesmo tempo, Botsuana expande a pecuária comercial e a mineração. Novas minas (principalmente de metais comuns) são fundadas no interior do enclave, o que aumenta a demanda por água, facilita o desenvolvimento de infraestruturas de energia e rodoviária e a migração de mão-de-obra. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento do distrito é baseado em uma política de zoneamento clara, enquanto a região oeste do enclave é mais intensamente utilizada para a criação de gado comercial. A borda leste é zoneada como área de gestão de animais selvagens para o turismo. Atividades de turismo de ponta continuam na área do Delta, mas devido ao aumento do risco de secas e a degradação dos ecossistemas na parte sul, os locais de concessões de turismo se

deslocam para o norte e incluem o lado leste do enclave e seu interior.

A integração setorial das políticas ambientais não tem nenhuma prioridade fora das áreas designadas como áreas de gestão de animais selvagens (GMAs). O monitoramento das regulamentações ambientais não tem alta prioridade e somente casos graves de poluição e degradação são investigados e levados ao tribunal. Os subsídios apóiam especialmente a pecuária em grande escala e o turismo de ponta. Há pequenos esforços para aumentar o conhecimento geral sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso dos recursos. Assim, muitos projetos, tais como as fazendas de grande escala, novas minas ou projetos de reassentamento para o turismo são amplamente aprovados sem levar em conta os serviços ecossistêmicos ou os custos sociais.

Botsuana formalizou a administração da terra já na década de 1960. O poder das autoridades tradicionais foi em grande parte dado a conselhos agrários controlados pelo Estado. Os agricultores locais têm direitos formais a terra, os quais impedem forasteiros comuns ao acesso não autorizado. No entanto, investidores poderosos negociam diretamente com o conselho agrário que apóia a transferência de terras da comunidade, com o objetivo de promover a implantação de novos planos de zoneamento. As políticas de zoneamento promovem investimentos comerciais em grande escala e reassentam os pequenos agricultores da borda do leste em um pequeno número de cidades selecionadas. A fim de implantar esta política, mecanismos de desapropriação são também utilizados e, nesses casos, indenizações são pagas, mas são fixadas pelo Estado, sem negociações com as comunidades locais. No geral, a situação reduz os incentivos para a gestão sustentável de terras comunitárias. A má relação entre os direitos agrários consuetudinários e estatutários torna as comunidades mais propensas à apropriação de terras por agentes poderosos, o que reduz seus incentivos para a gestão sustentável da terra.

Os efeitos no núcleo central de Seronga

O reassentamento de pessoas em cidades rurais maiores, entre elas Seronga, as operações de mineração ao longo do enclave e o setor de turismo em expansão criam novos empregos e renda, que promovem o desenvolvimento de um setor comercial cada vez mais próspero. O desenvolvimento é ainda apoiado pela modernização da infraestrutura rodoviária. Uma ponte e estrada de asfalto nova ligam as minas e as pessoas no lado oriental do enclave com Shakawe e a conexão com os centros regionais como Shakawe e Maun aumentou bastante. Como resultado, Seronga se torna cada vez mais envolvida com mercados de fluxos financeiros e as famílias dispõe de variedade crescente de bens de consumo modernos.

Graças às novas oportunidades de trabalho, a migração para os centros urbanos se torna cada vez mais atraente, especialmente para os jovens. Os pequenos agricultores são incentivados a trabalhar em fazendas comerciais ou procurar emprego nos setores de mineração e turismo. A migração temporal e permanente também é incentivada pela expansão dos centros urbanos mais próximos a Shakawe, Maun e Sepupa, e a melhor conexão de viagens entre Seronga e estes centros. Conforme Seronga ganha crescente poder econômico, recebe uma migração crescente de áreas mais rurais da redondeza.

A renda média per capita está aumentando como resultado das novas oportunidades econômicas e as crescentes oportunidades de emprego. Ao mesmo tempo, a desigualdade de renda cresceu, o que é refletido, por exemplo, na posse do gado, levando também a novos conflitos sociais. Os crescentes setores econômicos requerem profissionais bem treinados e as políticas de educação promovem a criação de uma elite acadêmica. No entanto, para a maioria do povo de Seronga, as oportunidades de educação ainda são limitadas. Como resultado das restrições para auto-provisionamento de áreas sob concessões comerciais, as comunidades locais têm acesso decrescente aos serviços ecossistêmicos e isso afeta especialmente os pobres, que usam mais fortemente os serviços dos ecossistemas como a base para a sua subsistência e para atenuar riscos. Mecanismos modernos de seguro não são introduzidos para compensar este efeito.

A utilização agrícola da terra está restrita a pequenos perímetros cercados por volta de 3 km em torno das cidades rurais e de 1 km dentro das várzeas. A agricultura de cultivo semipermanente em combinação com a produção de gado em pequena escala continua sendo uma importante soma ao meio de subsistência, mesmo contribuindo apenas com uma parte relativamente pequena no rendimento global da comunidade. Os pequenos agricultores melhoram apenas marginalmente a sua produtividade. A intensidade geral de utilização agrícola aumenta nos perímetros agrícolas cercados.

O uso da terra cada vez mais intensivo aumenta a demanda e sua comercialização se desenvolve. Alguns pequenos agricultores alugam seus terrenos para famílias mais abastadas e investidores externos, que pode efetuar economias de escala e trabalham como operários ou entram em outros setores econômicos. Esta dinâmica traz novas oportunidades para investimentos, mas também aumenta a insegurança alimentar, já que não há mecanismos de amortecimento ou de seguro para os pobres.

No entanto, as políticas nacionais de desenvolvimento agrícola focam na produção comercial em grande escala, em regiões mais férteis de Botsuana, e novas tecnologias para os pequenos e médios agricultores não são ativamente incentivadas ou subsidiadas. Portanto, as taxas de adoção de novas técnicas de cultivo são baixas e a

maioria ainda continua a usar arados puxados por boi ou burro ou abandona a agricultura.

Visto que a produção pecuária comercial em grande escala é zoneada e incentivada no lado oeste do enclave, os serviços veterinários são modernizados para atender aos requisitos de exportação de carne e produtos animais das fazendas comerciais locais recém-criadas. Assim, a cerca Búfalo no norte foi removida e a ponte do Okavango em Mahangu constitui a nova fronteira veterinária.

Conseqüentemente, os regulamentos veterinários impedem a comercialização de produtos pecuários da área de Seronga para os mercados nacionais e internacionais. Curais no interior de Seronga são fechados e os números de cabeças caem fortemente. A pecuária é limitada aos perímetros cercados ao redor das cidades rurais e a migração dos animais selvagens é incentivada nos corredores abertos entre os perímetros cercados.

A área central de gestão de animais selvagens do Okavango mantém a sua condição de área protegida. Como a parte sul do Delta está cada vez mais afetada por secas, o turismo de ponta se desloca rumo ao norte para o lado oriental do enclave. A proteção de grandes animais selvagens para a indústria do turismo tem prioridade sobre as utilizações agrícolas ou pastorais da terra e os moradores das aldeias são reassentados para algumas cidades rurais maiores com perímetros agrícolas cercados, criando grandes corredores sem atividades agrícolas entre os perímetros. Vários novos lodges são construídos nesses corredores, dentro da recém-criada área de gestão de animais selvagens, no lado oriental do enclave. Novas oportunidades de emprego surgem no negócio de lodge, com o aumento das instalações a preços médios fundadas por hostels e lodges nas cidades rurais, oferecendo passeios com duração de um dia na WMA. A caça ocorrerá principalmente em fazendas privadas. Aumentam os números globais de animais selvagens e sua migração entre o Delta, Ngamiland e Chobe é facilitada pela remoção da cerca Búfalo ano norte. A cerca dos perímetros agrícolas em torno das cidades rurais reduz o número de conflitos entre humanos e animais selvagens.

A região da natureza sob preservação tem aumentado pela criação da nova área de gestão de animais selvagens ao leste do enclave. A remoção da cerca Búfalo permite as migrações de animais selvagens do Delta e da região do Chobe para as savanas do Kalahari, entre Kwando e o enclave, na área recém expandida WMA. A intensidade das atividades turísticas nessa área e na borda leste do enclave aumenta fortemente.

O núcleo central de Seronga continua apresentando pântanos naturais intactos na parte sudoeste e relativamente intactos no deserto Kalahari, na metade nordeste do núcleo. Os impactos humanos sobre as características da paisagem se concentram nos perímetros cercados para a produção agrícola ao redor de Seronga, que estão localizados dentro de um raio de 3 km da cidade. A pureza da paisagem do interior permanece bem elevada, no entanto, um número crescente de herbívoros transforma particularmente as florestas de mopane em habitats mais abertos. A paisagem dentro dos perímetros agrícolas mudou fortemente para um mosaico de campos de tamanho médio usados intensivamente, e a participação relativa dos pousios e florestas nesses perímetros diminuiu bastante. Uma alteração adicional em comparação com a situação atual é a estrada de asfalto a partir de Shakawe até Seronga, com um aumento do tráfego consideravelmente correspondente. Dentro de uma área de 100 km^2 ao redor de Seronga, 7 % são atualmente usadas como terras aráveis e aproximadamente, 85 % estão ainda em um estado relativamente natural. O regime de incêndio permanece mais ou menos como

O local de estudo de Seronga – Corrida por Dinheiro

Configurações do cenário:

- Interesses nacionais: encorajar investimentos em grande escala e criar novos mercados.
- Monitoramento e aplicação de regulamentos ambientais fracos.

Principais características da sinopse do cenário *A corrida pelo dinheiro* para Botsuana:

- O desenvolvimento é baseado em uma política de zoneamento clara: produção pecuária comercial em grande escala no lado oeste do enclave e atividades turísticas de ponta no lado leste.
- Serviços veterinários modernizados no lado oeste.
- No lado leste há uma nova área de gestão de animais selvagens. A cerca Búfalo foi removida para restaurar a migração de animais selvagens, que são protegidos para a indústria de turismo.

Principais características da sinopse do cenário *A corrida pelo dinheiro* no núcleo central de Seronga:

- O uso agrícola da terra é restrito a uma pequena área cercada ao redor da cidade. A intensidade do uso agrícola aumenta e o número de cabeças de gado no lado leste cai bruscamente.
- A renda per capita está aumentando, mas ao mesmo tempo cresce também a desigualdade social.
- A presença de novos produtos cria desejos e a exploração de recursos naturais pelos menos favorecidos.

o atual, com exceção do maior perímetro agrícola em torno de Seronga.

Os pântanos ao sudoeste de Seronga foram parcialmente transformados em campos perto da faixa de 1 km para uso agrícola e são cada vez mais afetados pela redução dos períodos de inundação e pela água cada vez mais poluída devido ao uso mais intensivo a montante. A água do rio não tratada é pouco adequada para o gado ou para outros usos diretos, devido à poluição química e microbiana. No entanto, o abastecimento de água para consumo doméstico e a indústria do turismo é garantido com o bombeamento de águas subterrâneas de boa qualidade. Isso se torna ainda mais crítico em vista das mudanças climáticas e secas mais freqüentes, porém, as alterações não são tão notáveis quanto na parte sul do Delta.

A forte presença de bens de consumo cria novos desejos para participar do estilo de vida moderno, incentivando aqueles que não conseguem encontrar empregos a explorar os recursos naturais comercializáveis, em especial a colheita de grama, sapé e peixe aumentará. Como resultado da menor qualidade e quantidade de água no rio, a utilização deste recurso perturba cada vez mais as funções ecológicas e a dinâmica do rio. A sobrepesca e suas técnicas não sustentáveis reduzem as populações de peixes.

Várias minas são fundadas no interior do deserto Kalahari e os assentamentos de trabalhadores e estradas de acesso fragmentam localmente a paisagem do deserto, facilitando o acesso para os caçadores ilegais. Os níveis de caça ilegal, no entanto, não colocam realmente em perigo a população de elefantes.

5.5.3 Cenário 2: *O crescimento verde*

Principais tendências de desenvolvimento

Neste cenário, os três países da bacia estão seguindo os interesses nacionais individuais e dependem de sua parte da bacia como fonte de recursos. As políticas nacionais dos três países almejam um desenvolvimento com o uso sustentável dos recursos, levando em conta toda a gama de benefícios provenientes deles para as gerações presente e futura em escala local e nacional. No entanto, eles não dão atenção especial às externalidades particulares na escala da bacia (especialmente o uso da água). No geral, Botsuana e favorece e apóia fortemente a agricultura de pequena escala, a horticultura e o ecoturismo. A borda leste entre a ponte recém-construída em Shakawe e a estrada de asfalto para Seronga é zoneada como um corredor para o turismo de animais selvagens, incluindo lodges de ponta com pista de pouso. As atividades de

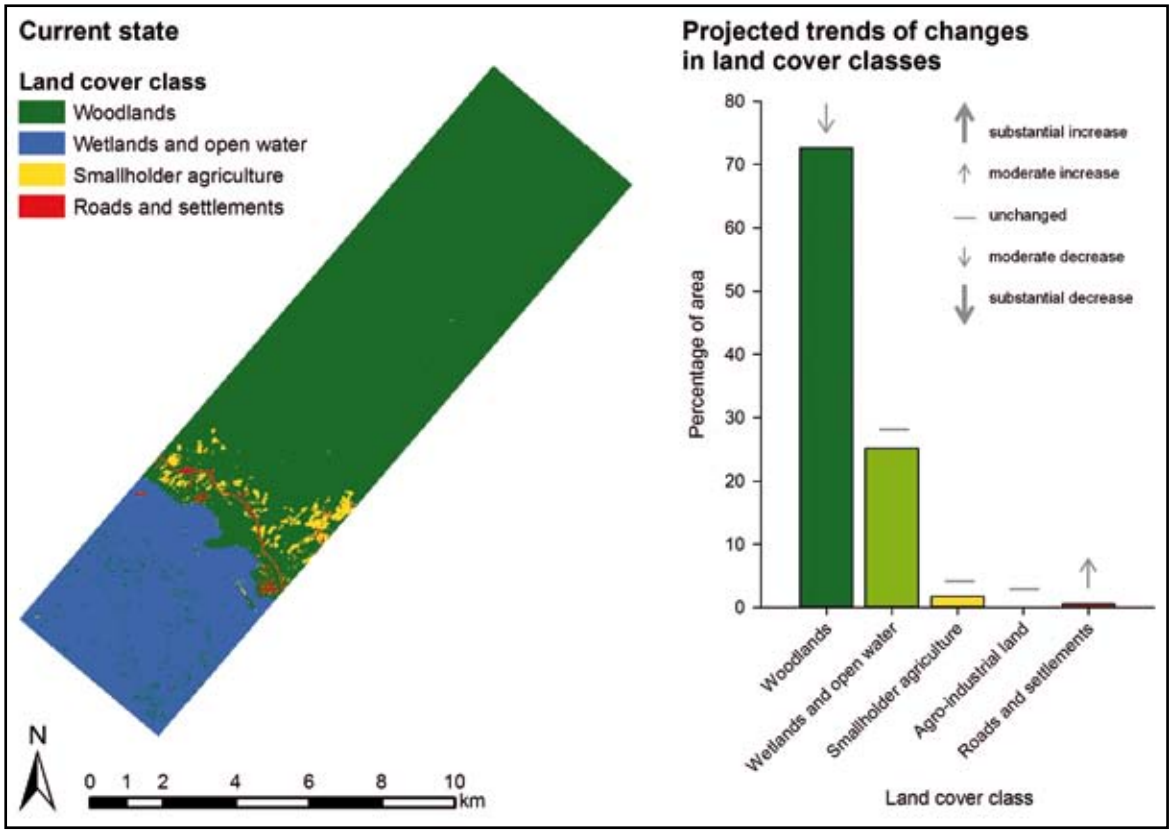

Fig. 153: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Seronga, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'A corrida pelo dinheiro'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

turismo de ponta também continuam na área do Delta e não há nem fazendas de gado, nem atividades de mineração no lado oriental.

Os decisores políticos fazem esforços consideráveis para aumentar os seus conhecimentos sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso dos recursos. Com base no conhecimento modernizado, os governos iniciam um processo de cima para baixo de planejamento do uso do solo, levando em conta os aspectos ecológicos. Transferências de terra das comunidades para indivíduos e organizações que pretendam o uso comercial da terra em grande escala dependem da aprovação do conselho agrário e as indenizações são baseadas em preços de mercado e regulamentações governamentais. Botsuana dá maior prioridade ao acompanhamento e aplicação das leis ambientais estatutárias e consuetudinárias. Multas e punições são aumentadas e têm um efeito desencorajante sobre as atividades degradantes de recursos como caça ilegal, sobrepesca e exploração madeireira comercial.

A superutilização dos recursos hídricos em Angola e Namíbia tem tido um impacto sobre os pântanos à jusante no enclave e no Delta. Os interesses econômicos do setor de turismo de Botsuana são fortemente afetados e as relações com os países vizinhos são tensas.

Os efeitos sobre Seronga

Os centros urbanos mais próximos Shakawe, Sepupa e Maun cresceram significativamente e a conectividade com eles através de uma melhor infraestrutura rodoviária influencia rapidamente o acesso a modernos bens de consumo e comportamento da população. A migração interna para os centros urbanos continua a ser um forte incentivo, especialmente para os jovens. No entanto, devido ao aumento dos esforços nacionais para apoiar os meios de vida agrícolas e criar oportunidades de trabalho no turismo, a presença considerável e remigração de familiares para as comunidades são bastante comuns. Os residentes rurais encontram novas oportunidades de emprego criadas pelo ecoturismo, fazendas orgânicas modernas ou setores terciários relacionados. Em suma, a agricultura e o turismo são as principais fontes de renda para a população local.

Seronga torna-se cada vez mais envolvida em mercados de fluxo financeiro e no consumismo. As famílias adquirem e dispõe de uma ampla variedade de bens de consumo modernos e a conectividade com as empresas de varejo regionais em Shakawe e Maun aumentou bastante. Por conseguinte, a pressão para explorar os recursos naturais remanescentes em áreas comuns e públicas ao redor das aldeias tem aumentado. Contudo, devido à oferta de trabalho por parte das empresas turísticas e infraestruturas administrativas, tal pressão para a mercantilização se desenvolveu menos fortemente do que nos outros núcleos. As famílias pobres sem assalariados, no entanto, ainda dependem muito da extração e mercantilização dos recursos naturais.

O uso agrícola das terras é restrito a pequenos perímetros cercados de, aproximadamente, 3 km em torno das cidades rurais e de 1 km dentro das várzeas. Na maior parte, a agricultura permanente em combinação com a pecuária em pequena escala é um importante adicional para a subsistência, embora contribua apenas com uma parte relativamente pequena no rendimento global da comunidade. Investimentos na agricultura orgânica comercial são amplamente incentivados e a certificação de rótulo ecológico e de comércio justo é estimulada. Os agricultores locais são incentivados a participar de cooperativas ou trabalhar em fazendas comerciais e há

O local de estudo de Seronga – Crescimento Verde

Configurações do cenário:

- Políticas nacionais almejam o desenvolvimento baseado no uso sustentável de recursos.
- Melhoria no monitoramento e aplicação de regulamentações ambientais.

Principais características da sinopse do cenário *O crescimento verde* para Botsuana:

- Políticas nacionais buscam o desenvolvimento baseado no uso sustentável de recursos.
- Melhoria no monitoramento e aplicação de regulamentações ambientais.
- Investimentos em ecoturismo, agricultura e horticultura comercial orgânica.

Principais características da sinopse do cenário *O crescimento verde* no núcleo central de Seronga:

- O uso agrícola da terra é intensificado e restrito a uma pequena área cercada ao redor das cidades, em uma pequena faixa ao longo das bordas das várzeas.
- Atividades de ecoturismo são ampliadas para a Área de Gestão de Animais Selvagens, ao longo da borda leste do enclave.
- Seronga se torna bastante envolvida em mercados de fluxo financeiro e consumismo.
- Novas oportunidades de trabalho criadas pelo ecoturismo e fazendas orgânicas em grande escala e uma mercantilização de recursos naturais desenvolvida menos fortemente.

investimentos em formação profissional e educação para alguns especialistas. Devido ao incentivo a práticas intensivas de agricultura orgânica e de conservação, o cultivo da terra se tornará permanente em Botsuana. Alguns agricultores praticam a irrigação em pequena escala para os produtos hortícolas, utilizando pequenos volumes de água. Riscos crescentes de eventos extremos eventualmente causarão a perda da possibilidade de agricultura de inundação e marginalizarão os agricultores. Nesta altura, a horticultura e a agricultura de conservação de médio porte se estenderão para dentro dos pântanos e os produtos são comercializados para os centros urbanos, as cidades mineiras e a parte central do Botsuana.

São feitos esforços significativos para melhorar o monitoramento e a aplicação de normas ambientais. Procedimentos padronizados em matéria de avaliação de impacto ambiental, da extração de recursos e do controle da poluição são realizados por pessoal especializado, especialmente nas fazendas de grande escala. Os aspectos ambientais são fundamentais para os processos de renovação de certificados de rótulo ecológico.

O núcleo urbanizado da sociedade de Seronga, ou seja, com disponibilidade de eletricidade e dinheiro, criou um pequeno, mas confiável, mercado para vender o excedente agrícola local. Graças ao crescente poder econômico de Seronga, alguns agricultores bem sucedidos têm acesso mais fácil ao conhecimento agrícola, à formação, ao capital e ao mercado. Os crescentes mercados locais, tanto para bens agrícolas como de consumo, também incentivam a venda de partes maiores de sua colheita. Os pequenos agricultores remanescentes melhoram apenas marginalmente a sua produtividade.

O foco das políticas nacionais de desenvolvimento agrícola na produção sustentável moderna e em novas tecnologias, visando os médios produtores e empresários agrícolas, é ativamente incentivado e subsidiado. Os investimentos em maquinário são subsidiados e o melhor acesso rodoviário torna a manutenção de máquinas mais fácil e mais barata. Por isso, a maioria dos agricultores mais abastados e os novos empresários agrícolas usam tratores. Assim, as taxas de adoção de novas técnicas agrícolas aumentam entre os membros mais abastados da comunidade. Os agricultores mais pobres ainda continuam a contar com uma agricultura de arado de baixos insumos com alta importância dos recursos naturais e da criação de pequenos animais. Outras fontes de subsistência complementares, como trabalho formal assalariado, pequenos negócios e comercialização dos recursos naturais, e estratégias de subsistência mistas são utilizadas pelas famílias e ganharam uma importância crescente.

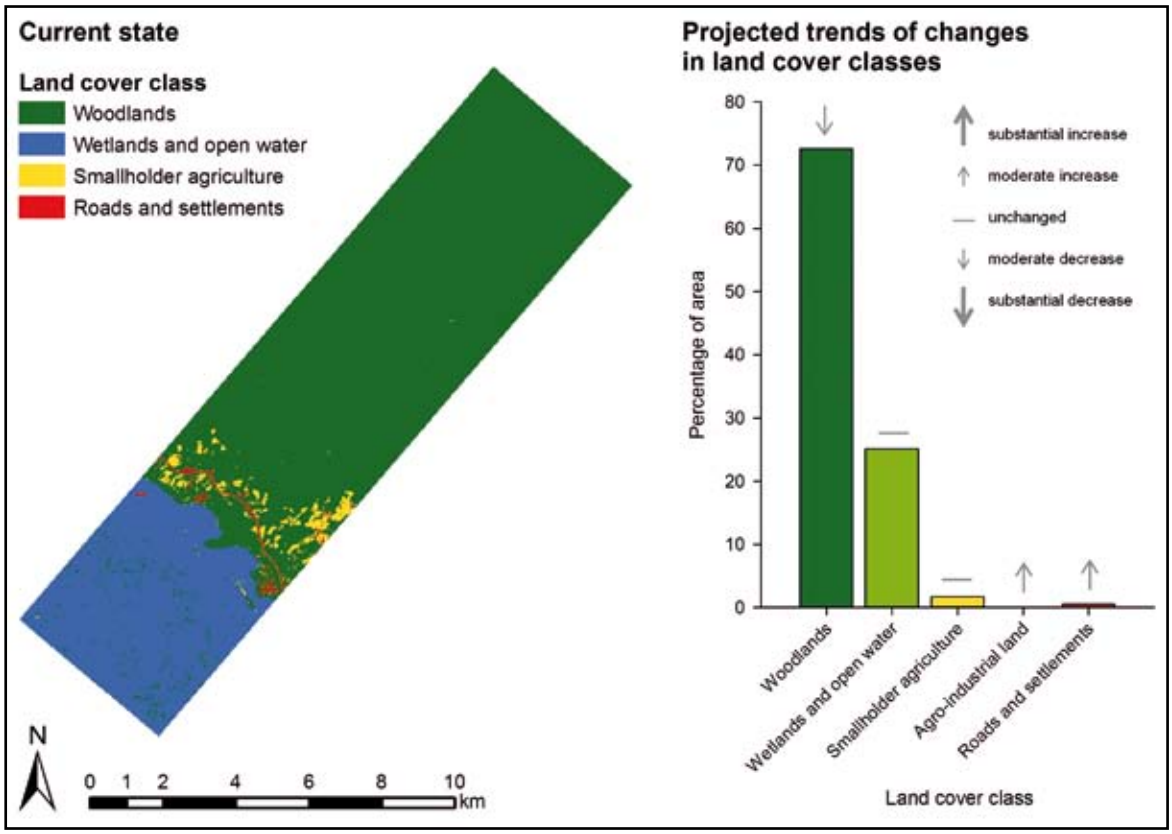

Fig. 154: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Seronga, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'O crescimento verde'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

Fig. 155: Turismo de base comunitária em Seronga, Botsuana. Foto: S. Domptail

Fig. 156: O turismo está em risco devido ao excesso de uso dos recursos naturais a montante? Foto: A. Gröngröft.

A produção de gado é incentivada nas fazendas recém-desmembradas no sudoeste de Ngamiland. Com o objetivo de proteger este enclave, o cordão veterinário como a antiga cerca Búfalo ao norte, é movido para o lado ocidental do canal principal do Okavango na área do enclave. Seronga é excluída da zona de controle veterinário e a criação de animais é reduzida e limitada aos perímetros agrícolas cercados. Assim, os incentivos para aumentar a produção de carne bovina são limitados e o número de bovinos cai consideravelmente.

A propriedade do gado está concentrada entre uma minoria de famílias, mas a densidade de bovinos total é de cerca de 50 % do estoque de 2014.

No Botsuana, os parques nacionais são mantidos como estão atualmente para preservar o ecoturismo que é favorecido pela nomeação do Delta como Patrimônio Mundial da Humanidade. O status de patrimônio mundial atribuído pela UNESCO ajuda a promover o Delta em todo o mundo como um destino de ecoturismo internacional e é administrado com êxito por um comitê integrado de gestão de recursos para sustentar o título em longo prazo. A parte norte de Ngamiland ao leste do Okavango está incluída em uma nova área de gestão de animais selvagens, que conecta o Delta com o Parque Nacional Chobe e os parques nacionais da Namíbia.

A pista de pouso em Seronga é modernizada e ligeiramente ampliada para servir como um ponto de chegada para os turistas que visitam os lodges de preços médios ao longo do enclave. O número global de animais selvagens aumenta e sua migração entre o Delta, Ngamiland e Chobe é facilitada pela remoção da cerca Búfalo ao norte. A expansão correspondente das atividades turísticas aumenta fortemente o número de visitantes e contrabalança, em parte, o aumento do risco de seca e a degradação dos ecossistemas na parte sul do Delta.

O espaço entre os perímetros agrícolas cercados e a área de gestão de animais reduz o número de conflitos entre humanos e animais selvagens.

O núcleo central de Seronga ainda tem pântanos naturais intactos na parte sudoeste e quase intactos no deserto Kalahari, na metade nordeste do núcleo. Os impactos humanos sobre as características da paisagem focam somente nas zonas atribuídas localmente e cercadas para a produção agrícola que estão localizadas dentro da distância atual de 3 km da estrada. A principal alteração em comparação com a situação atual é a expansão das atividades agrícolas (ou seja, produção hortícola sustentável) em uma pequena faixa ao longo da borda das várzeas e o aumento global das intensidades de uso da terra dos perímetros agrícolas. A pureza da paisagem do interior e das várzeas continua bem alta. A estrada de asfalto de Shakawe a Seronga tem tráfego considerável e as extrações de recursos, por exemplo, sapé, madeira e peixe e o uso das florestas são restritas ao longo do Delta, assim como em outras áreas protegidas.

A extração de água é principalmente restrita às necessidades do consumo urbano e doméstico em Seronga, nas aldeias adjacentes e nos lodges. A qualidade da água tem diminuído devido à agricultura na Namíbia e em Angola e o abastecimento urbano para Seronga é garantido por poços e uma instalação de tratamento de água. O uso da água na agricultura é limitado à irrigação de pequena escala, que é apoiada nos lotes hortícolas especificados à beira dos pântanos. O volume total de água extraída é baixo e no Botsuana a agricultura industrial irrigada não é apoiada devido à escassez de recursos hídricos e o foco no ecoturismo ligado à água.

A sobrepesca e técnicas de pesca não sustentáveis reduzem as populações de peixes já afetadas pela deterioração da qualidade dos habitats ribeirinhos e pela dinâmica fluvial perturbada. A mudança dos padrões de inundação anual tem sérios impactos sobre as comunidades de plantas e na migração animal.

Não há projetos de mineração no lado oriental do enclave.

Os incêndios continuam a ocorrer em grandes partes do deserto Kalahari, principalmente em agosto e setembro. No entanto, em comparação com os núcleos centrais, sua freqüência continua muito menor, com períodos de retorno de incêndio de cinco anos.

Fig. 157: Futuras estradas asfaltadas permitem uma melhor conexão. Foto: L. Schmidt.

Fig. 158: Serviços públicos modernizados pela infraestrutura rodoviária melhor? Foto: L. Schmidt

5.5.4 Cenário 3: *A extração na bacia*

Principais tendências de desenvolvimento

A lógica subjacente a este cenário é a idéia de que os três países da bacia poderiam chegar à conclusão de que, com maior colaboração econômica e exploração de recursos distribuída, o potencial de crescimento econômico e, assim, o valor agregado para os três parceiros poderia ser maior. Um grande fator determinante seria, assim, o paradigma partilhado por todos os Estados de que para combater a pobreza e incentivar o crescimento do desenvolvimento econômico, a industrialização, a mercantilização e a exploração de recursos compartilhada/distribuída são necessárias.

Enquanto os três países permanecem autônomos, a bacia serve como uma fonte de recursos para as necessidades e interesses transfronteiriços. A bacia é, assim, vista e desenvolvida com o objetivo de uma crescente integração econômica e de mercado (priorizados para os interesses nacionais). Como parte desse paradigma, normas ambientais são reduzidas na medida em que não fazem parte do modelo de negócios, por exemplo, o turismo. Isso tem um impacto crescente nas periferias rurais e a tendência de superutilização dos recursos hídricos em Angola e na Namíbia afeta negativamente as áreas a jusante do enclave e do Delta.

Um fórum regional dos três países da SADC foi criado. A gestão econômica transfronteiriça integrada inclui processos de planejamento de uso da terra que identificaram áreas espacialmente ideais para fazer melhor uso das vantagens comparativas. Conseqüentemente, Botsuana tem continuado a investir fortemente na produção de carne, mineração e turismo, no entanto, não com ênfase na sustentabilidade em longo prazo, mas sim no sucesso econômico a curto prazo. Isso inclui áreas com produção de gado intensificada, taxas de estoque mais elevadas e o cultivo de forragens. Novas minas, principalmente de metais comuns, são fundadas no interior do enclave. A OKACOM foi relegada ao papel de agência de monitoramento ambiental com pouco potencial de execução.

Para fortalecer a integração regional, o eixo rodoviário de Divundu para Sehitwa e Ghanzi foi fortemente ampliado e melhorado, com o objetivo de ligar o Caprivi e a Rodovia Trans-kalahari. As novas minas do leste do enclave foram conectadas ao sistema de estrada de asfalto. Uma boa estrada de cascalho foi construída entre Maun e Seronga ao longo da borda oriental do Delta, para permitir o fluxo de turistas para as novas zonas turísticas do nordeste de Ngamiland.

O lado oriental do enclave se tornou uma zona para o turismo de animais selvagens de ponta. No lado oeste, há pecuária intensiva para produção de carne. As atividades de mineração localizadas funcionarão no lado oriental do enclave. Perímetros maiores de 5 km ao redor das aldeias são cercados e usados para a agricultura intensiva, incluindo pecuária para a população local.

A integração setorial de políticas ambientais não é prioridade fora das zonas designadas de vida selvagem e turismo. O monitoramento das regulamentações ambientais não é prioridade na pecuária e áreas de mineração e somente casos graves de poluição e degradação são investigados e levados ao tribunal. Há pequenos esforços para aumentar o conhecimento sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso dos recursos. Assim, muitos projetos, tais como fazendas em grande escala, novas minas ou projetos de reassentamento para o turismo são amplamente aprovadas sem levar em conta os serviços ecossistêmicos ou custos sociais. No entanto, grandes trocas a montante e a jusante são levadas em conta para evitar grandes conflitos regionais.

Os agricultores locais têm direitos formais a terra, o que impede forasteiros comuns ao acesso não autorizado a terra. Porém, os investidores poderosos negociam diretamente com o conselho agrário, que apóia a transferência de terras da comunidade, a fim de promover a implantação de novos planos de zoneamento. As políticas de zoneamento incentivam investimentos comerciais em grande escala e o reassentamento dos pequenos agri-

cultores da borda do leste em um pequeno número de cidades selecionadas. Visando implantar esta política, mecanismos de desapropriação também são utilizados e, nestes casos, as indenizações são pagas, mas fixadas pelo Estado sem negociações com as comunidades locais. No geral, a situação reduz os incentivos para a gestão sustentável de terras comuns. A relação ruim entre os direitos agrários consuetudinários e estatutários torna as comunidades mais propensas à apropriação por agentes poderosos, o que reduz seus incentivos para a gestão sustentável da terra.

Os efeitos no núcleo central de Seronga

No Botsuana, encontramos um zoneamento rigoroso entre as zonas pecuárias na margem oeste do enclave e a de animais selvagens da indústria de turismo na margem leste. As zonas pecuárias são especialmente utilizadas como principal estratégia de controle para as doenças do gado. Com a mudança da cerca Búfalo para o oeste no canal principal do enclave, o zoneamento inclui alguns reassentamentos forçados e causou fortes efeitos sobre o exercício dos direitos a terra.

O reassentamento de pessoas em cidades rurais maiores, entre elas Seronga, as operações de mineração ao longo do enclave e o setor do turismo em expansão criam novos empregos e renda, o que promove o desenvolvimento de um setor comercial local cada vez mais próspero. O desenvolvimento é ainda apoiado pela modernização da infraestrutura rodoviária. Uma nova ponte rodoviária e estradas de asfalto ligam as minas e as pessoas no lado oriental do enclave com Shakawe. A conectividade com centros regionais como Shakawe e Maun aumentaram bastante e, como resultado, Seronga se torna cada vez mais envolvida em mercados de fluxo financeiro e no consumismo. As famílias possuem uma crescente variedade de bens de consumo modernos e melhor conexão com empresas regionais de varejo.

Com as novas oportunidades de emprego, a migração para os centros urbanos se torna cada vez mais atraente, especialmente para os jovens. A população urbana dos centros e cidades mais próximos Shakawe, Maun e Sepupa, está crescendo bastante e atraindo jovens das aldeias. A conectividade entre esses centros e as pequenas aldeias como Seronga aumentou muito a necessidade de produtos globais e os pequenos agricultores são incentivados a trabalhar em fazendas comerciais ou procurar emprego em setores de mineração e turismo. A migração temporal e permanente também é incentivada pela expansão dos centros urbanos mais próximos Shakawe, Maun e Sepupa e a melhoria de conexão para viajar entre Seronga e eles. Enquanto Seronga ganha poder econômico crescente, recebe migração crescente das áreas mais rurais ao seu redor.

A renda média per capita está aumentando como resultado das novas oportunidades econômicas e crescentes oportunidades de emprego e, ao mesmo tempo, a desigualdade de renda também aumenta, o que reflete, por exemplo, na posse do gado, levando a novos conflitos sociais. Os crescentes setores econômicos requerem profissionais bem treinados e as políticas de educação incentivam o estabelecimento de uma elite acadêmica. No entanto, para a maioria do povo de Seronga as oportunidades de educação ainda são limitadas. Como resultado das restrições para auto-provisionamento de áreas

O local de estudo de Seronga – Pedreira na Bacia

Configurações do cenários:

- Aumento na colaboração econômica entre os três países da bacia.
- A bacia serve como uma fonte de exploração de recursos distribuídos.
- Gestão transfronteiriça integrada.

Principais características da sinopse do cenário *A exploração na bacia* para Botsuana:

- Planos de uso da terra identificam áreas espacialmente adequadas para fazer o melhor uso das vantagens comparativas.
- Investimentos na produção de carne, no turismo e em mineração.
- Padrões ambientais são reduzidos fora das áreas designadas para animais selvagens e zonas de turismo.

Principais características da sinopse do cenário *A extração na bacia* no núcleo central de Seronga:

- O lado leste do enclave se tornou uma zona de turismo baseado em animais selvagens.
- Aumento nas atividades turísticas no lado oriental do enclave. A nova área de gestão de animais selvagens expandida conecta o delta com o Parque Nacional Chobe no nordeste e os parques nacionais da Namíbia.
- Portanto, os pequenos agricultores são reassentados da borda leste para um pequeno número de cidades rurais, entre elas Seronga.
- Agricultura intensiva e pecuária são restritas a grandes áreas cercadas ao redor de Seronga.
- Novas minas, principalmente de metais comuns, são fundadas no interior.

sob concessões comerciais, as comunidades locais têm níveis decrescentes de acesso ao abastecimento, à regulação e aos serviços de ecossistemas culturais. Isso afeta especialmente os pobres que são os que mais usam os serviços ecossistêmicos como base para a sua subsistência e para atenuar riscos. Não há mecanismos de seguro modernos introduzidos para compensar este efeito.

A utilização agrícola das terras agrícolas é restrita a perímetros cercados de, aproximadamente, 5 km em torno das cidades rurais, incluindo 1 km dentro das várzeas. A agricultura de cultivo semipermanente em combinação com a produção de gado em pequena escala continua a ser um meio de subsistência adicional importante, apesar de contribuir apenas com uma parte relativamente pequena no rendimento global da comunidade. Os pequenos agricultores melhoram apenas marginalmente a sua produtividade e graças ao crescente poder econômico de Seronga, alguns agricultores mais abastados têm acesso fácil a insumos agrícolas, tais como fertilizantes ou pesticidas. As taxas de adoção de atividades agrícolas melhoradas são elevadas entre as famílias abastadas, mas a maioria dos agricultores pobres está ficando mais pobre. Alguns poucos sistemas agrícolas de tamanho médio são desenvolvidos nesses perímetros para apoiar os planos de segurança alimentar doméstica. Os crescentes mercados locais, para bens agrícolas e de consumo, também criam incentivos para vender partes maiores de sua colheita e a intensidade geral de utilização agrícola aumenta nos perímetros agrícolas cercados.

O uso cada vez mais intensivo do solo aumenta a demanda pela terra e mercados agrícolas se desenvolvem. Alguns pequenos agricultores alugam seus lotes para famílias mais abastadas e investidores externos que podem praticar economias de escala. Os novos locadores trabalham como operários ou conseguem entrar em outros setores econômicos. Esta dinâmica traz novas oportunidades para investimentos, mas também aumenta a insegurança alimentar, já que não há amortecimento ou mecanismos de proteção para os pobres.

Enquanto a produção pecuária comercial em grande escala é zoneada e incentivada no lado oeste do enclave, os serviços veterinários locais são melhorados para atender aos requisitos de exportação de carne e produtos pecuários das fazendas comerciais locais recém-criadas. A demanda de água para as fazendas de gado é atendida principalmente por poços profundos, não afetando diretamente o fluxo do Okavango. Assim, com a remoção da cerca Búfalo, a ponte do Okavango em Mahangu constitui a nova fronteira veterinária.

Conseqüentemente, as normas veterinárias impedem a comercialização de produtos de origem animal da área de Seronga para os mercados nacionais e internacionais e os currais no interior de Seronga são fechados com

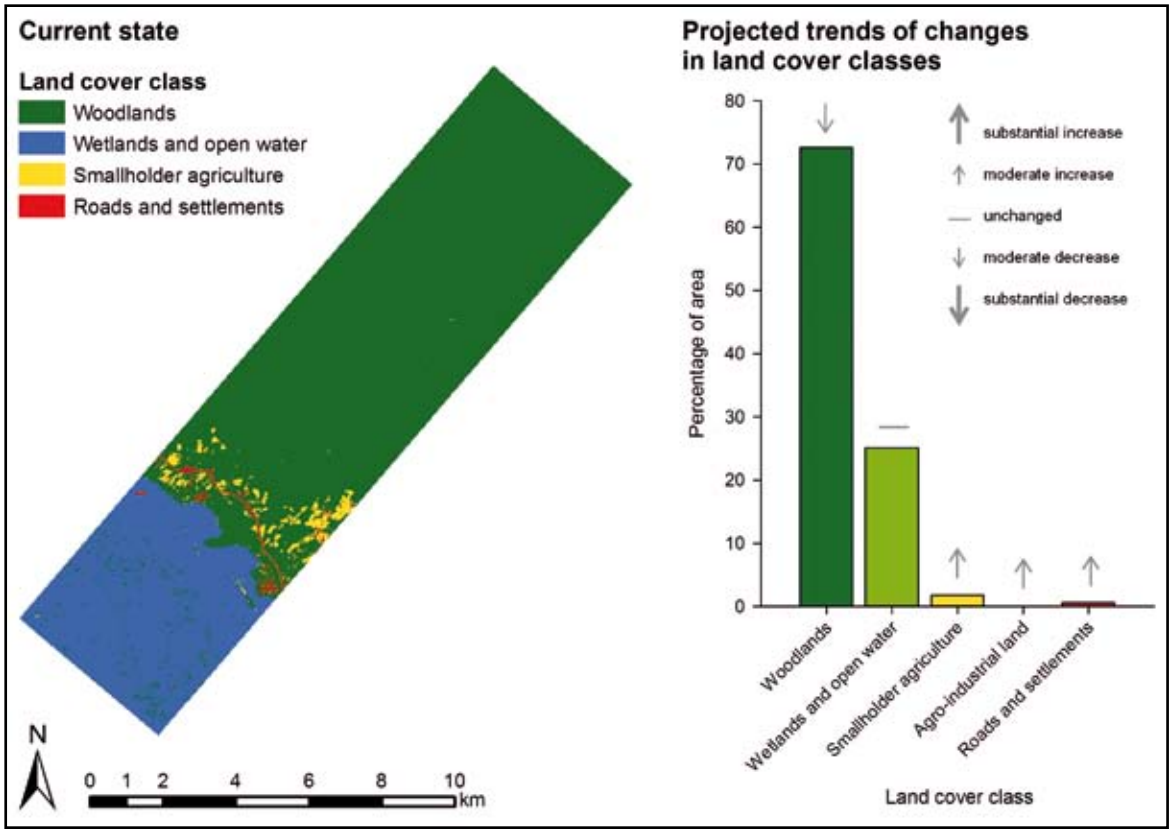

Fig. 159: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Seronga, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'A extração na bacia'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

Fig. 160: O Delta Okavango atrai o turismo de ponta. Foto: L. Schmidt.

os números de cabeças de gado caindo fortemente. O gado é propriedade de uma parcela menor das famílias e muitas só mantém a criação de pequenos animais para a subsistência. A criação de gado é limitada aos perímetros cercados em torno das cidades rurais e a migração de animais selvagens é incentivada nos corredores abertos entre os perímetros cercados.

O Delta como Patrimônio Mundial é afetado pelo aumento dos níveis de extração de água e pela contaminação por pesticidas e nutrientes a montante e as partes do sul são especialmente afetadas pela redução do bombeamento de água. No entanto, a área do WHS permanece inalterada e o Delta continua a ser um trunfo para a indústria do turismo do Botsuana. Como a parte sul do Delta está cada vez mais afetada por secas, o turismo de ponta se desloca para o norte do lado oriental do enclave. A iniciativa KAZA continua. A proteção de grandes animais selvagens para a indústria do turismo tem prioridade sobre as utilizações agrícolas ou pastorais. As pessoas das aldeias são reassentadas em algumas cidades rurais maiores com perímetros agrícolas cercados, criando corredores sem atividades agrícolas entre os perímetros. A recém-criada área de gestão de animais selvagens no lado leste do enclave liga o Delta com os parques nacionais Bwabwata, NkasaRupara e Mudumu na Namíbia e Chobe no nordeste.Vários novos lodges são fundados no WMA, criando novas oportunidades de emprego. Dentro do WMA as atividades de turismo de ponta são ampliadas e, para maximizar as receitas, cada vez mais, instalações de preços médios também são fundadas por hostels e lodges nas cidades rurais, oferecendo passeios com duração de um dia no WMA. A vida selvagem no interior é cuidadosamente administrada, usando poços com o objetivo de satisfazer os turistas de fotografia e de caça. Os números globais de animais selvagens aumentam e sua migração entre o Delta, Ngamiland e Chobe é facilitada pela remoção da cerca Búfalo ao norte. A delimitação dos perímetros agrícolas em torno das cidades rurais reduz o número de conflitos entre o homem e os animais selvagens.

O núcleo central de Seronga continua a apresentar pântanos naturais intactos na parte sudoeste e relativamente intactos no deserto Kalahari na metade nordeste do núcleo. Os impactos humanos sobre as características da paisagem se concentram nos perímetros cercados para a produção agrícola em torno de Seronga, que estão localizados dentro de um raio de 5 km da cidade. A pureza da paisagem do interior permanece bastante elevada, no entanto, um número crescente de herbívoros transforma especialmente as florestas de mopane em habitats mais abertos. A paisagem dentro dos perímetros agrícolas mudou substancialmente para um mosaico de campos de tamanho médio usados intensivamente e a participação proporcional dos pousios e florestas nesses perímetros diminuiu muito. Uma alteração adicional em comparação com a situação atual será a infraestrutura rodoviária expandida para as minas e de Seronga para Maun, com o aumento correspondente do tráfego. Dentro de uma área de 100 km^2 ao redor de Seronga, 15 % são utilizadas como terras aráveis e cerca de 70 % estão em um estado ainda relativamente natural. O regime de incêndio permanece quase o mesmo que o atual, com exceção do perímetro agrícola maior em torno de Seronga.

Os pântanos ao sudoeste de Seronga são cada vez mais afetados pela redução do pulso de inundação, períodos mais curtos de inundação e a água cada vez mais poluída devido ao uso mais intensivo a montante. A água do rio não tratada é pouco adequada para a pecuária ou para outros usos diretos devido à poluição química e microbiana, contudo, o abastecimento de água para consumo doméstico e a indústria do turismo é garantida com base no bombeamento de águas subterrâneas de boa qualidade. Isso se torna ainda mais crítico em face das mudanças climáticas e secas mais freqüentes, no entanto, as alterações não são tão notáveis como na parte sul do Delta.

A forte presença de produtos de consumo cria novos desejos para participar do estilo de vida moderno. Isso incentiva aqueles que não conseguem encontrar empregos a explorar recursos naturais comercializáveis em zonas comuns e públicas ao redor das aldeias, em particular, a colheita de grama, sapé e peixe aumenta. Como resultado da menor qualidade e quantidade de água no rio, essa utilização dos recursos perturba cada vez mais as funções ecológicas e a dinâmica do rio. A sobrepesca e técnicas de pesca não sustentável reduzem as populações de peixes.

Várias minas são fundadas no interior do deserto Kalahari e os assentamentos de trabalhadores, estradas de acesso e linhas de fornecimento de energia fragmentam localmente a paisagem do deserto. A integração regional de estradas de acesso, a remoção de cercas e o aumento do tráfego transfronteiriço facilitam o acesso e oportunidades de contrabando para os caçadores ilegais. Os níveis de caça ilegal aumentam bastante no leste de Ngamiland e na região do Delta.

5.5.5 Cenário 4: *O crescimento lento*

Principais tendências de desenvolvimento

Neste cenário, diferentes agentes em toda a bacia e em Botsuana se comprometem com um desenvolvimento ecológico, social e econômico sustentáveis. Isso tem implicações sobre os valores sociais, culturais, ambientais e da sociedade que são levados em conta nas políticas e regulamentos governamentais, bem como nos mercados. Os interessados fazem esforços consideráveis para aumentar os conhecimentos sobre as conseqüências multidimensionais de decisões sobre o uso dos recursos. Quaisquer atividades econômicas e especialmente inovações agrícolas, gestão florestal e mineração são decididas levando-se em conta toda a gama de benefícios provenientes dos recursos naturais para as gerações presentes e futuras em escala local, nacional, da bacia e global. Essa deliberação é apoiada por uma forte coordenação entre os países da bacia em que a OKACOM recebeu um forte mandato, realizando atividades de monitoramento e avaliação. As recomendações da OKACOM são levadas em conta na elaboração de políticas nacionais.

Os governos nacionais e regionais criam estratégias de desenvolvimento rural, que têm como objetivo a produtividade dos agricultores de pequena escala. Esse paradigma de desenvolvimento é implantado em cooperação com os agentes de desenvolvimento e pesquisa USAID, GIZ, PNUD, Worldbank, FAO, CGIAR e SASSCAL. Há forte foco em tecnologias agrícolas de baixo custo, como a rotação e diversificação de culturas, a fertilidade do solo, o reforço da eficiência do uso da água e a utilização de nutrientes orgânicos e inorgânicos.

Como parte da implantação da política para o desenvolvimento sustentável focada nos pequenos agricultores, as autoridades formulam e implantam planos de uso da terra em cooperação com parceiros internacionais de pesquisa e desenvolvimento. O amplo zoneamento da bacia leva em conta as vantagens econômicas e ecológicas comparativas e incentiva o comércio entre os países. Botsuana continua a investir fortemente no ecoturismo e no desenvolvimento sustentável do setor agrícola, incluindo a pecuária.

O desenvolvimento do turismo é planejado com base em cooperação entre os países da bacia. Namíbia e Botsuana apóiam Angola em seus esforços para se tornar um destino turístico firmemente estabelecido. A Área de Conservação Transfronteiriça Kavango-Zambezi (KAZA TFCA) é muito importante nessa ação. A bacia desenvolve uma marca registrada e consegue ganhar uma fatia maior do mercado global para produtos de ecoturismo. Desta forma, todos os países da bacia se beneficiam da expansão do setor de turismo.

A nível local, os líderes tradicionais incentivam discussões na comunidade sobre o uso dos recursos naturais, a introdução de novas leis consuetudinárias restringindo a gestão de recursos não sustentáveis e a aplicação de leis tradicionais de forma mais rigorosa. Os temas específicos abordados são a pesca ilegal, o desmatamento de florestas para fazer campos, o uso indevido de incêndio e a poluição do rio.

São feitos esforços significativos para melhorar o monitoramento e o cumprimento de normas ambientais e a colaboração estreita entre as autoridades oficiais e tradicionais é crítica. Princípios subsidiários serão aplicados, reduzindo os custos de monitoramento e execução para o governo. Como resultado, as leis consuetudinárias e estatutárias que restringem a extração de recursos, controlando os incêndios e regulando o desmatamento de floresta, são eficazes e eficientemente aplicadas.

Os direitos agrários locais são efetivamente aplicados pelas autoridades estaduais. Transferências de terra das comunidades para indivíduos e organizações buscando o uso comercial da terra em grande escala dependem

da aprovação do conselho agrário. As indenizações são baseadas em preços de mercado, regras governamentais e consenso da comunidade. Os pobres têm acesso equivalente a terra e as autoridades tradicionais estão novamente mais envolvidas nas questões de gestão da terra. No geral, a interação construtiva e controlada entre a lei consuetudinária e estatutária e a abordagem equilibrada e cuidadosa do governo torna as comunidades menos propensas a apropriação da terra por agentes poderosos. Isso aumenta seus incentivos para uma gestão sustentável da terra que ainda é comunitariamente gerida.

Os efeitos sobre o núcleo central de Seronga

O fornecimento de energia para a comunidade, bem como o setor do turismo, é fortemente baseado em energias renováveis, tais como usinas de energia solar descentralizadas de pequeno a médio porte, moinhos e usinas de biogás.

Graças ao aumento da população e da renda em Seronga, bem como à crescente demanda do setor de turismo por alimentos frescos, um mercado relativamente poderoso de produtos agrícolas se desenvolve na cidade e também torna localmente possível a inserção de suprimentos para o cultivo modernizado e pastagens. Isso reduz os custos de produção e transação dos agricultores e aumenta sua renda.

Devido às novas oportunidades de educação e emprego, a migração para os centros urbanos ainda é atraente, especialmente para os jovens. No entanto, a promoção da agricultura mais produtiva e sustentável e do turismo resulta em oportunidades melhores de emprego local e agricultura baseada na subsistência. Como conseqüência, existem fortes incentivos econômicos para permanecer em Seronga. Isso significa, mais uma vez, que a urbanização é bastante moderada e o paradigma de desenvolvimento se concentra nos meios de subsistência rurais para uma população maior. Porém, os centros urbanos mais próximos, Shakawe, Maun e Sepupa também crescem devido à sua melhor conectividade, um número crescente de pequenas aldeias se desenvolve enquanto recebem pequenas e médias novas empresas devido às novas oportunidades econômicas. Algumas delas se tornaram cidades.

A renda média per capita está aumentando como resultado de novas oportunidades econômicas e a desigualdade de renda permanece no nível alto atual, porém não crescerá. As políticas de educação focam na população geral relativamente igual e, como resultado do provisionamento estável do ecossistema, o abastecimento e a regulamentação do Estado e os serviços dos ecossistemas culturais são continuamente fornecidos. Isso mantém e estabiliza os meios de subsistência, em especial dos pobres, que são os que mais usam os serviços ecossistêmicos.

Sob este cenário, a agricultura e o turismo são as principais práticas de uso da terra e fontes críticas de renda para a população local. Projetos de pesquisa e desenvolvimento agrícola irão desenvolver, testar, gerir e ampliar as práticas adaptadas de uso sustentável dos recursos dos pequenos agricultores, tais como a agricultura de conservação, a compostagem, os sistemas agro florestais e a irrigação por gotejamento. Legumes e frutas como culturas de fluxos financeiros são amplamente cultivados e a irrigação extensiva em pequena escala se tornou comum ao longo de todo o enclave. A troca de conhecimentos

O local de estudo de Seronga – Crescimento Lento

Configurações do cenário:

- Gestão transfronteiriça integrada.
- Foco em desenvolvimento sustentável ecológico, social e econômico.

Principais características da sinopse do cenário *O crescimento lento* para Botsuana:

- Leis consuetudinárias e estatutárias limitando a extração de recursos são efetivamente aplicadas.
- Cooperação entre agentes internacionais de desenvolvimento e pesquisa (CGIAR, FAO, USAID, UNDP e World Bank).
- Estratégias de desenvolvimento rural sustentável são apoiadas, por exemplo, agricultura de conservação, eficiência do uso da água e gestão da pecuária.

Principais características da sinopse do cenário *O crescimento lento* no núcleo central de Seronga:

- Irrigação extensiva em pequena escala de cereais, vegetais e frutas se tornou comum ao longo de todo o enclave. A gestão de pastagem comunitária é ativamente promovida.
- O segundo pilar econômico é baseado em turismo ecológico e étnico e há operações de turismo públicas e privadas administradas por estrangeiros.
- No contexto das áreas de conservação transfronteiriça, corredores de vida selvagem são criados possibilitando a migração de animais selvagens e assim reduzindo os conflitos entre estes animais e humanos.

entre as comunidades dentro da bacia é incentivada e tudo isso tem efeitos positivos sobre a produtividade dos pequenos agricultores.

Em contraste, a agricultura industrial irrigada não é prioridade para os decisores políticos e é apenas permitida se uma avaliação completa fornecer evidências de que não há significativos impactos negativos sociais e ambientais. O mesmo vale para outros usos de recurso intensivos, como a mineração e, como conseqüência, em torno de Seronga não há nem irrigação comercial nem projetos de mineração implantados.

A gestão pecuária é ativamente promovida e vista mais como uma alternativa de uso da terra compatível com a gestão da vida selvagem e turística, quando comparada à agricultura de cultivo. A produção pecuária exige transformações menos severas dos habitats naturais e a gestão comunitária das pastagens é ativamente promovida pelo governo e outros agentes de desenvolvimento. Graças, por exemplo, a práticas de estoque de pastoreio, a pastagem e aragem intensivas de curto prazo e longos períodos de descanso, a produtividade aumenta substancialmente sem grande deterioração ecológica.

A cerca Búfalo e o sistema de controle existente FMD são desfeitos para melhorar a migração de animais selvagens dentro da área da KAZA, levando em conta os impactos potenciais sobre o setor pecuário.

O desenvolvimento do turismo segue uma estratégia diversificada e as comunidades são fortemente apoiadas no desenvolvimento de operações de turismo de base comunitária. O camping da comunidade de Seronga está totalmente renovado e oferece produtos de turismo ecológico e étnico, que podem ser fornecidos por membros da comunidade, em grande parte com recursos disponíveis localmente. Os turistas desfrutam de uma experiência relativamente autêntica do dia a dia africano, dormindo em cabanas tradicionais e participando da utilização de recursos de uso diário e atividades cotidianas, como a pesca com barcos mokoro, trabalho de campo e preparação de alimentos ou fabricação de artesanato. Além disso, a visualização da natureza é oferecida por guias comunitários bem treinados, fornecendo uma imagem diferenciada da vida da comunidade. Os produtos buscam o mercado de turismo de médio preço.

A comunidade de Seronga é afetada ainda por uma atualização e consolidação do setor do turismo de ponta, que se torna parte da política de desenvolvimento do setor para concentrar empresas privadas administradas por estrangeiros para o segmento, a fim de evitar a concorrência muito forte e direta com os produtos de turismo de base comunitária. Lodges de ponta são planejados com base em avaliações de impacto ecológico e social. Por um lado, a comunidade de Seronga se be-

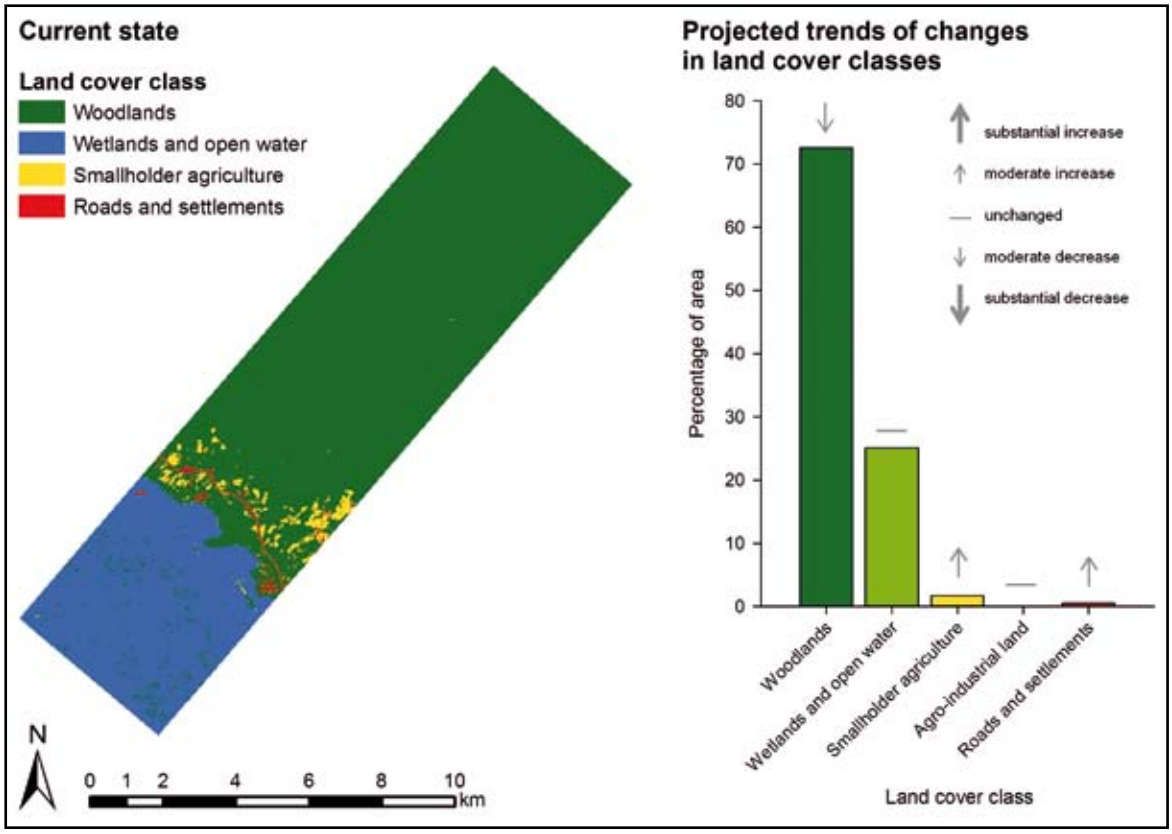

Fig. 161: O mapa à esquerda mostra as classes de cobertura terrestre simplificadas do núcleo central de Seronga, no seu estado atual. O gráfico à direita ilustra a porcentagem de área de cada classe de cobertura terrestre e as flechas acima de cada classe indicam as supostas mudanças dentro do cenário 'O crescimento lento'. Observação: as flechas indicam uma mudança relativa apenas em suas respectivas classes de cobertura terrestre.

neficia da ampliação do turismo de ponta, aumentando as taxas de concessão pagas ao Fundo Comunitário do Okavango e, por outro lado, novos empregos são criados e membros da comunidade têm a oportunidade de receber treinamentos profissionais que lhes permitam trabalhar em cargos mais qualificados.

As áreas protegidas serão mantidas como no ano de 2015, mas a gestão comunitária dos recursos naturais se difundirá. Atividades globais de turismo se expandirão ainda mais ao norte, também como resultado do aumento do risco de seca na parte sul do Delta devido ao clima. Isso será feito, no entanto, de uma forma muito delicada, evitando o máximo possível da perturbação adicional para o ecossistema.

A condição de patrimônio mundial atribuído pela UNESCO ajuda a promover o Delta como destino de ecoturismo e é gerida com sucesso por um comitê integrado de gestão de recursos para manter o título em longo prazo. No contexto da bacia, ampla cooperação no âmbito dos corredores de animais selvagens da KAZA/TFCA é estabelecida em toda a região. Como resultado, os animais selvagens podem migrar para o norte, o que reduz o confinamento no nordeste do Botsuana. O total de animais selvagens e, em particular, o número de elefantes, diminui na área de Seronga, reduzindo também os conflitos entre humanos e animais selvagens.

O ecossistema em torno de Seronga continua a apresentar pântanos naturais intactos e a quantidade e qualidade da água continuam elevadas, graças à gestão dos recursos naturais coordenada amplamente na bacia e aos baixos conflitos a montante e a jusante.

Além disso, o deserto Kalahari permanece em bom estado e a transformação da paisagem diminui consideravelmente a partir de 2015, restrita a uma faixa larga de 4 km ao longo da estrada de Seronga a Shakawe. A pureza da paisagem do interior melhorou devido aos corredores recém-criados de animais selvagens rumo ao norte. Bombas de água recém-perfuradas no interior, em combinação com uma melhor gestão das pastagens, reduzem os padrões de degradação localizada.

Dentro de uma área de 100 km^2 ao redor de Seronga, 7 % dela é usada como terras aráveis e 85 % está em estado relativamente natural.

5.6 Comparação dos principais caminhos de desenvolvimento e seus impactos

Neste capítulo, oferecemos vários caminhos para futuros desenvolvimentos. Deve-se lembrar de que estes caminhos são baseados em suposições plausíveis, muitas vezes simplificadas, e não são previsões ou projeções de como os fatos acontecerão definitivamente. Ao contrário, eles averiguam futuros possíveis e, na melhor das hipóteses, cobrem uma ampla gama desses futuros com o objetivo de preparar a tomada de decisões. Em contraste com a descrição **Situação Atual** ou com as **Principais Conclusões**, eles projetam certos caminhos de desenvolvimento no futuro e devem fazê-lo de forma coerente internamente. Isso significa que são opções alternativas de cooperação transfronteiriça (fortes ou fracas) ou de gestão e controle de recursos (fortes ou fracos), porém certas mixagens entre estes pólos são muito mais prováveis. No entanto, por meio do 'aquecimento' aqui no final do capítulo **Cenários**, gostaríamos de tentar enfatizar e discutir o leque de opções por meio do foco nos cenários opostos 1 e 4.

Com esse fim, resumimos as tendências para cada variável com seus diferentes caminhos de desenvolvimento em tabelas: um para a bacia do Okavango e três para os núcleos centrais. Dentro dessas tabelas, retratamos as tendências assumidas para algumas variáveis respectivas como setas e, assim, oferecemos uma comparabilidade das tendências ao longo dos cenários. O sentido da respectiva tendência foi simbolizado por setas, cujas definições são dadas na Tab. 15.

Nota-se que tais setas são uma aproximação para a quantificação espacialmente explícita mais complexa de cenários. No entanto, como os cenários são apenas um produto entre tantos outros que o projeto TFO teve que realizar em cinco anos, essa é a saída provisória que podemos oferecer aqui. Outras análises, especialmente sobre a relação entre o indicador e a sociedade, terão que ser encaminhadas no futuro. Porém, as setas são os resultados da discussão interdisciplinar intensiva dentro da equipe do TFO.

Alguns impulsionadores de desenvolvimento mais amplos, como as alterações climáticas, a integração do mer-

Tab. 15: Sentido e impacto das tendências de variáveis de cenários.

↑	aumento, melhoria
↓	diminuição, deterioração
↗	aumento moderado, leve melhoria
↙	diminuição moderada, leve deterioração
→	sem mudanças

Fig. 162: Vista aérea de caminhos de animais no Delta de Okavango. Foto: H. Seidel.

cado global, a urbanização ou a pobreza, desempenham papel significativo para a transformação geral de todo o sistema, descritos nos cenários. No entanto, com o propósito de uma comparação condensada, vamos nos concentrar em aspectos e variáveis onde diferenças claras entre os cenários com relação à bacia e ao núcleo tornam-se visíveis.

5.6.1 Comparação das principais tendências de desenvolvimento

Imagine o futuro do cenário 1, onde os três países vizinhos na bacia se concentrarão em seu próprio sucesso econômico acelerado. O rio será visto como uma propriedade parcial, a ser utilizada para represamento, irrigação e turismo, entre outros usos. A agricultura familiar será encarada como algo que está desatualizado, o que significa que não vale a pena investir em uma reforma agrária, incluindo treinamento, conscientização, novas tecnologias e agricultura ecológica. O futuro para os agricultores será visto mais como em um mercado de trabalho com base em fluxos financeiros, conforme eles se tornam, por exemplo, trabalhadores em empresas agroindustriais de grande escala oferecendo poucos empregos ou migram para as cidades para trabalhar em empresas emergentes de investidores internacionais e nacionais. A terra, a água e os recursos naturais serão vistos como mercadorias por parte dos investidores internacionais em busca de campos para plantar arroz e outros alimentos, barragens para produzir energia hidrelétrica, madeira para todos os tipos de propósitos ou paisagens zoneadas para serem comercializadas para os turistas. Esses usuários da terra que permanecem na subsistência agrícola, provavelmente continuarão as tendências que já são visíveis hoje: a mercantilização da madeira, sapé, carvão ou mel para também entrar nos crescentes mercados de fluxos financeiros. Porém, esses pequenos proprietários serão empurrados para solos até menos produtivos do interior, reduzindo os seus rendimentos e, assim, a sua segurança e soberania alimentar. O dinheiro vai mediar o acesso a bens e serviços altamente necessários, como eletricidade, água potável, infraestrutura, mas também um moderno sistema de educação e saúde. Um sistema para monitorar e reforçar a proteção dos recursos naturais não será rigorosamente estabelecido, mas sim tratado suavemente. Economicamente, esse processo vai contribuir para o crescimento econômico em curto e médio prazo nos três países e a redução da pobreza medida pela renda média, alto desemprego, estatísticas de seguro de saúde, etc. Olhando para alguns dos indicadores que utilizamos para os cenários, mostramos algumas das devastações ecológicas em longo prazo desse processo (Tab. 16). A ampliação espacial e as intensidades de vários processos aumentarão, por exemplo, a proporção de terras convertidas, ranchos, lotes irrigados, assim como as intensidades das extrações de recursos e fragmentação da paisagem. A captação de água também aumentará e a escassez será primeiro percebida no Botsuana, com fluxo reduzido atingindo o Delta. Na Namíbia, também a água disponível vai diminuir devido ao aumento da captação na

Tab. 16: Comparação da avaliação de duas tendências extremamente diferentes de desenvolvimento para a Bacia do Okavango.

	A corrida pelo dinheiro	O crescimento verde	A extração na Bacia	O crescimento lento
Configurações do cenário				
Gestão integrada transfronteiriça	↓	↓	↑	↑
Políticas de gestão de recursos naturais	↓	↑	↓	↑
Paradigmas da política de desenvolvimento	Salto	Salto	Salto	Passo a passo
Impulsionadores / Variáveis				
Monitoramento e controle da gestão de recursos naturais	↘	↑	↘	↑
Habilidade de agentes locais em defender seus direitos agrários	↘	↗	↘	↗
Desenvolvimento de infraestrutura física	↑	↑	↑	↑
Atividades de turismo	↑	↗	↑	↗
Área de terra efetivamente preservada	→	→	→	↗
Área de terra natural convertida	↗	→	↗	↘
Área de pecuária comercial	↑	↗	↑	→
Área de agricultura de irrigação industrial	↑	↑	↑	→
Intensidade da extração de recursos naturais em áreas não cultivadas	↑	↘	↗	↘
Área de sistemas de produção em pequena escala	→	→	→	↗
Quantidade de água captada do rio	↑	↗	↑	→
Qualidade da água	↘	↘	↘	↗
Área afetada por incêndios regulares	↗	↑	↗	↑
Fragmentação da paisagem	↑	↘	↑	↘

bacia superior e da crescente captação doméstica pelos sistemas agrícolas e assentamentos que se espalham ao longo do rio. Além disso, um aumento da agricultura irrigada nas margens do rio causará fluxos maiores de nutrientes para dentro do Rio Okavango, diminuindo a qualidade da água que ainda é muito boa.

Em contraste com esse caminho, no cenário 4 - outro extremo do espectro - pode-se imaginar um mundo em que os três países chegam à conclusão de que a cooperação e a divisão de benefícios, além de uma estratégia ecológica relacionada ao pequeno agricultor em longo prazo, pode ser a melhor opção. Isso pode soar um pouco como um belo futuro sustentável, mas um investimento nacional para o fortalecimento da sociedade comum pode apoiar um processo sustentável e de longo prazo para integrar as comunidades locais na crescente economia de fluxos financeiros. A importância da produtividade dos pequenos produtores, como uma espinha dorsal dos meios de subsistência rurais na Bacia de

Fig. 163: Produção de carvão e uso de água pelas comunidades locais de Angola. Fotos: F. Maiato, H. Göhmann.

Okavango, seria reconhecido. Um dos focos principais de uma campanha e reforma agrícola seria aumentar os rendimentos de terrenos de sequeiro existentes com tecnologias alternativas (por exemplo, a agricultura de conservação, incluindo a fertilização orgânica, o controle de evaporação e a formação de agricultor para agricultor). Isso reduziria a insegurança alimentar e apenas aumentaria ligeiramente a renda em fluxo financeiro. É um processo passo a passo e em longo prazo, que incluiria os direitos aperfeiçoados a terra e o melhor acompanhamento de políticas e normas ambientais. Os efeitos também podem mostrar diferentes taxas de conversão de terras, de extrações de água e recursos e de fragmentação da paisagem, para citar apenas algumas (vide tabela 'Comparação da avaliação de duas tendências extremamente diferentes de desenvolvimento para a Bacia do Okavango'). Além disso, o sistema de escoamento do rio permaneceria mais estável, garantindo a funcionalidade do Delta e a amenização de potenciais conflitos. No entanto, como mostramos nos cenários, esses são valores e benefícios são frequentemente não monetários em uma perspectiva de curto prazo. Eles exigem mitigação política e elaboração de regras no que diz respeito a investimentos, a intensificação agroindustrial e a expansão de mercados baseados em fluxo financeiro. É mais provável que exigiriam a renúncia ao crescimento econômico em curto prazo e um salto em um futuro economicamente rentável, assim essa é a principal desvantagem deste outro extremo.

Em suma, tornou-se evidente partir apenas de sobreposição e comparação das forças motrizes da lógica escolhida de cenário e as duas grades extremas de desenvolvimento potencial que **1)** a atribuição de diferentes paradigmas de desenvolvimento mais as decisões políticas relacionadas têm um grande impacto sobre diversas variáveis dentro dos próximos 15 anos e **2)** a orientação das **políticas de gestão** dos recursos naturais (exploradores ou sustentáveis) tem **impactos significativos sobre o desenvolvimento** nos próximos 15 anos e no estado dos recursos naturais, como esperado.

Além disso, quando se comparam as colunas 1 + 2 (interesses nacionais primeiro) e colunas 3 + 4 (gestão transfronteiriça) concluímos que uma decisão a favor ou contra uma gestão transfronteiriça integrada não leva a diferenças claras entre as respectivas sinopses. Especialmente quando relacionados à gestão de exploração de curto prazo dos recursos naturais, quase não há nenhuma diferença entre os desenvolvimentos no cenário 1 e 3. Apenas no que diz respeito às atividades de turismo e à intensidade da extração de recursos naturais, a abordagem das vantagens econômicas comparativas no cenário 3 'A extração na Bacia', leva a alguns desenvolvimentos ligeiramente positivos. No entanto, uma abordagem integrada de gestão transfronteiriça entre os três países da bacia é de extrema importância quando está associada políticas de desenvolvimento e gestão sustentáveis, como pode ser visto no caso do cenário 4 'O crescimento lento'. Esse é o único dos nossos cenários com uma tendência positiva para a proteção das florestas virgens, o uso dos recursos naturais e os meios de subsistência dos pequenos produtores.

Especial atenção deve ser dada à disponibilidade de água. Nossos modelos já preveem um declínio significativo da água atingindo o enclave em Botsuana por causa dos efeitos cumulativos das mudanças climáticas em conjunto com a maior captação de água devido à expansão dos sistemas de energia hidrelétrica e de irrigação agrícola. Esse risco iminente só pode ser reduzido por meio do esforço cooperativo dos três países da bacia e o acompanhamento e aplicação permanente dos acordos da OKAKOM.

5.6.2 Um olhar mais atento ao desenvolvimento ao nível do núcleo central

Para o núcleo central de **Cusseque**, as principais tendências de desenvolvimento em todos os cenários acompanham o desenvolvimento representado para

Tab. 17: Comparação das quatro diferentes tendências de desenvolvimento para o núcleo central de Cusseque.

	A corrida pelo dinheiro	O crescimento verde	A extração na Bacia	O crescimento lento
Configurações do cenário				
Gestão integrada transfronteiriça	↓	↓	↑	↑
Políticas de gestão de recursos naturais	↓	↑	↓	↑
Paradigmas da política de desenvolvimento	Salto	Salto	Salto	Passo a passo
Impulsionadores / Variáveis				
Expansão global da economia de fluxo financeiro	↑	↗	↑	↘
Pobreza	→	→	→	↘
Monitoramento e controle da gestão de recursos naturais	↘	↑	↘	↑
Habilidade de agentes locais para defender os direitos agrários	↘	↘	↘	↑
Atividades Turísticas	→	↗	→	↗
Área de terra efetivamente preservada	→	↗	→	↑
Área de terra natural convertida	↑	↗	↑	↗
Área de pecuária commercial	→	→	→	→
Área de agricultura industrial irrigada	↑	↑	↑	↗
Intensidade da extração de recursos naturais em áreas não cultivadas	↑	↗	↑	↗
Área de sistemas de produção em pequena escala	↗	↘	↗	→
Quantidade de água extraída do rio	↑	↗	↑	↗
Qualidade da água	↓	↘	↓	↘
Área afetada por incêndios regulares	→	↘	→	↘
Fragmentação da paisagem	↑	↗	↑	↗

Tab. 18: Comparação das quatro diferentes tendências de desenvolvimento para o núcleo central de Mashare.

	A corrida pelo dinheiro	O crescimento verde	A extração na Bacia	O crescimento lento
Configurações do cenário				
Gestão transfronteiriça integrada	↓	↓	↑	↑
Políticas de gestão de recursos naturais	↓	↑	↓	↑
Paradigmas da política de desenvolvimento	Salto	Salto	Salto	Passo a passo
Impulsionadores / Variáveis				
Expansão global da economia de fluxo financeiro	↑	↑	↑	↗
Pobreza	↑	→	↑	↘
Urbanização	↑	↗	↑	↗
Monitoramento e controle da gestão de recursos naturais	↘	↗	↘	↑
Habilidade de agentes locais para defender os direitos agrários	↘	↑	↘	↑
Gestão da febre aftosa	↑	→	↓	→
Desenvolvimento de infraestrutura física	↗	↗	↗	↑
Atividade Turística	→	↗	↑	↗
Área de terra efetivamente preservada	→	→	→	↗
Área de terra natural convertida	↑	↗	↑	↗
Área sob agricultura de irrigação industrial	↑	↗	↑	→
Intensidade da extração de recursos naturais em áreas não cultivadas	↑	↗	↑	↓
Área se sistemas de produção em pequena escala	→	→	↘	↗
Quantidade de água extraída do rio	↑	↗	↑	→
Qualidade da água	↓	↘	↓	→
Área afetada por incêndios regulares	→	↘	→	↘
Fragmentação da paisagem	↑	↗	↑	↗

Tab. 19: Comparação das quatro diferentes tendências de desenvolvimento para o núcleo central de Seronga.

	A corrida pelo dinheiro	O crescimento verde	A extração na Bacia	O crescimento lento
Configurações do cenário				
Gestão transfronteiriça integrada	↓	↓	↑	↑
Políticas de gestão de recursos naturais	↓	↑	↓	↑
Paradigmas da política de desenvolvimento	Salto	Salto	Salto	Passo a passo
Impulsionadores / Variáveis				
Pobreza	↗	→	↗	↘
Urbanização	↑	↗	↑	↗
Monitoramento e controle da gestão de recursos naturais	↘	↑	↘	↑
Habilidade de agentes locais para defender os direitos agrários	↘	↑	↘	↑
Gestão da febre aftosa	↘	→	↗	↘
Atividade turística	↑	↑	↑	↗
Área de terra natural convertida	↗	→	↗	↘
Área de pecuária comercial	↑	↓	↑	↗
Área sob agricultura de irrigação industrial	→	→	↗	→
Intensidade da extração de recursos naturais em áreas não cultivadas	↑	↗	↑	↗
Área de sistemas de produção em pequena escala	→	→	↗	↗
Quantidade de água extraída do rio	↗	→	↗	→
Qualidade da água	↓	↘	↓	→
Área afetada por incêndios regulares	→	↘	→	→

toda a bacia do Okavango, com as desvantagens descritas. Uma estratégia de exploração de curto prazo orientará as percepções e ações da crescente população sobre a terra como um recurso infinito. Isso leva a maiores pressões sobre os recursos naturais e impactos negativos sobre a integridade da paisagem, como a fragmentação e degradação de florestas de Miombo e a destruição da capacidade de amortecimento das zonas úmidas. No entanto, a implementação de políticas sustentáveis em longo prazo de gestão de recursos naturais oferecerá a chance para contrariar esse desenvolvimento e até mesmo a oportunidade de estabelecer o turismo, a agricultura de conservação e florestas comunitárias como outros pilares econômicos. O turismo lucraria ainda mais a partir de esforços conjuntos dos três países para implantar os acordos já assinados de parques nacionais transfronteiriços, que permitam a migração de grandes animais selvagens e sua reintrodução em Angola.

Uma comparação dos nossos quatro cenários para o núcleo central de **Mashare** mostra que terras, solos e recursos expõem-se ainda mais ao perigo sob políticas de gestão de exploração de curto prazo, conforme muitos processos de mercantilização continuarão. Além disso, Rundu e Mashare serão fortemente afetados pelo aumento da captação de água na bacia superior, pois estão localizados antes da confluência do Cuito. A situação será agravada pelo aumento da captação de água doméstica e pelos assentamentos se espalhando ao longo do rio, levando a redução no fluxo padrão. O apoio de práticas agrícolas sustentáveis é, portanto, de grande importância. Uma série de medidas e mudanças institucionais é necessária para promover mais uma mudança de paradigma agrícola para métodos de agricultura sustentável, incluindo a agricultura de conservação, técnicas de economia de água de irrigação e horticultura, assim como sistemas agroflorestais. Tal desenvolvimento passo a passo, caro e certamente pesado do setor agrícola, viria no prêmio da expansão enfraquecida politicamente controlada dos mercados modernos de fluxo financeiro em favor de uma estabilização da erosão dos sistemas culturais baseados em subsistência.

Para o núcleo central de **Seronga**, oferecemos diferentes caminhos relativos ao zoneamento e organização de diversas atividades dentro da paisagem. Devido aos solos arenosos, apenas algumas áreas dentro do núcleo central são adequadas para a agricultura. Portanto, em um cenário de exploração, a abordagem de zoneamento rigorosa é seguida para permitir a criação de gado no lado ocidental do rio e da vida selvagem e empresas de turismo no lado leste, sendo esses os pilares econômicos mais importantes. A produção agrícola é restrita a áreas cercadas ao redor dos assentamentos no lado leste. Sob o cenário de crescimento lento, o zoneamento de Seronga não serviria, principalmente, para a otimização dos lucros de unidades efetivamente utilizadas, mas se concentraria em amenizar os conflitos entre animais selvagens/turismo e a agricultura, por exemplo, por meio do estabelecimento de corredores. Esse processo de transformação em longo prazo também enfatiza estratégias de desenvolvimento rural sustentável, ou seja, a agricultura de conservação, a eficiência do uso da água e a gestão de gado e o apoio do etno/ecoturismo de base comunitária.

Desenvolvido e elaborado pelos membros da Equipa de Cenários:

Stephanie Domptail (Coordination), Baboloki Autlwetse, Claudia Burbano Roa, Vera De Cauwer, Cynthia Erb, Celesté Espach, Thomas Falk, Manfred Finckh, Richard Fynn, Lucky Ganeb, Hendrik Göhmann, Jann Grönemeyer, Alex Gröngröft, Ben Kowalski, Sven Kralisch, Wellington Masamba, Felix Monggae, Jona Luther-Mosebach; Tiego Mpho, Mike Murray-Hudson, Ernst-August Nuppenau, Barbara Reinhold, Rasmus Revermann, Carlos Ribeiro, Achim Röder, Laura Schmidt, Henrike Seidel, Marion Stellmes, Thomas Steudel, Michael Pröpper, Torsten Weber, Jan Wehberg, Thomas Weinzierl, Ibo Zimmermann

Capítulo 6

Síntese

A vasta bacia do Okavango, que é conectada pelos seus afluentes, é um mosaico de sistemas socioecológicos parcialmente sobrepostos de grande diversidade ecológica e cultural, que enfrenta desafios significativos no futuro. Muitos habitantes estão interessados em melhorar seus meios de subsistência para se conectar a mercados globais e melhorar os sistemas de infraestrutura, educação e saúde da área. Para encontrar melhores opções para o futuro, as pessoas se mudam e migram para centros urbanos, ambicionam novos produtos e buscam novas oportunidades de trabalho e estão, frequentemente, dispostas a vender seu capital natural. Como em muitos outros lugares do planeta, a bacia tornou-se uma região de transformação global. Os estilos de vida e ambições mudam e novos agentes econômicos e mercados para terra, água e recursos naturais emergem, assim como mercados de bens cotidianos e áreas anteriormente remotas estão se tornando acessíveis a essas mudanças com a melhoria do tráfego e da estrutura de comunicação. Contudo, esses desenvolvimentos trazem muitos riscos, especialmente para o ambiente. Os agentes políticos e influenciadores fazem parte dessa complexa configuração. Um dos principais desafios que enfrentam é a questão de como equilibrar esses processos de desenvolvimento e modernização com sustentabilidade ecológica, especialmente porque alguns dos processos que estamos enfrentando não são endogenamente produzidos no âmbito da bacia, mas reforçados ou executados por impulsionadores globais ou regionais de mudança.

As decisões políticas devem ser informadas por meio de bons dados científicos. Neste livro, o TFO antes de tudo forneceu uma análise da situação e as principais conclusões.

Fomos capazes de assumir as preocupações existentes sobre os efeitos da mudança climática para a África Austral e modelar as prováveis mudanças climáticas futuras para a bacia. Espera-se que a bacia se torne mais quente, especialmente no Sul de Angola, na Namíbia e no Delta, onde a média de temperatura do ar a uma altura de 2 m do nível do solo é projetada para aumentar em 1,5 a 2,5 °C no período de 2016 a 2045. Ao mesmo tempo, a quantidade de chuva é projetada para diminuir ao longo de toda a região e a duração da estação chuvosa pode encurtar em até 20 dias nos planaltos Angolanos (ao longo do período de 2016 a 2045). Isso significa que é provável que haja uma pressão adicional sobre o cultivo de determinadas culturas se a precipitação cair abaixo dos limites de tolerância. Não só os

Fig. 164: Estrada de asfalto passando por Cusseque, Angola. Foto: B. Kowalski.

Fig. 165: Tempestade no vale de Cusseque, Angola. Foto: M. Finckh.

agricultores, mas sistemas agrícolas inteiros terão que se adaptar a essas mudanças. Junto a essa ameaça global, mostramos também que o processo interno em andamento de transformação da terra e da floresta tem tido e continuará a ter um impacto significante sobre os estoques de carbono nos solos. No total, a conversão de florestas para terras de cultivo agrícola de longo prazo leva a uma liberação de carbono de 50 a 63 t ha^{-1} nas florestas de Miombo, 25 a 33 t ha^{-1} em florestas de Baikiaea angolanas e 10 a 24 t ha^{-1} nas florestas áridas do norte da Namíbia e Botsuana.

O delicado sistema de fluxo do rio é outro aspecto a ser analisado, uma vez que será afetado pela intervenção humana. Ele pode ser descrito como um sistema de pulso de inundação, o que significa que, durante a estação chuvosa, picos de inundação distribuem uma quantidade essencial de água para o Delta. A maior parte do escoamento de água, que é necessário para manter o fluxo estável dos rios Cubango e Cuito, é gerada no planalto de Angola durante a estação chuvosa. Os padrões de chuva na parte norte da Bacia do Okavango podem chegar a até 1.300 milímetros a^{-1} e, portanto, gerar quantidades essenciais de escoamento do rio distribuídas em direção ao Delta em Botsuana. O sistema de fluxo depende de vários fatores importantes, incluindo os efeitos amortecedores do pico de fluxo das turfeiras em Angola e a função de estabilização das zonas úmidas ao longo do Cuito. Por fim, esse sistema de pulso apoia a parte inferior do imaculado Delta do Okavango.

No entanto, são as transformações no uso humano da água e da terra que terão impacto mais forte sobre o rio, com um grau ainda maior do que a mudança climática. O represamento e/ou a implantação de reservatórios no leito do rio levam à geração de escoamento amortecida. Como tal, os pulsos de inundação são amortecidos em sua intensidade e estendidos em duração. A aplicação de sistemas agroindustriais expandidos, utilizando grandes quantidades de água do rio para irrigação, afetará principalmente os padrões de fluxo regionais e, indiretamente, também o padrão de fluxo de todo o sistema do rio a jusante. Sistemas planejados na região do Kavango namibiano irão abstrair um máximo de 27 m^3/s (7 % da vazão mínima média) antes de entrar no Botsuana. Vários sistemas amplos estão planejados na parte angolana das microbacias, levando as taxas subsequentes de captação a afetar fortemente o fluxo de pequenos afluentes. Por exemplo, na captação Cuelei, um sistema está planejado para abstrair 120 m^3/s , o que excede o fluxo de água mesmo no período de alta inundação. Na captação vizinha de Cuebe, um sistema planejado poderia abstrair até 12 m^3/s, o que equivale a 75 % da vazão mínima média no rio. Tendo em mente que ambas as captações contribuem para o sistema Cubango, que é caracterizado por uma grande variabilidade no padrão de fluxo, isso pode afetar as condições de fluxo baixo de forma profunda, especialmente na zona de fronteira entre Angola e Namíbia, antes da confluência com o rio Cuito.

As mudanças no uso da terra (conversão da floresta, a implantação de sistemas de irrigação em grande escala e expansão das áreas urbanas) e climáticas são suscetíveis a aumentar os picos de fluxo no futuro. As localizações dos assentamentos existentes estão adaptadas para a si-

tuação atual de fluxo, mantendo os danos durante os picos de fluxo baixos. Com os níveis de água excedendo os picos atuais, danos à habitação, atividades de cultivo, infraestrutura e instalações de turismo provavelmente devem ocorrer. O nível real de danos que possivelmente causados não pode ser previsto, no entanto, como os meios de subsistência das pessoas estão fortemente adaptados à situação atual de fluxo, tem que ser considerado como potencialmente muito grave.

Enquanto todo o sistema e suas diversas paisagens estão atualmente ainda em grande parte intactos, o rápido aumento das atividades humanas, como a agricultura de corte e queima, a construção de estradas, e a intensificação agroindustrial, levam claramente à fragmentação dos ecossistemas. Distinguimos três processos principais de transformação e degradação, cada um como impulsionador socioeconômico e causando um padrão próprio de destruição do ecossistema. Em primeiro lugar, a pequena agricultura de subsistência focada na pobreza penetra nos interiores dos rios e transforma e degrada as savanas, florestas e matas, fragmentando-as. Em áreas mais densamente povoadas, a agricultura familiar converte rapidamente florestas e matas naturais em campos agrícolas. Em segundo lugar, a intensificação da produção de lenha, madeira, carvão vegetal, sapé, carne de caça e mel tem impactos significativos. A transformação acentuada rumo ao comércio e mercantilização de produtos da floresta ocorre ao longo das principais estradas e vias de acesso, e causa grandes faixas de transformação, degradação (por exemplo, dos recursos madeireiros) e esgotamento (por exemplo, de grandes animais selvagens) da floresta. Com exceção das áreas de preservação no Botsuana e Namíbia, a fauna e, especialmente, os grandes animais selvagens, já estão severamente degradados. As estradas com suas faixas de utilização da terra, bem como o sistema de cercos veterinários, criam barreiras significativas que interrompem os padrões de migração dos animais selvagens. Ao longo desses eixos, demandas urbanas e estilos de vida chegam criando novas necessidades, incentivando a exploração e a mercantilização dos ecossistemas e recursos naturais.

A mercantilização buscando o fluxo financeiro significa um aumento da pressão devido a incompatibilidades mútuas na manutenção de alguns serviços (por exemplo, carvão versus a produção de mel). Os problemas de desmatamento, por exemplo, através dos ciclos interrompidos de regeneração de espécies e gamas de distribuição decrescentes, serão os efeitos em longo prazo. Estes problemas são agravados pelo desmatamento, períodos curtos de retorno de queimada e eixos rodoviários transversais.

O terceiro principal impulsionador da transformação é a implantação de sistemas agroindustriais impulsionados pelo investimento. Essa agroindustrialização está, atualmente, buscando os melhores solos e os recursos hídricos disponíveis da região ao longo dos principais rios e leva a transformações da paisagem espacialmente limitadas, porém profundas. Como os sistemas estão crescendo rapidamente em tamanho e número e estão localizados em áreas de alto valor para a pequena agricultura, turismo e conservação, os conflitos são inevitáveis.

Ao mesmo tempo as florestas, que têm muitas funções ecológicas não relacionadas ao uso humano, como a melhoria da qualidade da água, a redução do escoa-

Fig. 166: Raspagem de mandioca em Angola. Foto: H. Seidel.

Fig. 167: Rio Cubango ao sul de Caiundo, Angola. Foto: M. Finckh.

mento superficial e da erosão do solo e o controle dos fluxos, estão sendo convertidas em campos agrícolas em todos os lugares. Embora as formas extensivas de agricultura de subsistência de corte e queima sejam os sistemas agrícolas dominantes na Bacia do Okavango, fomos capazes de mostrar que não são eficientes. Nos sistemas de cultivo atuais, a disponibilidade reduzida de terras resulta na degradação do solo e diminuição do rendimento. Isso pode levar as famílias a cair em uma armadilha da pobreza, um círculo vicioso de degradação dos recursos e o empobrecimento da qual são incapazes de escapar por conta própria, já que não podem fazer os investimentos necessários para a adoção de práticas agrícolas modernizadas. Solos arenosos e pobres em nutrientes, altas perdas de água por evaporação e as práticas agrícolas ineficientes (por exemplo, a gestão inadequada de estoques de matéria orgânica e de nutrientes nos solos e a escassez de fertilizantes devido à falta de capital para investimento) são causas adicionais para rendimentos extremamente baixos. Atualmente, potenciais rendimentos de partes dominantes da paisagem são restritos a < 600 kg ha^{-1} e avaliações de rendimento realizadas em 2012 e 2013 mostraram produções de grãos ainda menores. Consequentemente, os sistemas estão em um caminho rumo ao empobrecimento e degradação dos recursos naturais. No entanto, uma vez que estes meios de subsistência alimentam centenas de milhares de pessoas na bacia, melhorias de produtividade consideráveis nos sistemas agrícolas são uma obrigação para o futuro.

As sociedades na bacia estão em estado de transição. Por um lado, os usuários da terra ainda dependem bastante dos recursos naturais para fins de subsistência, como construção, energia, alimentos, água e remédios, e valorizam práticas de colheita tradicionais, além de serviços como água limpa. Por outro lado, sendo totalmente dependentes da agricultura ineficiente e sem opções alternativas de trabalho, enfrentam restrições maciças em sua capacidade de se integrar em uma economia moderna de fluxo financeiro em rápida evolução. Processos de estratificação social e mercantilização estão entre as consequências dessa situação. Produtos e serviços da natureza, por exemplo, tábuas de madeira, medicina selvagem e sapé, são muitas vezes utilizados e vendidos sem que seus vendedores saibam seu valor exato. A falta de conhecimento sobre os valores de mercado dos recursos vendidos também agrava a rápida degradação dos recursos naturais. Isso expõe a clara necessidade de intercâmbio de conhecimento e educação. Além disso, as famílias muitas vezes têm baixos incentivos para investir em educação, devido à fraca integração do mercado de trabalho e os altos custos da educação.

Além disso, encontramos um potencial significativo para melhorar o governo do sistema. Há uma necessidade de desenvolver políticas e estratégias relacionadas à água e a terra mais equitativas, eficazes e inclusivas para o uso sustentável da água e dos recursos naturais da bacia. A inclusão justa de interessados locais nesse processo reforçaria o papel e a função das instituições transnacionais. Além disso, as leis e regras ambientais são insuficientemente aplicadas e as instituições transnacionais têm pouco poder e são equipadas inadequadamente para orientar um processo de colaboração transnacional.

Neste livro, o TFO conectou ainda mais essas conclusões com recomendações para ação futura.

Uma contribuição relevante que poderia ser feita pelos países envolvidos para atenuar a mudança climática está na questão da conservação da floresta e gestão florestal sustentável. Ao evitar a conversão da floresta e da agricultura de sequeiro subsequente, uma liberação de carbono de 10 a 63 pode ser evitada por hectare, dependendo da área dentro da bacia hidrográfica. Para gerar incentivos financeiros para evitar a conversão da floresta, os mecanismos do acordo multilateral UNFCC sobre as alterações climáticas, tal como definidos no REDD+, devem ser aplicados.

Uma vez que as sub-bacias dos rios Cubango e Cuito são fundamentalmente diferentes em seus processos hidrológicos dominantes e em sua contribuição intra-anual para o influxo do Delta do Okavango , estas diferenças devem ser levadas em conta no planejamento da gestão de bacia hidrográfica. A rede de medição hidrometeorológica na Bacia do Rio Okavango deve ser ampliada para representar os processos regionais em um maior nível de detalhe.

Como nossos modelos climáticos até o ano de 2030 mostraram que a mudança no uso da terra tem maior potencial para impactar a regeneração do escoamento do que a mudança climática, grande atenção deve ser dada às mudanças de uso da terra em grande escala.

Para proteger a atual e ainda alta qualidade do rio Okavango, uma gestão transfronteiriça da água e o monitoramento da sua qualidade deveriam ser formados para controlar as atividades de agricultura intensiva e de outras fontes potenciais de poluição da água.

Repositórios de dados e sistemas de informação, como o Sistema de Informação da Bacia do Okavango (OBIS) para armazenamento, gerenciamento, análise e visualização de dados deve ser usado e expandido para apoiar o planejamento e a gestão da água em toda a bacia e para fornecer uma plataforma para o intercâmbio de dados e conhecimentos entre diferentes disciplinas científicas e os interessados.

Um conceito integrado e sistemático de planejamento da conservação e do uso da terra é urgentemente necessário em toda a bacia. Como uma base robusta para qualquer resposta de base científica para os impactos das mudanças climáticas e outras formas de mudanças ambientais sobre as florestas, savanas, matas e pastagens e sua diversidade de organismos, é recomendada a criação de terrenos de monitoramento de longo prazo. Além disso, a capacidade de adaptação e a sustentabilidade das espécies de elevado valor ecológico ou econômico devem ser analisadas em detalhe. O TFO apresentou as respectivas sugestões sobre as reservas naturais e parques, a segurança do ecossistema e a conectividade das rotas de migração, as funções múltiplas e de amortecimento de zonas úmidas e o importante papel das florestas para a subsistência e o sistema de escoamento de água (vide capítulo 4.3).

Esboçamos a troca entre os valores gerados pela floresta em comparação com os valores gerados pela produção agrícola e enfatizamos uma necessidade genérica de mudar a percepção das pessoas sobre as florestas e bosques a partir da ideia de que são uma área infinita e menos valiosa para uma percepção que os defina como um re-

Fig. 168: Matas queimadas na Namibia. Foto: M. Finckh.

Fig. 169: Agricultura tradicional e agricultura de conservação em comparação. Foto: I. Zimmermann.

curso limitado que oferece oportunidades de renda alta. Essa mudança na percepção deve formar a base para os conceitos de planejamento de conservação e uso da terra, os quais devem também visar restringir intensamente os usos destrutivos e emitir licenças para exploração com a obrigação associada de que os permissionários permitam a regeneração florestal dentro de um curto espaço de tempo.

Mais uma vez, sugerimos conceitos de gestão específicos enfatizando aspectos como zonas restritas de produção de carvão vegetal nas florestas de Miombo; intervenções de gestão nas florestas de Burkea com foco em Kiaat e Zambesian teak; e mais estudos sobre as condições e processos de que permitem e controlam a regeneração da floresta ripária no Delta.

Em geral, defendemos que as medidas de proteção na escala local devem ter forte ênfase na sensibilização para engajar as comunidades e priorizar a defesa ao invés de regulamentação.

No que diz respeito aos incêndios, o TFO mapeou a alta frequência de queimadas em grandes partes da bacia, com os seus efeitos prejudiciais sobre os animais, a perda de nutrientes (especialmente nitrogênio) e o potencial de regeneração de florestas. A redução da frequência de incêndios induzidos pelo homem, especialmente em pousios e clareiras nos primeiros cinco anos após o abandono, devem, portanto, ser de alta prioridade. As pastagens só devem ser queimadas no início da estação seca, quando o risco de incêndios espalhados pelas florestas ainda é baixo. A queimada nunca deve ser permitida em condições de clima quente e com ventos fortes. Uma campanha de formação e sensibilização sobre os efeitos dos incêndios a curto e longo prazo e deve ser iniciada.

Em partes do sudeste da Angola, o turismo baseado na vida selvagem apresenta uma nova e desafiadora oportunidade de renda não só para as áreas dentro da KAZA. Como foi mostrado para o Botsuana e Namíbia, preservar o número e a diversidade de grandes espécies de animais selvagens é um pré-requisito para o turismo, juntamente com a beleza da paisagem. A regulamentação da caça aplicada e a criação de corredores para as migrações de animais selvagens são necessários para definir a condição estrutural para a expansão de grandes animais selvagens e, assim, a geração de renda do turismo de ponta.

A produção agrícola por pequenos produtores, embora em grande parte ineficiente em termos de rendimentos, é e provavelmente continuará a ser a espinha dorsal da subsistência rural na Bacia do Okavango. Já delineamos os problemas associados com a forma espacialmente expansiva de agricultura invadindo habitats imaculados. Uma reforma agrícola e uma campanha de conscientização devem, portanto, focar em aumentar os rendimentos em terrenos de sequeiro existentes, através do incentivo da utilização de tecnologias alternativas (por

Fig. 170: Agricultura de queima e corte em Angola. Foto: A. Gröngröft.

exemplo, a agricultura de conservação, incluindo a fertilização orgânica/alternativa, o controle de evaporação e o treinamento de agricultor para agricultor). Tal mudança nos paradigmas de desenvolvimento é necessária para melhorar os meios de subsistência para a crescente população rural, enfrentando a baixa fertilidade da maioria dos solos, a dura situação climática, as possibilidades de acesso restrito para a extração de águas superficiais ou subterrâneas para irrigação e em consideração ao alto valor das florestas. Fizemos recomendações específicas para a identificação de áreas agrícolas prioritárias; a otimização de apoio, formação, extensão, consciência, propriedade e acesso do produtor rural; e mais pesquisas sobre técnicas agrícolas adaptadas localmente (técnicas de irrigação de economia em pequena escala, hortas domésticas, manejo de pragas, adubação e resíduos orgânicos, tecnologia inoculante bacteriana, etc.) (ver capítulo 4.4). Com base nos sucessos da técnica agrícola CA nas regiões do Kavango, defendemos que pesquisas futuras devem incluir o sistema de agricultura CA como principal opção para o uso sustentável do solo em áreas restritas de terra. No entanto, os agricultores participantes precisam de mais apoio, a fim de facilitar a constituição dessa abordagem.

Com as crescentes populações rurais concentrando-se em terras aráveis e usando as florestas para extrair madeira e outros produtos, estratégias sustentáveis de uso da terra exigem uma redução de densidades de gado. Censos de gado frequentes devem ser usados para controlar os aumentos dos números de cabeças nas aldeias da bacia. São necessárias instituições que garantam um acesso justo e equitativo aos bovinos. Essas instituições devem permitir a melhor gestão da pastagem comunitária e reavaliar regularmente as melhores densidades comuns de gado.

Além disso, enfatizamos as relações complexas entre a ecologia e a sociedade. As pessoas certamente têm relações econômicas com o amplo mundo biótico (extração de alimentos, pastagem ou fibras), mas também têm conexões perceptivas, corporais, emocionais e espirituais com as paisagens (sentidos de lar, beleza, sociabilidade, etc.). Todos esses fatores moldam seus valores e podem influenciar suas decisões e ações sobre os serviços ecossistêmicos. Além disso, essas interações têm que ser vistas como incorporadas em um mundo globalizado que se transforma rapidamente e exige adaptações imediatas às mudanças.

Influenciadores políticos responsáveis são confrontados com o desafio de identificar decisões baseadas em valores e condições estruturais pelas quais os ecossistemas podem ser protegidos e, ao mesmo tempo, de avaliar processos socialmente sustentáveis de valorização e ação ambiental. Uma solução política para os efeitos perigosos e nocivos da globalização e do consumismo, que leve em conta não só valores baseados em fluxos financeiros, mas também valores não materiais, e suavize e controle os processos de venda e mercantilização de terras e de

Fig. 171: Lacuna no entendimento entre interessados e pesquisadores. Foto: A. Gröngröft.

recursos é uma necessidade urgente. O desenvolvimento não deve ser considerado como impulsionado apenas por valores e incentivos econômicos e baseados em mercados de fluxo financeiro, o funcionamento contínuo de sistemas socioculturais e o ecossistema também devem ser considerados. No entanto, os usuários locais da terra também são desafiados a pensar e agir sobre os seus recursos naturais e aceitar a responsabilidade de aplicar métodos agrícolas e de extração sustentáveis para pedir preços adequados para os seus produtos e exigir serviços decentes dos políticos e líderes tradicionais. Além disso, a política deve reconhecer a importância de combater a diversificação e estratificação emergentes das comunidades e meios de subsistência, por exemplo, por meio do controle e garantia de opções de subsistência e renda para uma população mais ampla de usuários da terra. Defendemos ainda uma harmonização de regras e leis tradicionais e modernas que regem o acesso e a regulação dos recursos naturais, de modo a garantir uma utilização sustentável dos recursos e proteger os direitos de todos os membros da comunidade, sem retirar os incentivos e motivações úteis. A harmonização da lei consuetudinária e estatutária pode ser um meio eficaz para fiscalizar e impor as leis de recursos naturais. Em especial, no contexto dos programas de gestão de recursos naturais com base na comunidade, como florestas comunitárias ou unidades de preservação, estatutos sociais devem ser desenvolvidos de uma forma aberta e participativa. Estatutos que são mais fortemente baseados em normas profundamente enraizadas podem ser aplicados a um custo muito baixo pela própria comunidade. Um sistema consequente de aplicação subsidiária é recomendado.

A educação, a formação, a sensibilização, as subvenções e a melhoria dos serviços de extensão governamentais são outros aspectos que exigem atenção política e financiamento para incentivar e facilitar inovações e reduzir a dependência da agricultura de subsistência relativamente improdutiva.

Igualmente importante é o foco na criação de processos de comunicação interescala, internacionais e intersetoriais para evitar possíveis conflitos. Em particular, é necessário reconhecer em cada conflito que valores estão em jogo (por exemplo, 'a agricultura dos pequenos produtores é um impulsionador do desenvolvimento rural' versus 'o emprego urbano é o impulsionador do desenvolvimento rural, enquanto a pequena agricultura é apenas um meio de manter as pessoas fora da pobreza, por enquanto') e que escalas estão envolvidas. Em uma escala macro, isso envolve especialmente a Comissão Permanente das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Okavango (OKACOM), que, nos dias de hoje, atua de forma menos eficaz do que poderia. Um financiamento comprometido baseado no Estado, independente do apoio de doadores, e um mandato mais forte são necessários para promover o desenvolvimento coordenado e ambientalmente sustentável dos recursos hídricos regio-

Fig. 172: Botânicos explicando uma estação instalada de monitoramento do clima às autoridades tradicionais nos arredores de Cusseque, Angola. Foto: M. Finckh.

nais, enquanto visa as necessidades sociais e econômicas legítimas de cada um dos países ribeirinhos, incluindo vários níveis de interessados no processo.

Além dessas recomendações baseadas em fatos, o TFO se esforçou para desenvolver cenários que ilustram os possíveis caminhos em um futuro incerto. Esses cenários foram desenvolvidos para dar aos interessados ligados à bacia a oportunidade para pensar criticamente sobre as consequências de potenciais desenvolvimentos, para aprender e comparar com suas próprias percepções e para melhorar a tomada de decisão. Ao comparar caminhos definidos por variáveis, como: **1)** cooperação transnacional maior ou menor; **2)** mais ou menos estratégias exploradoras de políticas inclusivas de orientação sobre o uso da água e da terra e **3)** visões diferentes de desenvolvimento paradigmático em uma ideologia global de crescimento, delineamos quatro caminhos diferentes para a bacia e para os nossos três núcleos centrais de pesquisa. Nota-se que dependendo do ponto de vista adotado, todos os cenários têm suas vantagens e desvantagens. No entanto, os cenários do TFO não constituem caminhos rígidos de desenvolvimento que dependem de uma única decisão tomada em um ponto crítico de 'encruzilhada' no tempo, pelo contrário, os cenários devem ser lidos pelos interessados e influenciadores em todos os níveis como um convite para refletir sobre desenvolvimentos futuros que otimizam benefícios econômicos e ambientais e reduzem danos ambientais e sociais.

Cinco anos é realmente tempo suficiente apenas para permitir que uma equipe de pesquisadores de diversas disciplinas se prepare se consideramos a largura total da bacia, o tamanho e a diversidade da população e a multiplicidade e complexidade dos muitos processos em andamento na bacia. Consequentemente, a saída do projeto e as experiências daqueles envolvidos têm que ser refletidas autocriticamente como limitadas com relação a vários fatores.

O TFO se beneficiou do trabalho de pesquisadores de uma ampla gama de disciplinas, no entanto, em relação à multiplicidade de problemas e questões, a adição de conhecimentos e pesquisa daqueles trabalhando em outras essas disciplinas, por exemplo, biodiversidade de peixes ou qualidade da água, teria melhorado os resultados.

Especialmente em relação às muitas necessidades e demandas dos interessados e as diferentes escalas em que operam, o objetivo menos acadêmico de compreender melhor as interações entre os serviços ecossistêmicos e os usos da terra provou ter uma avaliação e capacidade de aplicação prática bastante baixas. Os pesquisadores do TFO repetiram muitas vezes ao interagir com os interessados que 'estavam fornecendo conhecimentos para a melhor tomada de decisão, mas não forneciam tratores, eletricidade ou estradas'. Porém, para muitas pessoas que vivem em um contexto imediato da pobreza, o fato de que uma melhor compreensão do valor de um serviço ambiental possa contribuir para um planeja-

Fig. 173: Aves da Guinea, *Numida meleagris*. Foto: M. Finckh.

mento aprimorado do uso da terra não era muito visível ou palpável. Foi esta lacuna no mandato/conhecimento dos pesquisadores para abordar interesses de desenvolvimento que pode ter causado alguma frustração em ambos os lados. Resta um desafio a ser vencido, porém antes que quaisquer planos de soluções e implantações urgentemente solicitados sejam sugeridos ou colocados em prática, existe uma necessidade contínua de pesquisa para entender o sistema socioecológico e sua dinâmica. Isso deve ser averiguado antes da tentativa de desenvolver quaisquer estratégias práticas de implantação. É dificilmente viável completar ambas as etapas dentro de um período de apenas cinco anos.

Além disso, os interessados não são um grupo homogêneo. Assim, falamos da 'paisagem' dos interessados. Esta paisagem é formada por diferentes escalas e interesses, por diferenças de riqueza e poder, de cultura e de língua, e também por diferenças associadas a lugares separados por vastas distâncias espaciais dentro da bacia. Um investidor internacional é um interessado, assim como o migrante internacional do trabalho, o político regional, ou o agricultor local também são. Em suma, é muito desafiador e às vezes caro para um projeto de pesquisa atender, informar e envolver representantes de todos os lados dessa paisagem. Além disso, o TFO não é, de maneira alguma, o único projeto que opera na área. Há um número crescente de projetos paralelos e recém-criados de desenvolvimento de pesquisa e de ONGs. É um desafio até mesmo garantir que o projeto continue a ser informado sobre todas estas atividades e mais ainda acompanhar todas as atividades de networking e reuniões necessárias, sem pessoal especialmente contratado no local.

Em face dessa paisagem, os interessados locais frequentemente experimentam uma espécie de 'fadiga de pesquisa'. Eles enfrentam as demandas de muitos processos participativos paralelos na região e, como já descrito, muitas vezes exigem progressos concretos ao invés de resultados abstratos. Isso também se aplica aos fóruns de intercâmbio para a gestão integrada da terra (FIRM) que o TFO iniciou. O apoio contínuo e a facilitação que são necessários com o objetivo de envolver não só o conhecimento científico, mas também todos os tipos de outros prestadores de serviços (de fornecedores de água e eletricidade até técnicos de extensão agrícola e funcionários do governo) para melhorar os sistemas de uso da terra poderiam ser facilmente alcançados por um projeto de pesquisa. No entanto, tais processos experimentais de integração de vários níveis de conhecimentos para o benefício dos agricultores locais só podem ser iniciados por pesquisa e, então, precisam ser subsequentemente estabilizados e facilitados por agências profissionais.

Por último, existem todos os tipos de questões em termos de calendário e de logística que apresentam desafios e impacto no desempenho de um projeto dentro de um determinado período de tempo adicional. Problemas associados com diferentes horários e programações (conferências acadêmicas, período de cultivo para pesquisa, reuniões políticas para participar) tornam difícil para os membros do projeto se manter sempre uns aos outros atualizados. Há também desafios políticos/burocráticos a serem negociados no que diz respeito, por exemplo, a contratos e vistos. Especialmente em Angola, onde há grande necessidade de pesquisa, mas ao mesmo tempo um processo de visto bastante longo, complexo e caro, sérias dificuldades tiveram que ser superadas a fim de prosseguir com as atividades de pesquisa.

Prospectos / Direções futuras

Como muitas outras regiões em desenvolvimento do mundo, a Bacia do Okavango também está enfrentando sérios desafios decorrentes das alterações climáticas e de outras modificações ambientais e sociais. Com o relatório aqui apresentado, o TFO oferece um amplo espectro de novos conhecimentos, com base em métodos científicos de ponta e em estreita interação com os interessados na bacia. Estamos confiantes de que este relatório vai ser útil para as tomadas de decisões informadas, no sentido de proteger ecossistemas e recursos, ao passo que melhora o bem-estar das populações de toda a Bacia do Okavango. No entanto, muitas questões em aberto e necessidades de futuras atividades de pesquisa permanecem. Por isso, gostaríamos de mencionar algumas aqui:

- Há um grande potencial para melhorar a capacidade agrícola dentro da bacia com base na melhor compreensão dos ciclos de nutrientes e levando as configurações locais em consideração. A respeito disso, são recomendadas abordagens experimentais práticas para o uso da terra adaptativo.
- Da mesma maneira, a utilização mais eficiente e sustentável das vastas áreas florestais exige mais estudos sobre como os valores das florestas poderiam ser desenvolvidos, protegidos e transformados em um rendimento maior e mais previsível. O conhecimento aprimorado agora disponível sobre padrões espaciais de plantas e animais deve ser transformado em um projeto aplicado que usa métodos sistemáticos de planejamento de conservação para identificar as áreas e corredores prioritários para novas áreas de preservação e parques nacionais.
- O TFO disponibilizou dados, modelos e cenários que melhoram a compreensão dos fatores que controlam os fluxos de água na bacia. Uma pesquisa adicional mais aplicada deve transformar esse conhecimento em ferramentas mais aplicáveis que, no futuro, permitirão integrar todas as decisões que têm impacto sobre o fluxo de água remanescente em escala local, nacional e regional, considerando também os instrumentos de governo transfronteiriço no âmbito da OKACOM.
- É muito óbvio que a Bacia do Okavango está passando por uma taxa e diversidade de mudanças sem precedentes, relacionadas a muitas variáveis ambientais e sociais. Por isso, recomendamos monitorar não só essas mudanças, mas também a eficácia dos processos e medidas que visam a adaptação, conservação e gestão sustentável dos recursos.

Ao final deste programa de pesquisa de cinco anos, estamos plenamente conscientes da complexidade de todos os processos e atividades que interagem dentro das diferentes áreas dos interessados.

Devido a essa complexidade, temos consciência de que não é possível entregar os resultados científicos para os influenciadores como uma atividade isolada, apesar de uma série de eventos de divulgação em julho de 2015 incluírem uma vasta gama de interessados e eventos em todos os três países envolvidos com um intervalo de tempo de três semanas.

Portanto, consideramos isso como muito importante para manter vivo o processo de comunicação entre os interessados e cientistas, mesmo após o término do projeto financiado. A equipe de pesquisa que foi responsável e ativa na coordenação do TFO estará acessível por meio do website do TFO

http://www.future-okavango.org/

A página inicial do site será mantida de forma que ofereça detalhes de contato e comunicação em uma variedade de tópicos. Adicionalmente, todos os detalhes de contato e links para recursos adicionais podem ser encontrados no capítulo seguinte. Aqui, você encontra uma lista de todo o consórcio TFO. O apêndice deste livro também oferece relatórios específicos dos subprojetos, incluindo detalhes de contato. Além disso, os dados e produtos também estarão disponíveis por meio do Centro de Serviço de Ciência regional SASSCAL (www.sasscal.org) e o seu Centro de Dados de Acesso Livre (OADC).

Capítulo 7
Referências

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998): Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO irrigation and drainage paper, 56).

Anderson, J.M., Ingram, J.S.I. (1993): Tropical Soil Biology and Fertility: A handbook of methods: 57–62; 93–95. United Kingdom: CAB international.

Andersson, J. (2006): Land Cover Change in Okavango River Basin: Historical changes during the Angolan civil war, contributing causes and effects on water quality. Master's Thesis in Water Resources and Livelihood Security. Linköping: Department of Water and Environment Studies, Linköping University, Sweden.

Archibald, S., Roy, D.P., van Wilgen, B.W., Scholes, R.J. (2009): What limits fire? An examination of drivers of burnt area in Southern Africa. Global Change Biology 15: 613–630.

Azebaze, N.M. (2015): Education decision in economic transformation. Mimeo. Philipps University Marburg, Germany.

Azebaze, N.M., Falk, T., Korn, E. (2015): Land allocation in subsistence economies and intra-familial time-use decisions. Mimeo. Philipps University Marburg, Germany.

Baptista, J.A. (2013): „Everything“: Towards an ecology of land utilization. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 393–406.

Baptista, J.A. (forthcoming): The Road of Progress: Individualization and Interaction Agency in Southeast Angola. Ethnos.

Baptista, N. (2014): Literature study of the woody Miombo vegetation and forest management in southeastern Angola with focus on data from the colonial era: 74. Lisbon, Portugal & Windhoek, Namibia: Polytechnic of Namibia – The Future Okavango Project.

Barraclough, D. (1995): 15N-isotope dilution techniques to study soil nitrogen transformations and plant uptake. Fertilizer Research 42: 185–192.

Barrett, C.B. (2008): Smallholder market participation: Concepts and evidence from eastern and southern Africa. Food Policy 33: 299–317.

Baumberg, V., Helmschroth, J., Steudel, T., Göhmann, H., Fischer, C., Flügel, W.A. (2014): Assessing basin heterogeneities for rainfall–runoff modelling of the Okavango River and its transboundary management. Proceedings of ICWRS2014: Bologna, Italy.

Ben-Dor, E., Banin, A. (1989): Determination of organic matter content in arid-zone soils using a simple „loss-on-ignition“ method. Communications in Soil Science and Plant Analysis 20(15–16): 1675–1695.

Bond, W.J., Keeley, J.E. (2005): Fire as a global ‚herbivore‘: the ecology and evolution of flammable ecosystems. Trends in Ecology & Evolution 20: 387–94.

Bonyongo, M.C., Mubyana, T. (2004): Soil nutrient status in vegetation communities of the Okavango Delta floodplains: research in action. South African Journal of Science 100(7–8): 337.

Boserup, E. (1965): The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure. Chicago: Aldine. London: Allen & Unwin.

Buck, O., Niyogi, D.K., Townsend, C.R. (2004): Scale-dependence of land use effects on water quality of streams in agricultural catchments. Environmental Pollution 130(2): 287–299.

Burke, A. (2002): Present vegetation of the Kavango. Journal of the Namibia Scientific Society, 50: 133–145.

Burke, A., Juola, V., Korhonen, K., Selaniemmi, T., & Chakanga, M. (2001): Field instructions for the NFI.

Campbell, B.M., Jeffrey, S., Kozanayi, W., Luckert, M., Mutamba, M., Zindi, C. (2002): Household livelihoods in semi-arid regions: options and constraints. Center for International Forestry Research (CIFOR), Indonesia.

Cardenas, J.C., Stranlund, J., Willis, C. (2000): Local Environmental Control and Institutional Crowding-Out. World Development 28 (10): 1719–1733.

Caro, T.M., Sungula, M., Schwartz, M.W., Bella, E.M. (2005): Recruitment of Pterocarpus angolensis in the wild. Forest Ecology and Management 219: 169–175.

Cathey, A. (2011): Hydrology and fish population dynamics in the Okavango Basin: Managing for uncertainty in a data poor environment. Dissertation, University of Florida.

CBNRM (2007): Community Based Natural Resources Management Policy. Government of Botswana, Gaborone.

Chakanga, M. (2000): Review and improvement of data related to wood products in Namibia (p. 55): Windhoek: EC-FAO PARTNERSHIP PROGRAMME.

Chen, Y., Huang, C., Ticehurst, C., Merrin, L., Thew, P. (2013): An evaluation of MODIS daily and 8-day composite products for floodplain and wetland inundation mapping. Wetlands 33(5): 823–835.

Chidumayo, E.N. (2013): Estimating tree biomass and changes in root biomass following clear-cutting of Brachystegia-Julbernardia (miombo) woodland in central Zambia. Environmental Conservation 41(1): 54–63.

Coelho, H. (1967): Zonagem Florestal do Distrito do Cuando-Cubango. Primeiros elementos. Agronomia Angolana. Agronomia Angolana 26: 3–28.

Concilio, A., Ma, S., Ryu, S., North, M., Chen, J. (2006): Soil respiration response to experimental disturbances over 3 years. Forest Ecology and Management 228: 82–90.

Corbett, A., Jones, B.T. (2000): The legal aspects of governance in CBNRM in Namibia. Paper delivered at the CASS/PLAAS Second Regional Meeting on the Legal Aspects of Governance in CBNRM, University of the Western Cape, 16.-17. October 2000, Cape Town, South Africa. Directorate of Environmental Affairs, Ministry of Environment and Tourism. Windhoek, Namibia.

Cousins, T. (2005): Leaping the fissures : bridging the gap between paper and real practice in setting up common property institutions in land reform in South Africa. Routledge.

De Cauver, V. (2014): Geographical distribution of kiaat (Pterocarpus angolensis). Roan News: 15–16.

De Cauver, V. (2015): Occurrence, abundance and growth of the dryland forest species Pterocarpus angolensis related to site characteristics in Namibia and southern Africa. Presented at the IUFRO Dryland Forestry Symposium, Stellenbosch, South Africa.

De Cauwer, V., Muys, B., Revermann, R., Trabucco, A. (2014): Potential, realised, future distribution and environmental suitability for Pterocarpus angolensis DC in southern Africa. Forest Ecology and Management 315: 211–226.

De Fries, R., Rudel, T.K., Uriarte, M., Hansen, M. (2010): Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first-century. Nature Geoscience 3: 178–81.

De Ruytter, F. (2015): The growing stock of Pterocarpus angolensis in Namibia. University of Ghent, Gent, Belgium.

Dijkshoorn, K., van Engelen, V. (2003): Soil and Terrain Database for Southern Africa (ver. 1.0). Wageningen, The Netherlands.

Domptail, S., Mundi, O. (2013): Relative importance of ecosystem services among stakeholders. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 37–42.

Domptail, S.E., Kowalski, B., Grosse, L.M., Baptista, J. (2013): Cusseque/Cacuchi – The People. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 73–80.

Dondeyne, S., Wijffels, A., Emmanuel, L.B., Deckers, J., & Hermy, M. (2004): Soils and vegetation of Angai forest: ecological insights from a participatory survey in South Eastern Tanzania. African Journal of Ecology 42(3): 198–207.

Eigner, A.E. (2012, unpubl.): Socio-Economic Metabolism of a Village at the Confluence of Wildlife Management and Wetland Agriculture. Master Thesis from Justus Liebig University Giessen, Faculty of Agricultural Sciences, Nutritional Sciences and Environmental Management.

Ellery, W.N., Ellery, K., McCarthy, T.S. (1993): Plant distribution in Islands of the Okavango Delta, Botswana: Determinants and feedback interactions. African Journal of Ecology 31: 118–134.

Falk, T. (2008): Communal Farmers' Natural Resource Use and Biodiversity Preservation – A New Institutional Economic Analysis from Case Studies in Namibia and South Africa. Cuvillier Verlag, Göttingen.

Falk, T., Vollan, B., & Kirk, M. (2012): Analysis of material, social, and moral governance in natural resource management in southern Namibia. International Journal of the Commons 6(2): 271–301.

FAO, Food and Agricultural Organization of the United Nations (2006): World reference base for soil resources 2006: a framework for international classification, correlation and communication: 128. Rome, Italy.

FAO, Food and Agricultural Organization of the United Nations (2009): Special Report - FAO/WFP Crop, Livestock and Food Security Assessment Mission to Namibia. Rome, Italy.

FAO, Food and Agricultural Organization of the United Nations (2013): Ecocrop database. Rome, Italy.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006): World reference base for soil resources. – Rome, Italy.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015): Ecocrop database. Rome, Italy.

Feng, L., Hu, C., Chen, X., Cai, X., Tian, L., Gan, W. (2012): Assessment of inundation changes of Poyang Lake using MODIS observations between 2000 and 2010. Remote Sensing of Environment 121: 80–92.

Fichtler, E., Trouet, V., Beeckman, H., Coppin, P., Worbes, M. (2004): Climatic signals in tree rings of Burkea africana and Pterocarpus angolensis from semiarid forests in Namibia. Trees 18: 442–451.

Finckh, M., Revermann, R., Aidar, M.P.M (accepted): Climate refugees going underground – a response to Maurin et al. (2014). New Phytologist.

Fischer, A., Young, J.C. (2007): Understanding mental constructs of biodiversity: Implications for biodiversity management and conservation. Biological Conservation 136(2): 271–282.

Fisher, B. (2010): African exception to drivers of deforestation. Nature Geoscience 3 (6): 375–376.

Fischer-Kowalski, M., Singh, S.J., Lauk, C., Remesch, A., Ringhofer, L., & Grünbühel, C.M. (2011): Sociometabolic transitions in subsistence communities: Boserup revisited in four comparative case studies. Human Ecology Review 18(2):147–158.

Fisher, B. (2010): African exception to drivers of deforestation. Nature Geoscience 3: 375–376.

Flügel, W.-A. (1996): Hydrological response units (HRUs) as modelling entities for hydrological river basin simulation and their methodological potencial for modelling complex environmental process systems – Results from the Sieg catchment. Die Erde 127: 43–62.

Graz, F.P. (2004): Description and Ecology of Pterocarpus angolensis in Namibia. Dinteria 29: 27–39.

Groengroeft, A., Luther-Mosebach, J., Landschreiber, L., Kowalski, B. (2013): A method for yield assessment on rainfeld dryland agricultural fields. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 279–286.

Grönemeyer, J.L., Berkelmann, D., Mubyana-John, T., Haiyambo, D., Chimwamurombe, P., Kasaona, B., Hurek, T., Reinhold-Hurek, B. (2014a): A survey for plant-growth-promoting rhizobacteria and symbionts associated with crop plants in the Okavango region of Southern Africa. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 287–294.

Grönemeyer, J.L., Kulkarni, A., Berkelmann, D., Hurek, T., Reinhold-Hurek, B. (2014b): Rhizobia indigenous to the Okavango region in sub-saharan Africa: Diversity, adaptations, and host specificity. Applied and Environmental Microbiology 80 (23): 7244–7257.

Groome, J.S., Lees, H.M.N., & Wigg, L.T. (1957): A summary of information on Pterocarpus angolensis. Forestry Abstracts 18(1): 1–8.

Große, L.M., Kowalski, B., Domptail, S., Eigner, A. (2013): Seronga – The People. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (Eds.): Environmental Assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 147–158.

Hangula, L. (1995): Communal land reform in Namibia and the role of traditional authorities. ocial Sciences Division, Multidisciplinary Research Centre, University of Namibia.

Hazeleger, W., Severijns, C., Semmler, T., Ştefănescu, S., Yang, S., Wang, X., Wyser, K., Dutra, E., Baldasano, J.M., Bintanja, R., Bougeault, P., Caballero, R., Ekman, A.M.L., Christensen, J.H., van den Hurk, B., Jimenez, P., Jones, C., Kållberg, P., Koenigk, T., McGrath, R., Miranda, P., Van Noije, T., Palmer, T., Parodi, J.A., Schmith, T., Selten, F., Storelvmo, T., Sterl, A., Tapamo, H., Vancoppenolle, M., Pedro Viterbo, P. & Willén, U. (2010): A Seamless Earth-System Prediction Approach in Action. Bulletin of the American Meteorological Society 91: 1357–1363.

Hein, L., van Koppen, K., de Groot, R.S., van Ierland, E.C. (2006): Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. Ecological Economics 57(2): 209–228.

Heinl, M., Frost, P., Vanderpost, C. & Sliva, J. (2007): Fire activity on drylands and floodplains in the southern Okavango Delta, Botswana. Journal of Arid Environments 68: 77–87.

Helm, C.V., Witkowski, E.T.F. (2012): Characterising wide spatial variation in population size structure of a key stone savanna tree. Forest Ecology and Management 263: 175–188.

Helmschrot, J., Kralisch, S., Quintino, M., Masamba, W., Steudel, T., Göhmann, H., Zander, F., Ambrosio, N., Baumberg, V., Mosimanyana, E., Homolka, A., Mwewa, L., Mashauri, D-A., Flügel, W.-A. (2014): Environmental information management and hydrological system modelling for the assessment of hydrological eco system functions and services (ESF/ESS) in the Okavango River Basin. Zentralblatt für Geologie und Paläontologie Teil I: 305–338.

Hennenberg, K., Fischer, F., Kouadio, K., Goetze, D., Orthmann, B,. Linsenmair, K.E., Jeltsch, F., Porembski, S. (2006). Phytomass and fire occurrence along forest–savanna transects in the Comoé National Park, Ivory Coast. Journal of Tropical Ecology 22: 303.

Herold, B., Große, L.M., Domptail, S., Kgathi, D.L., Falk, T., Azebaze, N., Jürgens, N. (2013): Livelihood diversification in a rural community of the Okavango Delta, Botswana. Results from a socio-economic Baseline survey. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 363–378.

Hinz, M.O. (2000): Customary law in Namibia: development and perspective Centre for Applied Social Sciences (CASS papers): Paper No. 47.

Hinz, M.O (2003): Without chiefs there would be no game. Customary law and nature conservation. 1st Edition. Windhoek: Out of Africa Publishers.

Hinz, M.O. (2013): Agenda 21 and climate protection: The development of global and local governance for environment and development – Observations from research in Namibia. In: Ruppel, O.C., Roschmann, C., K. Ruppel-Schlichting, K. (Eds.): Climate change: International law and global governance, Vol. II, 621–659. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.

Hinz, M.O. (2013): Makongoro are the Hafumu of water and we respect them, or the ethno-philosophical foundation of customary water law in the Kavango Region of Namibia. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 407–418.

Hinz, M.O., Ruppel, O.C., Mapaure, C. (eds.) (2012): Knowledge lives in the lake. Case studies in environmental and customary law from Southern Africa. Windhoek: Namibia Scientific Society.

Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R.S., Brockhaus, M., Verchot, L., Angelsen, A., Romijn, E. (2012): An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. In: Environmental research letters 7(4): 044009.

Huber, K.J,. Wüst, P.K., Grönemeyer, J.L., Burbano, C.S., Reinhold-Hurek, B. & Overmann, J. (2013): Microbiology - Mashare. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M. & Jürgens, N. [Eds.]: Environmental Assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 109–111.

Huber, K.J., Wüst, P.K., Rohde, M., Overmann, J. & Foesel, B.U. (2014): Aridibacter famidurans gen. nov., sp. nov. and Aridibacter kavangonensis, two novel members of subdivision 4 of the Acidobacteria isolated from semiarid savannah soil. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 64(6): 1866–1875.

Huete, A., Didan, K., Miura, T, Rodriguez, E.P., Gao, X., Ferreira, L.G. (2002): Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment 83: 195–213.

Jacob, D. (2001): The role of water vapour in the atmosphere. A short overview from a climate modeller's point of view. Physics and Chemistry of the Earth A 26 (6–8): 523–527.

Jansen, R., Madzwamuse, M. (2003): The Okavango Delta Management Plan: The need for environmental partnerships. In: Turton, A.R., Ashton, P., Cloete, E. (eds.): Transboundary Rivers, Sovereignty and Development: Hydropolitical Drivers in the Okavango River Basin, African Water Issues Research Unit (AWIRU) and Green Cross International (GCI): Pretoria and Geneva. 141–166.

Jarvis, A., Reuter, H.I., Nelson, A., Guevara, E. (2008): Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (http://srtm.csi.cgiar.org).

Jayne, T.S., Chamberlin, J., Headey, D.D. (2014): Land pressures, the evolution of farming systems, and development strategies in Africa: A synthesis. Food Policy 48: 1–17.

Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Gallali,T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M., Zougmoré, R. (eds.) (2013): Soil Atlas of Africa, 176 p. Luxembourg: European Commission.

Jürgens, N. (2014): How can scientific information on the Okavango Region be made useful for decision making? – An integrated compilation of the first products of the project "The Future Okavango". In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 7–8.

Kabajani, M.W. (2013): The population structure of Pterocarpus angolensis (Kiaat) in response to recent harvesting in western Kavango, Namibia. B.Sc.Hons, Mini Dissertation. Polytechnic of Namibia, Windhoek, Namibia.

Kalabamu, F.T. (2000): Land Tenure and Management Reforms in East and Southern Africa – The Case of Botswana. Land Use Policy 17: 305–319.

Kamwi, J.M. (2003): Woody Resources Report of Hans Kanyinga Community Forest. Namibia-Finland Forestry Programme, Directorate of Forestry, Ministry of Environment and Tourism, Windhoek, Namibia.

Kandeler, E., Tscherko, D., Spiegel, H. (1999b): Long-term monitoring of microbial biomass, N mineralisation and enzyme activities of a Chernozem under different tillage management. Biology and Fertility of Soils 28: 343–351.

Kanime, N. (2003): Woody Resource Report of Ncamangoro Community Forest. Namibia-Finland Forestry Programme, Directorate of Forestry, Ministry of Environment and Tourism, Windhoek, Namibia.

Kanime, N., & Laamanen, R. (2002): Mashare forest inventory report. Namibia Finland Forestry Programme, Directorate of Forestry, Ministry of Environment and Tourism, Windhoek, Namibia.

Kanime, N., Kakondo, H. (2003): Woody Resource Report of Ncaute Community Forest. Namibia-Finland Forestry Programme, Directorate of Forestry, Ministry of Environment and Tourism, Windhoek, Namibia.

Kayofa, F. (2015): Natural Regeneration Potential of Pterocarpus angolensis (Kiaat Tree) in the dry forests of northern Namibia. Master's Thesis, Faculty of AgriSciences, University of Stellenbosch, South Africa.

Kellner, K., Risoli, C., Metz, M. (2011): Terminal Evaluation of the UNEP/FAO/GEF Project ‚Land Degradation Assessment in Drylands (LADA)'. Report. United Nations Environment Programme: Nairobi, Kenia.

Kgathi, D.L., Kniveton, D., Ringrose, S., Turton, A.R., Vanderpost, C.H.M., Lundqvist, J., Seely, M. (2006): The Okavango; a river supporting its people, environment and economic development. Journal of Hydrology 331(1): 3–17.

Kgathi, D.L., Ngwenya, B., Darkoh, M.K.B. (eds.) (2011): Rural Livelihoods, Risk and Political Economy of Access to Natural Resources in the Okavango Delta, Botswana. Hauppauge NY: Nova Publishers.

King, J., Brown, C. (2009): EPSMO/BIOKAVANGO Okavango Basin Environmental Flows Assessment Project: Scenario Report (ecological and social) Volume 1 of 4. Maun, Botswana: OKACOM.

Kowalski, B., Azebaze, N., Grosse, L.M., Domptail, S.E., Pröpper, M. (2013): Mashare – The People. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M. & Jürgens, N. (eds.): Environmental Assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 121–128.

Krah, M., McCarthy, T.S., Annegarn, H., Ramberg, L. (2004): Airborne dust deposition in the Okavango Delta, Botswana, and its impact on landforms. Earth Surface Processes and Landforms 29(5): 565–577.

Krah, M., McCarthy, T.S., Huntsman-Mapila, P., Wolski, P., Annegarn, H., Sethebe, K. (2006): Nutrient budget in the seasonal wetland of the Okavango Delta, Botswana. Wetlands Ecology and Management 14(3): 253–267.

Kralisch, S., Fischer, C. (2012): Model representation, parameter calibration and parallel computing – the JAMS approach. Proceedings of the International Congress on Environmental Modelling and Software, Sixth Biennial Meeting (Seppelt, R., Voinov, A.A., Lange, S., Bankamp, D. (eds.): Leipzig, Germany.

Krause, P. (2002): Quantifying the impact of land use changes on the water balance of large catchments using the J2000 model. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C 27(9–10): 663–673.

Kroes, J.G., Van Dam, J.C., Groenendijk, P., Hendriks, R.F.A., Jacobs, C.M.J. (2008): SWAP version 3.2. Theory and user manual. Wageningen, The Netherlands: Alterra.

Liebenberg, P.J. (2009): Technical Report on irrigation development in the Namibia section of the Okavango River Basin. Unpublished Paper. Ministry of Agriculture, Water and Forestry, Windhoek, Namibia.

Liebmann, B., Blad, I., Kiladis, G.N., Carvalho, L.V.B., Senay, G., Allured, D., Leroux, S., Funk, C. (2012): Seasonality of African Precipitation from 1996 to 2009. Journal of Climate 25(12): 4304–4322.

Lindsay, W., Norvell, W.A. (1978): Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal 42(3): 421–428.

Lubinda, A.K. (2014): Evapotranspiration in various riparian woodland species of the Okavango Delta, Botswana. Dissertation, University of Botswana.

Maier, M., Schack-Kirchner, H. (2014): Using the gradient method to determine soil gas flux: A review. Agricultural and Forest Meteorology 192: 78–95.

Malzbender, D., Mokorosi, P., Jooste, D., Tweedy, H. (2010): Environmental protection and pustainable panagement of the Okavango River Basin (EPSMO). Governance Review, OKACOM.

Mapaure, C. (2010): Water wars: Legal pluralism and Hydropolitics in Namibian water law. Research thesis submitted in partial fulfilment of the degree of Master of Laws (LLM): University of Namibia, Windhoek, Namibia.

Matiza, T., Chabwela, H.N. (Eds.) (1991): Wetlands conservation conference for Southern Africa. Proceedings of the Southern African Development Coordination Conference held in Gaborone, Botswana, 3-5 June 1991. IUCN, Gland, Switzerland.

Matlhola, D. (in prep.): Analysis of tourists' preferences for ecotourism in the Okavango Delta and their implications on rural development), which will be made available on the TFO website under publications.

McCarthy, J.M., Gumbricht, T., McCarthy, T., Frost, P., Wessels, K., Seidel, F. (2003): Flooding patterns of the Okavango wetland in Botswana between 1972 and 2000. AMBIO: A Journal of the Human Environment 32(7): 453–457.

Mendelsohn, J. (2009): Land use in Kavango: Past, present and future. Report for Transboundary Diagnostic Assessment. EPSMO/ OKACOM project.

Mendelsohn, J., El Obeid, S. (2003): Sand and water. A profile of the Kavango region. Windhoek: Raison.

Mitch, W.J., Gosselink, J.G. (2000): Wetlands. 3rd edition. New York: John Wiley.

Moses, M. (2013): Assessment of trade-offs between timber and carbon values of Pterocarpus angolensis (Kiaat) in the Kavango Region of Namibia – a comparison of current and potential values. Stellenbosch, South Africa.

Moss, R.H., Edmonds, J.A., Hibbard, K.A., Manning, M.R., Rose, S.K., van Vuuren, D.P., Carter, T.R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G.A., Mitchell, J.F.B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S.J., Stouffer, R.J., Thomson, A.M., Weyant, J.P., Wilbanks, T.J. (2010): The next generation of scenarios for climate change research and assessment. Nature 463: 747–756.

Mubyana-John, T., Masamba, W.R.L. (2014): Soil microbial biomass Carbon, Nitrogen and Sulphur as affected by different land uses in Seronga, Okavango Delta, Botswana. British Journal of Environment and Climate 3(4): 628–639.

Muhoko, E.M., & Kamwi, J.M. (2014): Woody resources inventory report for Hamoye state forest. Windhoek, Namibia: Directorate of Forestry.

Murray-Hudson, M., Wolski, P., Cassidy, L., Brown, M., Thito, K., Kashe, K., & Mosimanyana, E. (2014): Remote Sensing-derived hydroperiod as a predictor of floodplain vegetation composition. Wetlands Ecology and Management: 1–14.

Naiman, R.J., Décamps, H., Pollock, M. (1993): The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. Ecological Applications 3: 209–212.

Namibian Statistic Agency (2012): Poverty Dynamics in Namibia: A comparative study using 1993/94, 2003/04 and the 2009/10 NHIES surveys. Available for download at: http://cms.my.na/assets/documents/p19dnar71kanl1vfo14gu5rpbkq1.pdf

Natural Resources and People (2007): Okavango Delta management plan component 5 final report-wildlife Management-Human-Wildlife Conflict.-Department of Wildlife and National parks, Ministry of Environment, Wildlife and Tourism, Gaborone, Botswana.

O'Grady, A.P, Eamus, D., Cook, P.G., Lamontagne, S. (2006): Groundwater use by riparian vegetation in the wet-dry tropics of northern Australia. Australian Journal of Botany 54(2): 145–154.

OKACOM (2010): Sanitation and Water supply in Okavango. EPSMO Database.

OKACOM (2011): Cubango-Okavango River Basin Transboundary Diagnostic Analysis. The Permanent Okavango River Basin Water Commission. Maun, Botswana.

Omar, S.A., Ismail, M.A. (1999): Microbial populations, ammonification and nitrification in soil treated with urea and inorganic salts. Folia Microbiologica 44: 205–212.

Oomen, B. (2006): „Walking in the middle of the road" : people's perspectives on the legitimacy of traditional leadership in Sekhukhune, South Africa. In: Hinz, M.O., Gatter, F.T. (eds.): Global responsibility – local agenda: 127–174. Berlin: Lit Verlag.

Pal., M., Mather, P.M. (2005): Support vector machines for classification in remote sensing. International Journal of Remote Sensing 26: 1007–101.

Pricope, N.G. (2013): Variable-source flood pulsing in a semi-arid transboundary watershed: the Chobe River, Botswana and Namibia. Environmental Monitoring and Assessment 185(2): 1883–1906.

Pröpper, M. (2009): Sawing Kavango timber commons: Levels of action and agency upon local natural capital. In: Greiner, C., Kokot, W. (eds): Networks, Resources and Economic Action. Ethnographic Case Studies in Honor of Hartmut Lang: 171–188. Berlin: Reimer.

Pröpper, M. (2010): Muted mutji. On secularized self-censorship, virtual environmentalism and spiritual ecologies in Kavango, Namibia. Journal of Namibian Studies 8: 49–78.

Pröpper, M. (2015): Emerging markets for nature and the challenges for the ecosystem service approach. Development and Change 46(2): 247–268.

Pröpper, M., Falk, T., Domptail, S., Große, L., Kowalski, B. (2013): Partly subsistent household economies and modern consumerism in the Namibian Kavango: Assets, income, expenditure and socio-economic stratification. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 379–391.

Pröpper, M., Haupts, F. (2014): The culturality of ecosystem services. Emphasizing process and transformation. Ecological Economics 108: 27–35.

Pröpper, M., Vollan, B. (2013): Beyond awareness and self-governance. Approaching Kavango timber users' real-life choices. Land 2: 392–418.

Ray, D.K., Gerber, J.S., MacDonald, G.K., & West, P.C. (2015): Climate variation explains a third of global crop yield variability. Nature Communications 6: 5989.

Republic of Botswana Botswana (2010): The National Development Plan 10, Ministry of Finance and Development Planning. Volume 2. Gaborone, Botswana.

Republic of Botswana Botswana (2013): Mid-Term Review of NDP 10. Botswana Ministry of Finance and Development Planning. Gaborone, Botswana.

Republic of Namibia (2002): Republic of Namibia. Mbunza traditional authority; decision of customary laws court fines in the ruling time of Hompa Alfons M. Kaundu. Act of: 18-04.98 / 18-12-2002.

Republic of Namibia (2004): Namibia Vision 2030 Policy Framework for Long-Term National Development (Summary). Windhoek, Namibia.

Republic of Namibia (2010): Namibia household Income and Expenditure Survey 2009/2010." http://www.34microdata.nsa.org.na/index.php/catalog/6 (2013): (Online; accessed 27-Aug-2014).Government of Bostwana, Bostwana Core Welfare Indicator Survey 2009/10, Statistic Brief 2013/11," http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/WDE/2010/pdf-versions/Botswana.pdf (September 2013): (Online; accessed 03-Jan-2014).

Revermann, R., Finckh, M. (2013): Cusseque – Microclimate. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 47–50.

Revermann, R., Finckh, M. (2013): Okavango Basin – Vegetation. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 29–36.

Revermann, R., Finckh, M., Stellmes, M., Strohbach, B., Oldeland, J. (in prep.): Linking vegetation databases and phenological metrics of MODIS time series to predict plant species density of the Okavango Basin.

Richter, F. (2013): Birds as indicators for habitat quality of Miombo woodlands in south-central Angola. MSc Thesis, Department of Biology, University of Hamburg, Germany.

Rieprich, R., Schnegg, M. (2015): The Value of Landscapes in Northern Namibia: A System of Intertwined Material and Nonmaterial Services. Society & Natural Resources: 1–18.

Robinson, T., Franceschini, G., Wint, W. (2007): The Food and Agriculture Organization's Gridded Livestock of the World. Veterinaria Italiana 43: 745–751.

Röder, A., Pröpper, M., Stellmes, M., Schneibel, A., Hill, J. (2015): Assessing urban growth and rural land use transformations in a cross-border situation in Northern Namibia and Southern Angola. Land Use Policy 42: 340–354.

Rohrbach, D.D., Lechner, W.R., Ipinge, S.A., Monyo, E.S. (1999): Impact from investments in crop breeding: the case of Okashana 1 in Namibia. Documentation. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, Hyderabad, Andhra Pradesh, India.

Rudel, T.K. (2013): The national determinants of deforestation in sub-Saharan Africa. Philosophical Transactions of the Royal Society B 368: 20120405.

Rudel, T.K., DeFries, R., Asner, G.P., Laurance, W.F. (2009): Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. Conservation Biology 23(6): 1396–1405.

Ruthenberg, H. (1971): Farming Systems in the Tropics. Oxford: Clandon Press.

Rutherford, M.C. (1979): Aboveground biomass subdivisions in woody species of the savanna ecosystem project study area, Nylsvley. Cooperative Scientific Programmes: CSIR.

Sankaran, M., Ratnam, J., Hanan, N.P. (2004): Tree-grass coexistence in savannas revisited – Insights from an examination of assumptions and mechanisms invoked in existing models. Ecology Letters 7: 480–490.

Sattari, S.Z., van Ittersum, M.K., Bouwman, A.F., Smit, A.L., Janssen, B.H. (2014): Crop yield response to soil fertility and N, P, K inputs in different environments: Testing and improving the QUEFTS model. Field Crops Research 157: 35–46.

Scherr, S.J., Hazell, P.B.R. (1994): Sustainable Agricultural Development Strategies In Fragile Lands. EPTD Disc. Paper No.1. International Food Policy Research Institute, Washington D.C.

Schnegg, M., Rieprich, R., Pröpper, M. (2014): Culture, Nature, and the Valuation of Ecosystem Services in Northern Namibia. Ecology & Society 19(4): 26.

Schneibel, A., Stellmes, M., Revermann, R., Finckh, M. (2013): Agricultural expansion during the post civil war period in southern Angola based on multi-temporal Landsat data. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 311–320.

Schneibel, A., Stellmes, M., Revermann, R., Finckh, M., Röder, A., Hill, J. (2013): Agricultural expansion during the post-civil war period in southern Angola based on bi-temporal Landsat data. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 311–319.

Schwartz, M.W., Caro, T.M., Banda-Sakala, T. (2002): Assessing the sustainability of harvest of Pterocarpus angolensis in Rukwa Region, Tanzania. Forest Ecology and Management 170(1–3): 259–269.

Setlhogile, T., Arntzen, J. (2012): Water related policies and institutions – Cubango-Okavango River Basin. Cubango-Okavango River Basin Water Audit (CORBWA) Project Component 4: Institutional Mapping. Centre for Applied Research, Gaborone, Botswana.

Shackleton, C.M. (1993): Demography and dynamics of the dominant woody species in a communal and protected area of the eastern Transvaal Lowveld. South African Journal of Botany 59: 569–574.

Shackleton, S.E. (2005): Ecological characteristics of Pterocarpus angolensis and impacts of harvesting in Bushbuckridge, South Africa. In: Cunningham, A.B., Campbell, B.M., Belcher, B.M. (eds.): Carving out a future : forests, livelihoods and the international woodcarving trade. Earthscan.

Singh, S.J., Grünbühel, C.M. (2003): Environmental Relations and Biophysical Transition: The Case of Trinket Island. Geografiska Annaler: Series B, Human Geography 85(4): 191–208.

Sop, T.K., Oldeland, J., Schmiedel, U., Ouedraogo, I., Thiombiano, A. (2011): Population structure of three woody species in four ethnic domains of the sub-sahel of Burkina Faso. Land Degradation and Development 22: 519–529.

Spohn, M., Kuzyakov, Y. (2013): Distribution of microbial- and root-derived phosphatase activities in the rhizosphere depending on P availability and C allocation – Coupling soil zymography with 14C imaging. Soil Biology and Biochemistry 67: 106–113.

Stahle, D.W., Mushove, P.T., Cleaveland, M.K., Roig, F., Haynes, G.A. (1999): Management implications of annual growth rings in Pterocarpus angolensis from Zimbabwe. Forest Ecology and Management 124: 217–229.

Starring, G.J. (1978): Soils of the Okavango Delta. UNESCO, Gaborone, Botswana. 68–79.

Stellmes, M., Frantz, D., Finckh, M., Revermann, R. (2013): Okavango Basin – Earth Observation. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 23–28.

Stellmes, M., Frantz, D., Finckh, M., Revermann, R., Röder, A., Hill, J. (2013): Fire frequency, fire seasonality and fire intensity within the Okavango region derived from MODIS fire products. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 351–362.

Steudel, T., Göhmann, H., Flügel, W.A., Helmschrot, J. (2013): Assessment of hydrological dynamics in the upper Okavango River Basin. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 247–261.

Stevens, B., Giorgetta, M., Esch, M., Mauritsen, T., Crueger, T., Rast, S., Salzmann, M., Schmidt, H., Bader, J., Block, K. Brokopf, R., Fast, I., Kinne, S., Kornblueh, L., Lohmann, U., Pincus, R., Reichler, T. & Roeckner, E. (2015): Atmospheric component of the MPI-M Earth System Model: ECHAM6. J. Adv. Model. Earth Syst. 5: 146–172.

Strohbach, B. (2013): Vegetation of the Eastern Communal Conservancies in Namibia: III. Annotated checklist. Dinteria 33: 3–42.

Swanson, R.H., Whitfield, D.W.A. (1981): A numerical analysis of heat pulse velocity theory and practice. Journal of Experimental Botany 32(1): 221–239.

Team, S.L.S.A. (2003): 8. Rights Talk and Rights Practice: Challenges for Southern Africa. IDS Bulletin 34(3): 97–111.

Therrell, M.D., Stahle, D.W., Mukelabai, M.M., Shugart, H.H. (2007): Age, and radial growth dynamics of Pterocarpus angolensis in southern Africa. Forest Ecology and Management 244: 24–31.

Thomas, G.W. (1982): Exchangeable cations. In: Page, A.L. (ed.): Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties (2nd edition). Agronomy 9: 159–165.

Timberlake, J.R., Chidumayo, E.N): Miombo Ecoregion vision report (revised). WWF – SARPO. Occasional Publications in Biodiversity No. 20. Biodiversity Foundation for Africa, Buluwayo, Zimbabwe.

Trewby, F. (2003): The effect of land use/land cover change on the water quality of the Okavango River, Namibia. University of Arkansas, Fayetteville.

Tsehaye G., Mohammed A. (2013): Effects of Land-Use/Cover Changes on Soil Properties in a Dryland Watershed of Hirmi and its Adjacent Agro Ecosystem: Northern Ethiopia. International Journal of Geosciences Research: 1(1): 45–57.

Tsheboeng, G., Murray-Hudson, M. (2013): Spatial variation of population size structure of selected riparian tree species in the Okavango Delta, Botswana. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 341–350.

Tsheboeng, G., Bonyongo, M., Murray-Hudson, M. (2014): Flood variation and soil nutrient content in floodplain vegetation communities in the Okavango Delta. South African Journal of Science 110(3–4): 1–5.

Turton, A., Ashton, P., Cloete, E. (2003): Hydropolitical drivers and policy challenges in the Okavango River basin. In: Turton, A., Ashton, P., Cloete, E. (eds.): Transboundary rivers, sovereignty and development: Hydropolitical drivers in the Okavango River basin. 353–368. Pretoria & Geneva: African Water Issues Research Unit & Green Cross International.

Udelsmann Rodrigues, C., Russo, V. (In prep.): No walk in the park: catching up with transboundary cooperation in the Angolan war-torn side of the Okavango.

UNEP Report AFRICA ENVIRONMENT OUTLOOK (w.y.): Past, present and future perspectives. Southern Africa: see http://www.unep.org/dewa/africa/publications/aeo-1/213.htm

Van Daalen, J.C. (1991): Germination of Pterocarpus angolensis seed. South African Journal of Forestry 158: 33–36.

Van Daalen, J.C., Vogel, J.C., Malan, F.S., Fuls, A. (1992): Dating of Pterocarpus angolensis Trees. South African Forestry Journal 162(1): 1–7.

Vermeulen, W.J. (1990): A monograph on Pterocarpus angolensis. African Regional Commission for the Conservation and Utilisation of the Soil (SARCCUS).

Von Breitenbach, F. (1973): Pterocarpus angolensis. A monograph. Trees in South Africa. Journal of the Tree Society of South Africa XXV.

Vushe, A., Haimene, E.P., Mashauri, D. (2014): Namibian Land Use Changes and Nutrient Water Quality of the Okavango River. Journal of Agriculture and Environmental Sciences 3(2): 219–239.

Wallenfang, J. (2013): The high value of a dense woodland type for subsistence farmers and its regeneration after shifting cultivation in southeast Angola. MSc Thesis, Department of Biology, University of Hamburg, Germany.

Weber, T. (2013a): Okavango Basin – Climate. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (Eds.): Environmental Assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 15–17.

Weber, T. (2013b): Cusseque – Climate. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (Eds.): Environmental Assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 45–46.

Weber, T. (2013c): Mashare – Climate. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (Eds.): Environmental Assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 103–104.

Weinzierl, T., Conrad, O., Böhner, J., Wehberg, J. (2013): Regionalization of Baseline Climatologies and Time Series for the Okavango Catchment. In: Oldeland, J., Erb, C., Finckh, M., Jürgens, N. (eds.): Environmental assessments in the Okavango Region. Biodiversity & Ecology 5: 235–245.

Weinzierl, T., Heider, K. (submitted): Assessment of future agricultural conditions in southwestern Africa using fuzzy logic and high resolution climate model scenarios. Die Erde.

Weinzierl, T., Wehberg, J., Böhner, J., Conrad, O. (submitted): Towards a spatially explicit land degradation risk assessment for the Okavango River catchment. Land Degradation & Development.

Wendefeuer, J. (in prep): Bird diversity and composition in woodland ecosystems of south-east Angola. BSc Thesis, Department of Biology, University of Hamburg.

Werger, M.J.A., van Bruggen, A.C. (2012): Biogeography and Ecology of Southern Africa. Springer Science & Business Media.

Whitman, W.B., Coleman, D.C., Wiebe, W.J. (1998): Prokaryotes: The unseen majority. Proceedings of the National Academy of Sciences 95(12): 6578–6583.

Wolski, P., Murray-Hudson, M. (2006): Reconstruction of 1989-2005 inundation history in the Okavango Delta, Botswana from archival Landsat imagery. Globwetland Symposium, ESA-ESRIN, Frascati, Italy, 19–20.

Worbes, M. (1999): Growth of trees from Namibia. A dendrochronological study. Namibia-Finland Forestry Programme, Directorate of Forestry, Ministry of Environment and Tourism, Windhoek, Namibia.

Yasmi, Y., Schanz, H., Salim, A. (2006): Manifestation of conflict escalation in natural resource management. Environmental Science & Policy 9(6): 538–546.

Capítulo 8

Consórcio TFO: participantes & autores contribuidores

Centro de Estudos do Deserto

Dr. Samuel Aço †

Address: C.P. 18301, Luanda, Angola
Contact: geral@ce-deserto.com

Expertise in TFO: Cultural knowledge, valuation, and regulation of Ecosystem Services

Climate Service Centre

Dr. Daniela Jacob

Dr. Torsten Weber

Address: Fischertwiete 1, 20095 Hamburg, Germany
Contact: torsten.weber@hzg.de

Expertise in TFO: Climate change in the Okavango region

Community Economic Development Project

Ron Phillips

Maxon Simfukwe

Vasco Samwaka

Benedicto Simatende

Address: Kongola, 8005 Windhoek, Namibia
Contact: cedpmax@yahoo.com

Expertise in TFO: Interactions of soil related ESF&S with land use practice under climate change

Desert Research Foundation of Namibia

Viviane Kinyaga

Dr. Patrik Klintenberg

Kenneth Lucky Ganeb

Clarence Mazambani

Address: 7 Rossini Str. / PO BOX 20232 Windhoek, Namibia
Contact: viviane.kinyaga@drfn.org.na

Expertise in TFO: Governing trans-disciplinarity and capacity development for enabling ESF&S management innovations

Escola Superior Politécnica do Menongue, Angola

Dr. Emanuel Piedoso Sachilombo

Address: Rua Principal do Cemitério Municipal, Menongue, Kuando Kubango, Angola
Contact: dodonaf@hotmail.com

Expertise in TFO: Coordination and integrated data management

Friedrich Schiller University Jena

Institute of Geography

Prof. Dr. Wolfgang-Albert Flügel

Dr. Sven Kralisch

Dr. Jörg Helmschrot

Verena Baumberg

Hendrik Göhmann

Thomas Steudel

Franziska Zander

Address: Löbdergraben 32, 07743 Jena, Germany
Contact: sven.kralisch@uni-jena.de

Expertise in TFO: Scale-crossing assessment of the impact of land management and climate change on hydrological ESF&S

Instituto Superior de Ciências de Educação

Herbarium of Lubango, ISCED-Huíla

Prof. Dr. Fernanda Lages

Francisco Maiato

Miguel Sachilulo Hilario

Address: Rua Sarmento Rodrigues, 230 Lubango, Angola
Contact: f_lages@yahoo.com.br

Expertise in TFO: Plant related Ecosystem Services & Functions

Instituto de Botânica Sao Paulo

Seção de Fisiologia e Bioquímica de Plantas

Dr. Marcos Aidar

Address: CP 3005 CEP 01061-970, São Paulo – SP, Brazil
Contact: maidar@uol.com.br

Expertise in TFO: Plant related Ecosystem Services & Functions

Instituto de Investigação Agronómica de Angola

Santos Quizembe

Address: Huambo, Angola
Contact: santosquizembe@yahoo.com.br

Expertise in TFO: Plant related Ecosystem Services & Functions

ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa

Prof. Dr. Cristina Rodrigues

Otto Adriano

Address: Av. das Forças Armadas, 1649-026 Lisboa, Portugal
Contact: cristina.rodrigues@iscte.pt

Expertise in TFO: Cultural knowledge, valuation, and regulation of Ecosystem Services

Kalahari Conservation Society

Felix Monggae

Baboloki Autlwetse

Ntlotlang Osman Kontle

Joseph Onkemetse

Meshack Kwamovo

Address: Plot 398, Extension 4, Off Independence Avenue, Kgasa Close / P.O. Box 859, Gaborone, Botswana
Contact: baboloki@kcs.org.bw

Expertise in TFO: Cultural knowledge, valuation, and regulation of Ecosystem Services / Governing transdisciplinarity and capacity development for enabling ESF&S management innovations

Leibniz Institute DSMZ-German Collection of Microorganisms and Cell Cultures

Prof. Dr. Jörg Overmann

Dr. Bärbel Fösel

Dr. Katharina Huber

Dr. Pia Kaul

Address: Inhoffenstraße 7B, 38124 Braunschweig, Germany
Contact: joerg.overmann@dsmz.de

Expertise in TFO: Analysis of microbial nutrient cycling, GHG production, BNF and plant growth promotion for sustainable land use management

Ministério da Energia e Águas, Angola

Direcção Nacional de Recursos Hídricos

Manuel Quintino

Dr. Narciso Ambrósio

Edson Miguel

Address: Departamento de Planeamento de Recursos Hídricos, Luanda, Angola
Contact: manuel.quintino@inarh.gv.ao, narciso.ambrosio@inarh.gv.ao

Expertise in TFO: Scale-crossing assessment of the impact of land management and climate change on hydrological ESF&S

Ministry of Agriculture, Water and Forestry, Namibia

Subdivision Pasture Science

Leon Lubbe

Address: Government Office Park, Luther Street, Private Bag 13184, Windhoek, Namibia
Contact: LubbeL@mawf.gov.na

Expertise in TFO: Plant related Ecosystem Services & Functions

Namibia Nature Foundation

Robert Mukuya

Address: P.O. Box 245, Windhoek, Namibia
Contact: info@nnf.org.na

Expertise in TFO: Plant related Ecosystem Services & Functions

National Botanical Research Institute

Esmerialda Klaassen

Leon Lubbe

Address: Private Bag 13184, 8 Orban Street, Windhoek, Namibia
Contact: essiek@nbri.org.na

Expertise in TFO: Plant related Ecosystem Services & Functions

Philipps University Marburg

Chair of Macroeconomics

Prof. Dr. Bernd Hayo

Laura Marlene Große

Address: Universitätsstr. 24, 35032 Marburg, Germany
Contact: hayo@wiwi.uni-marburg.de

Expertise in TFO: The contribution of multi-layer natural resource governance to ESF&S delivery

Chair of Microeconomics

Prof. Dr. Evelyn Korn

Nadege Azebaze

Hanna Kaul

Philipp Kreuzter

Address: Universitätsstr. 24, 35037 Marburg, Germany
Contact: korn@wiwi.uni-marburg.de

Expertise in TFO: The contribution of multi-layer natural resource governance to ESF&S delivery

Institute for Co-operation in Developing Countries

Prof. Dr. Michael Kirk

Dr. Thomas Falk

Lawrence Derek Brown

Maike Ritzer

Address: Am Plan 2, 35032 Marburg, Germany
Contact: kirk@staff.uni-marburg.de

Expertise in TFO: The contribution of multi-layer natural resource governance to ESF&S delivery

Polytechnic of Namibia

School of Engineering

Prof. Damas Alfred Mashauri

Andrea Vushe

Address: 13 Storch Street / Private Bag 13388, Windhoek, Namibia
Contact: dmashauri@polytechnic.edu.na

Expertise in TFO: Scale-crossing assessment of the impact of land management and climate change on hydrological ESF&S

School of Natural Resources & Spatial Sciences

Lameck Mwewa

Dr. Ben Strohbach

Dr. Ibo Zimmermann

Vera De Cauwer

Miya Kabajani

Eve Kassinda

Theobald Kudumo

Lukas Mununga

Paulus Musongo

Joseph Mutero

Heniritha Sibanda

Fien van der Heyden

Address: 13 Storch Street / Private Bag 13388, Windhoek, Namibia
Contact: lmwewa@polytechnic.edu.na, vdecauwer@polytechnic.edu.na, bstrohbach@polytechnic.edu.na, izimmermann@polytechnic.edu.na

Expertise in TFO: Interactions of soil related ESF&S with land use practice under climate change / Plant related Ecosystem Services & Functions / Ecosystem resources and dynamics: Multi-scale remote sensing products for designing and implementing sustainable land management concepts

State University of Campinas

Plant Biology Department

Prof. Dr. Carlos Joly

Address: P.O. Box 6109, 13083-970 São Paulo, Brazil
Contact: cjoly@unicamp.br

Expertise in TFO: Plant related Ecosystem Services & Functions

Universidade Agostinho Neto

Prof. Dr. Elissaveta Loutchanska

Amândio Gomes

Raquel Kissanga

Address: Faculdade de Ciencias, Department of Biology, 2682 Luanda, Angola
Contact: eldimako@kodilu.com

Expertise in TFO: Plant related Ecosystem Services & Functions

Universidade José Eduardo dos Santos

Prof. Dr. Guilherme Perreira

Address: Huambo, Angola
Contact: www.ujes.co

Expertise in TFO: Analysis of microbial nutrient cycling, GHG production, BNF and plant growth promotion for sustainable land use management

Universidade Privada de Angola

Dr. Carlos Ribeiro

Jonathan Holden

Address: CP 298 Lubango, Angola
Contact: cribeiroenator@gmail.com

Expertise in TFO: Scale-crossing assessment of the impact of land management and climate change on hydrological ESF&S

University of Botswana

Okavango Research Institute (ORI)

Prof. Dr. Wellington Masamba

Prof. Dr. Donald L. Kgathi

Prof. Dr. Joseph Mbaiwa

Prof. Dr. Susan Ringrose

Prof. Dr. Piotr Wolski

Dr. Richard W. Fynn

Dr. Lapo Magole

Dr. Gagoitseope Mmopelwa

Dr. Mike Murray-Hudson

Dr. Casper Bonyongo

Masego Dhliwayo

Edwin Mosimanyana

Aobakwe Lubinda

Connie Gwatidzo

Dimpho M. Matlhola

Tiego Mpho

Keoikantes Sianga

Kgalalelo Thito

Gaolathe Tsheboeng

Address: Private Bag 285, Maun, Botswana
Contact: wmasamba@ori.ub.bw, mmurray-hudson@ori.ub.bw

Expertise in TFO: Scale-crossing assessment of the impact of land management and climate change on hydrological ESF&S / Interactions of soil related ESF&S with land use practice under climate change / Plant related Ecosystem Services & Functions / The contribution of multi-layer natural resource governance to ESF&S delivery / Ecological and economic valuation of ecosystem services / Ecosystem resources and dynamics: Multi-scale remote sensing products for designing and implementing sustainable land management concepts

Department of Biological Sciences

Dr. Tabo Mubyana-John

Address: Private Bag 0022, Gaborone, Botswana
Contact: mubyanat@mopipi.ub.bw

Expertise in TFO: Interactions of soil related ESF&S with land use practice under climate change / Analysis of microbial nutrient cycling, GHG production, BNF and plant growth promotion for sustainable land use management

University of Bremen

Department of Anthropology and Cultural Research

Prof. Dr. Dorle Dracklé

Dr. Martin Gruber

Address: Enrique-Schmidt-Str. 7 / P.O. Box 330440, 28334 Bremen, Germany
Contact: drackle@uni-bremen.de

Expertise in TFO: Governing trans-disciplinarity and capacity development for enabling ESF&S management innovations

Dept. Microbe-Plant-Interactions

Prof. Dr. Barbara Reinhold

Dr. Claudia Burbano Roa

Dr. Thomas Hurek

Jann L. Grönemeyer

Address: Leoberner Str. NW2, 28359 Bremen, Germany
Contact: breinhold@uni-bremen.de

Expertise in TFO: Analysis of microbial nutrient cycling, GHG production, BNF and plant growth promotion for sustainable land use management

University of Giessen

Institute of Agricultural Policy and Market Research

Prof. Dr. Ernst-August Nuppenau

Dr. Stephanie Domptail

Daniela Böhm

Amanda Eigner

Benjamin Kowalski

Melissa Tello

Xialin Wang

Address: Senckenbergstraße 3, 35390 Giessen, Germany
Contact: ernst-august.nuppenau@agrar.uni-giessen.de

Expertise in TFO: Ecological and economic valuation of ecosystem services

University of Hamburg

Center for Earth System Research and Sustainability

Prof. Dr. Jürgen Böhner

Dr. Jan Wehberg

Dr. Olaf Conrad

Thomas Weinzierl

Address: Bundesstraße 55, 20146 Hamburg, Germany
Contact: juergen.boehner@uni-hamburg.de

Expertise in TFO: GIS-based landscape analyses, environmental modeling, and decision support for integrated resource management

Department of Biology, Biodiversity, Evolution and Ecology of Plants

Prof. Dr. Norbert Jürgens

Dr. Manfred Finckh

Dr. Cynthia Erb

Dr. Jörg Helmschrot

Dr. Ingo Homburg

Dr. Ute Schmiedel

Dr. Susanne Stirn

Torsten Hoche

Bertchen Kohrs

Paulina Meller

Daniel Morgenstern

Vilho (Snake) Mtuleni

Ana Filipa Piedade

Rasmus Revermann

Friederike Richter

Graciella Sanguino

Laura Schmidt

Henrike Seidel

Johannes Wallenfang

Address: Ohnhorststr. 18, 22609 Hamburg, Germany
Contact: norbert.juergens@uni-hamburg.de

Expertise in TFO: Plant related Ecosystem Services & Functions / Coordination and integrated data management

Institute for Social and Cultural Anthropology

Prof. Dr. Michael Schnegg

Dr. João Baptista

Dr. Michael Pröpper

Felix Haupts

Björn Herold

Robin Rieprich

Address: Edmund-Siemers-Allee 1 (West), 20146 Hamburg, Germany
Contact: michael.schnegg@uni-hamburg.de

Expertise in TFO: Cultural knowledge, valuation, and regulation of Ecosystem Services

Institute of Soil Science

Prof. Dr. Annette Eschenbach

Dr. Alexander Gröngröft

Dr. Christian Knoblauch

Kira Kalinski

Lars Landschreiber

Johanna Clara Metzger

Jona Luther-Mosebach

Aurelie Zebaze

Address: Allende-Platz 2, 20146 Hamburg, Germany
Contact: annette.eschenbach@uni-hamburg.de

Expertise in TFO: Interactions of soil related ESF&S with land use practice under climate change

University of Namibia (UNAM)

Dept. Biological Sciences

Prof. Percy Chimwamurombe

Address: 340 mandume Ndemufayo, 9000 Windhoek, Namibia
Contact: pchimwa@unam.na

Expertise in TFO: Analysis of microbial nutrient cycling, GHG production, BNF and plant growth promotion for sustainable land use management

Faculty of Law

Prof. Dr. Manfred O. Hinz

Dr. Clever Mapaure

Address: Private Bag 13301, 9000 Windhoek, Namibia
Contact: okavango@mweb.com.na

Expertise in TFO: The contribution of multi-layer natural resource governance to ESF&S delivery

University of Stellenbosch

Faculty of Law

Prof. Dr. Oliver C. Ruppel

Address: Private Bag XI, 7602 Stellenbosch, South Africa
Contact: ruppel@sun.ac.za

Expertise in TFO: The contribution of multi-layer natural resource governance to ESF&S delivery

University of Trier

Environmental Remote Sensing and Geoinformatics

Prof. Dr. Joachim Hill

Dr. Achim Röder

Dr. Marion Stellmes

Dr. Johannes Stoffels

Dr. Sebastian Mader

Anne Schneibel

David Frantz

Address: Campus II, Behringstraße 21, 54286 Trier, Germany
Contact: roeder@uni-trier.de, stellmes@uni-trier.de

Expertise in TFO: Ecosystem resources and dynamics: Multi-scale remote sensing products for designing and implementing sustainable land management concepts

University of the Western Cape

Earth Science

Prof. Dr. Dominic Mazvimavi

Address: Private Bag X17, 7535 Bellville, South Africa
Contact: dmazvimavi@uwc.ac.za

Expertise in TFO: Scale-crossing assessment of the impact of land management and climate change on hydrological ESF&S

The University Centre for Studies in Namibia

Dr. Beatrice Sandelowsky

Address: 16 Mont Blanc Street, P.O.Box 11174, Windhoek (Klein Windhoek), Namibia
Contact: info@tucsin.org

Expertise in TFO: Cultural knowledge, valuation, and regulation of Ecosystem Services

Capítulo 9

Apêndice

O Apêndice Eletrônico consiste em dois DVDs:

DVD A contém materiais adicionais do TFO para leitura aprofundada. Nele você encontra:

- Informações de base sobre o processo de desenvolvimento de cenários, como as definições das variáveis e as descrições detalhadas do estado atual da Bacia do Okavango e os três núcleos centrais do TFO, respectivamente.
- A edição especial de livre acesso Biodiversidade e Ecologia 5 (2013) do TFO, em que os resultados interinos do TFO foram compilados em forma de subprojetos abrangentes e multidisciplinares.
- Resultados específicos adicionais dos subprojectos com foco disciplinar
- O documento 'Onde encontrar...?' descreve como o portal OBIS de armazenamento de dados pós TFO foi organizado e onde os leitores interessados podem encontrar dados, mapas, publicações e outros materiais que foram produzidos pelo TFO. Projetos de pesquisa interdisciplinar como o TFO demandam uma solução integrada para selecionar, descrever, administrar, analisar e divulgar dados e informações relacionadas, independentemente de se tratarem de informações de base ou resultados de pesquisa. O Sistema de Informação da Bacia do Okavango, OBIS, (http://www.future-okavango.org/obis) desenvolvido pela SPC aborda essa demanda, oferecendo uma plataforma de gerenciamento de dados centralizada e baseada na Web, levando em conta uma ampla gama de diferentes tipos e formatos de dados e considerando diferentes grupos de usuários e sua demanda por acesso de dados colaborativos e compartilhamento de dados. A fim de maximizar a facilidade de uso e interoperabilidade com provedores de dados e usuários, OBIS é concebido como uma plataforma de análise e gerenciamento de dados baseada na web, com acesso total de leitura/gravação a todos os dados, utilizando software e padrões abertos sempre que possível.

  Os tipos de dados abrangidos pelo OBIS incluem dados de séries temporais (por exemplo, de hidrologia e climatologia), dados geográficos, documentos e dados específicos de domínio, por exemplo, relacionados ao solo, a vegetação, aos desenvolvimentos de cenários, modelos de simulação ou indicadores ambientais. Para se certificar de que as informações sobre a proveniência de dados e os responsáveis são preservadas em todos os momentos, o foco principal é na manutenção de metadados. Usuários e permissão de gerenciamentos restritos, em conjunto com um registro detalhado de toda a manipulação de dados garante o controle da segurança, transparência e qualidade dos dados. Para uma fácil integração com outros aplicativos de software, o OBIS oferece várias interfaces padronizadas, por exemplo, os Serviços de Características/Mapas da Web (WFS, WMS) e o Catálogo de Serviços Web (CSW).
- Três filmes participativos foram produzidos em colaboração com os moradores rurais dos núcleos centrais do projeto com o objetivo de comunicar os seus conhecimentos e dividir as suas perspectivas com os interessados do projeto, assim como com audiências mais amplas. Informações sobre os filmes participativos produzidos dentro do TFO. As informações estão relacionadas com os filmes específicos dos três países 'LiparuLyetu - Nossa Vida' (Mashare, Namíbia), 'O segredo do nosso meio ambiente' (Seronga, Botsuana) e 'Mel' (Cusseque, Angola), bem como com os curta-metragens que traduzem os resultados específicos do TFO em ação para os agricultores locais. Os filmes mostram diferentes aspectos do uso dos recursos naturais e discutem assuntos relacionados a eles. Foram produzidos durante os workshops organizados pelo antropólogo Martin Gruber (Universidade de Bremen), juntamente com os paraecologistas locais do TFO Robert Mukuya (Namíbia), Meshack Kwamovo (Botsuana) e Miguel Hilario (Angola).
-

DVD B

DVD B contém dados espaciais, mapas e uma versão do software de fonte aberta SAGA para manuseio dos produtos de mapeamento (DSS). Juntos, esses produtos formam um mapeamento e uma ferramenta de apoio à decisão baseada em GIS, que abastecem os interessados e tomadores de decisão com uma ilustração detalhada dos resultados do TFO, bem como permite que façam suas próprias avaliações do conhecimento do TFO.

Durante um período de cinco anos (setembro de 2010 a agosto de 2015), 140 pesquisadores de oito países, 23 universidades e instituições de pesquisa adicionais, principalmente de Angola, Botsuana, Namíbia e Alemanha, realizaram o projeto de pesquisa transdisciplinar ‚The Future Okavango' (TFO) dentro de toda a Bacia do Okavango-Cubango. Este livro é um dos resultados desse esforço contendo as principais conclusões, cenários de desenvolvimentos futuros potenciais e recomendações para uma gestão sustentável da Bacia do Okavango.