

RESPONDENDO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM MOÇAMBIQUE



REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE
MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO ESTATAL
INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DE CALAMIDADES



Instituto Nacional de
Gestão de Calamidades

Compreendendo os Impactos Socioeconómicos das
Mudanças Climáticas e o Desenvolvimento de uma
Estratégia de Resistência às Mudanças Climáticas na
bacia do rio Limpopo, Moçambique

Relatório de Resultados 2
Áreas Prioritárias seleccionadas para a Resistência à
Mudanças Climáticas na bacia do rio Limpopo

Outubro 2012

ESTUDO DE CASO

Climate Risk Management, Kulima,
Climatus, C4 EcoSolutions, CSIR
Instituto Nacional de Gestão de
Calamidades

Financiado pelo:



Implementado por:

Climate Risk Management, Kulima, Climatus, C4 EcoSolutions, CSIR
Instituto Nacional de Gestão de Calamidades



Director do Projecto: Joao Tiago MM Ribeiro
Coordenadora do Projecto: Barbara van Logchem
Coordenador Científico: Antonio J. Queface
Tradução: Gil Lauricaino

Relatório a ser referenciada como:

Climate Risk Management, Kulima, Climatus, C4 EcoSolutions, CSIR, Instituto Nacional de Gestão de Calamidades. 2012. Compreendendo os impactos socioeconómicos das mudanças climáticas e o desenvolvimento de uma estratégia de resistência às alterações climáticas na bacia do rio Limpopo, Moçambique. Relatório dos Resultados 2. Áreas Prioritárias seleccionadas para a Resistência à Mudanças Climáticas na bacia do rio Limpopo. Maputo: INGC.

Report layout:



Contact details: magdelvdm@gmail.com

Outubro 2012, p 1

CONTEÚDOS

| | |
|--|-----------|
| 1: INTRODUÇÃO | 5 |
| 2: PRIORIZAÇÃO DE SUB-BACIAS COM BASE NOS RESULTADOS DE MODELAÇÃO DE FLUXO E CULTURAS | 6 |
| 2.1 MÉTODOS USADOS PARA A PRIORIZAÇÃO | 6 |
| 2.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS | 11 |
| 2.2.1 <i>Resultados do fluxo</i> | 11 |
| 2.2.2 <i>Resultados sobre desempenho e perdas de culturas</i> | 11 |
| 3: ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL A NÍVEL DISTRITAL PARA A BACIA DO RIO LIMPOPO | 12 |
| 3.1 REVISÃO DOS INDICADORES E ÍNDICES DE VULNERABILIDADE | 12 |
| 3.2 DEBATES METODOLÓGICOS SOBRE CONSTRUÇÃO DE ÍNDICE | 12 |
| 3.3 ESCOLHA DE INDICADORES COMO DETERMINANTES DE VULNERABILIDADE | 13 |
| 3.3.1 <i>Activos financeiros</i> | 13 |
| 3.3.2 <i>Disponibilidade de Capital líquido</i> | 14 |
| 3.3.3 <i>Rácio de Dependência familiar</i> | 15 |
| 3.3.4 <i>Dependência de recursos naturais</i> | 15 |
| 3.3.5 <i>Dependência de apoio social</i> | 15 |
| 3.4 FONTE DE DADOS E CONFIANÇA | 16 |
| 3.5 MÉTODO DE AGREGAÇÃO | 17 |
| 3.5.1 <i>Padronização dos indicadores</i> | 17 |
| 3.5.2 <i>Agregação dos indicadores para formar o índice</i> | 17 |
| 3.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 18 |
| 3.7 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS | 19 |
| 3.7.1 <i>Qualidade e disponibilidade de dados</i> | 19 |
| 3.7.2 <i>Validade da construção</i> | 19 |
| 3.7.3 <i>Validação</i> | 20 |
| 3.7.4 <i>Limitações de capturar a vulnerabilidade num índice</i> | 20 |
| 4: PRIORIZAÇÃO COMBINADA DAS SUB-BACIAS | 21 |
| 4.1 MÉTODOS USADOS PARA PRIORIZAÇÃO | 21 |
| 4.2 PRIORIZAÇÃO DAS SUB-BACIAS PARA RESISTENCIA A MUDANÇAS CLIMATICAS | 25 |
| 5: CAMINHO A SEGUIR | 26 |
| <i>Bibliografia</i> | 27 |

Figuras & Tabelas

| | | |
|----------------|--|----|
| Figura 1: | Sub-bacias moçambicanas da bacia do rio Limpopo. | 7 |
| Figure 2: | Números de Identificação das sub-bacias | 7 |
| Figuras 3-6: | (3) % média de redução do fluxo; (4) % média de aumento do fluxo (5) % média de aumento na magnitude de inundações; e (6) % média de redução da magnitude de inundações. | 8 |
| Figuras 7-10: | (7) % média de aumento na frequência de inundações; (8) % média de redução na frequência de inundações; (5) % média de mudança no desempenho de culturas para Out-Nov-Dez; e (6) % média de mudança no desempenho de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando aumentos mais altos). | 9 |
| Figuras 11-14: | (11) % média de mudança no desempenho de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando aumentos mais baixos); (12) % média na probabilidade de perda de culturas para Out-Nov-Dez; (13) % média na probabilidade de perda de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando a menor probabilidade); (14) % média de mudança na probabilidade de perda de cultura para Jan-Fev-Mar (apresentando a maior probabilidade). | 10 |
| Figura 15: | Índice de vulnerabilidade dos distritos moçambicanos na bacia do rio Limpopo. | 18 |
| Figura 16: | Sub-bacias prioritárias em risco devido à redução do fluxo | 21 |
| Figura 17: | Sub-bacias prioritárias em risco devido a um aumento da magnitude das cheias. | 22 |
| Figura 18: | Sub-bacias prioritárias em risco devido a um aumento da frequência das cheias. | 22 |
| Figura 19: | Sub-bacias prioritárias em risco devido a uma redução no desempenho das culturas em Out-Nov-Dez. | 23 |
| Figura 20: | Sub-bacias onde o menor aumento do desempenho de culturas está previsto. | 23 |
| Figura 21: | Sub-bacias com o maior aumento na probabilidade de perda de culturas para Out-Nov-Dez. | 24 |
| Figura 22: | Sub-bacias com a menor redução da probabilidade de perda de culturas para Jan-Fev-Mar. | 24 |
| Tabela 1: | Escala de cores usadas nos mapas que mostram bacias prioritárias (Figuras 3-14). | 6 |
| Tabela 2: | Sumário de variáveis e indicadores no índice de vulnerabilidade social | 16 |
| Tabela 3: | Resultados do índice de vulnerabilidade. A ordenação é mostrada Figura 15. | 19 |
| Tabela A1: | % média de redução no Fluxo. | 30 |
| Tabela A2: | % Média de aumento no Fluxo. | 30 |
| Tabela A3: | % de aumento na magnitude das cheias. | 31 |
| Tabela A4: | % Média de redução na magnitude das cheias. | 31 |
| Tabela A5: | % Média de aumento na frequência das cheias. | 32 |
| Tabela A6: | % Média de redução na frequência das cheias. | 32 |
| Tabela A7: | % Média de mudança no desempenho de culturas para Out-Nov-Dez. | 33 |
| Tabela A8: | % Média de mudança no desempenho de culturas para Jan-Fev- Mar (apresentando maiores aumentos). | 33 |

| | |
|---|----|
| Tabela A9: % Média de mudança no desempenho de culturas para Jan-Fev- Mar (apresentando menores aumentos). | 34 |
| Tabela A10: % Média de mudança na probabilidade de perda de culturas para Out-Nov-Dez. | 34 |
| Tabela A11: % Média de mudança na probabilidade de perda de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando menores probabilidades). | 35 |
| Tabela A12: % Média de mudança na probabilidade de perda de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando os maiores probabilidades). | 35 |

1: Introdução

Este projecto, como parte da fase 2 do programa de Mudanças Climáticas do Instituto Nacional de Gestão de Calamidades (INGC) está a empreender uma avaliação sobre: i) os potenciais impactos das mudanças climáticas na bacia do rio Limpopo (Províncias de Gaza e Inhambane); ii) a vulnerabilidade das comunidades ao impacto das mudanças climáticas na bacia; e iii) opções de adaptação necessárias para construir a resiliência da comunidade e reduzir o risco de desastre. Os distritos localizados dentro da bacia são frequentemente expostos a inundações (que exacerba a vulnerabilidade uma vez que as habitações e actividades de subsistência localizam-se em planícies aluviais férteis) e à seca (que contribui para a escassez da água e perda de colheitas agrícolas).

O contexto do projecto foi fornecido no Relatório de Resultados 1, que apresentou i) os primeiros resultados das projecções climáticas de escala reduzida e a modelação dos impactos sobre os recursos hídricos e produtividade agrícola sob o cenário de mudanças climáticas médio (Cenário 3); e, ii) uma análise sobre os dados disponíveis da vulnerabilidade socioeconómica e social para perceber os impactos sobre sectores económicos chaves, e recolher dados relevantes para desenvolver um índice de vulnerabilidade social.

Este relatório representa os principais aspectos do Resultado 2 do projecto. Ex: Identificação de áreas prioritárias para a resistência às mudanças climáticas na bacia do rio Limpopo. Identificação de actividades e iniciativas que vão fazer parte da próxima fase do projecto. As principais actividades envolvidas na colecta de informação contida neste relatório foram:

- Priorizar as sub-bacias com base no fluxo e nos resultados de modelação de culturas e apresentar os dados para destacar sub-bacias onde mudança significativa ($\geq 20\%$ de aumento ou redução) é antecipada;
- Priorizar os distritos dentro da bacia do rio Limpopo com base na vulnerabilidade social; e
- Combinar dados de fluxo e modelação de culturas com o índice de vulnerabilidade social para destacar sub-bacias prioritárias mais vulneráveis ao risco de futuras mudanças climáticas.

2: Priorização de sub-bacias com base nos resultados de modelação de fluxo e culturas

2.1 MÉTODOS USADOS PARA A PRIORIZAÇÃO

Os resultados do fluxo e modelação de culturas, foram apresentados no primeiro relatório em forma de mapas mostrando um relativo aumento ou redução nas variáveis modeladas, assim como os mapas de síntese dos resultados de probabilidade. Para este relatório, de modo a permitir uma avaliação adequada dos riscos por sub-bacia, os mesmos resultados foram separados para representar aumentos e reduções nas variáveis modeladas. Valores médios foram usados para priorizar as sub-bacias, e valores de probabilidade foram usados para separar sub-bacias com o mesmo valor médio. As dez sub-bacias de maior risco foram destacadas por variável, representando 20% das sub-bacias moçambicanas da bacia do rio Limpopo. Os resultados são mostrados nas Figuras 3-14. Uma mudança de 20% é considerada significativa, e é representada por cores mais escuras (vermelho para mudanças “secas”, azul para mudanças “húmidas”). Os diferentes tons de vermelho e azul nas figuras representam diferentes categorias de mudança (Tabela 1). A Figura 1 mostra as sub-bacias que foram dadas prioridade, e a Figura 2 os números de identificação das sub-bacias. Os rios não aparecem nos mapas que mostram as bacias prioritárias por uma questão de clareza.

Tabela 1: Escala de cores usadas nos mapas que mostram bacias prioritárias (Figuras 3-14).

| Secor | | Húmido | |
|-------|----------------------|--------|----------------------|
| | 0 % de mudança | | 0 % de mudança |
| | 1 - 10 % de mudança | | 1 - 10 % de mudança |
| | 11 - 20 % de mudança | | 11 - 20 % de mudança |
| | > 20 de mudança | | > 20% de mudança |

Os resultados das dez sub-bacias prioritárias para cada variável são mostrados nas Tabelas A1-A12 no anexo A.

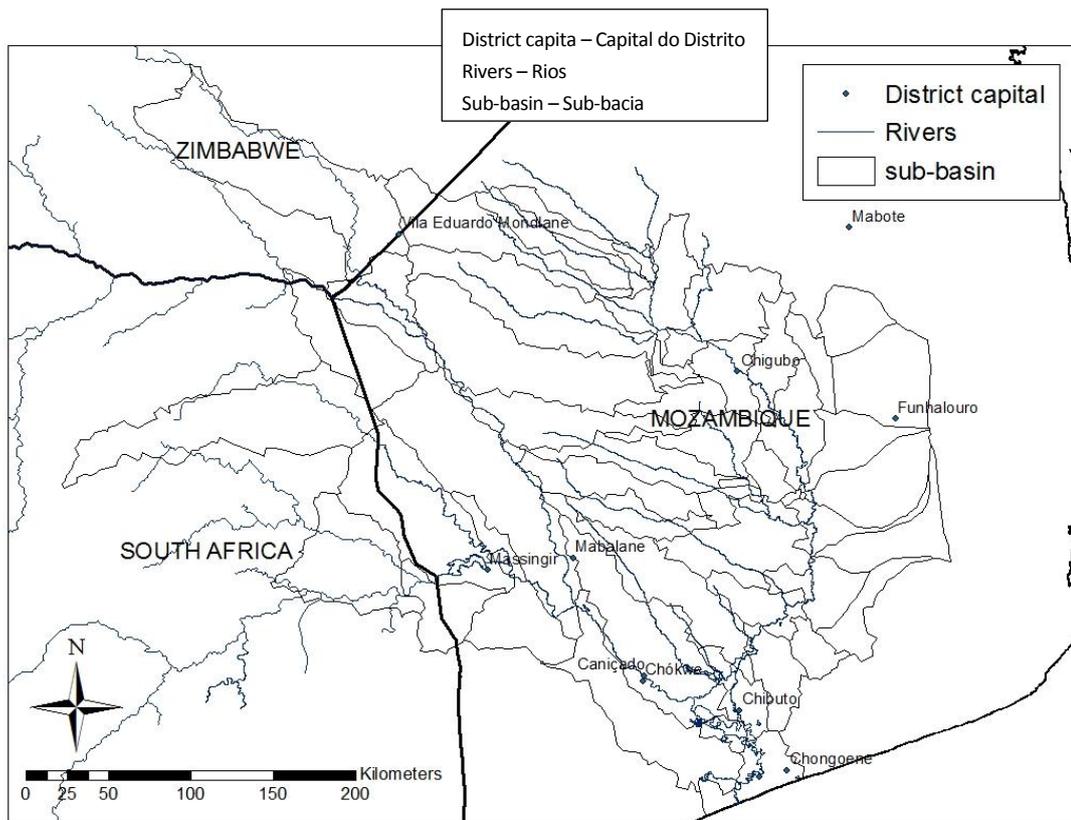


Figura 1: Sub-bacias moçambicanas da bacia do rio Limpopo.

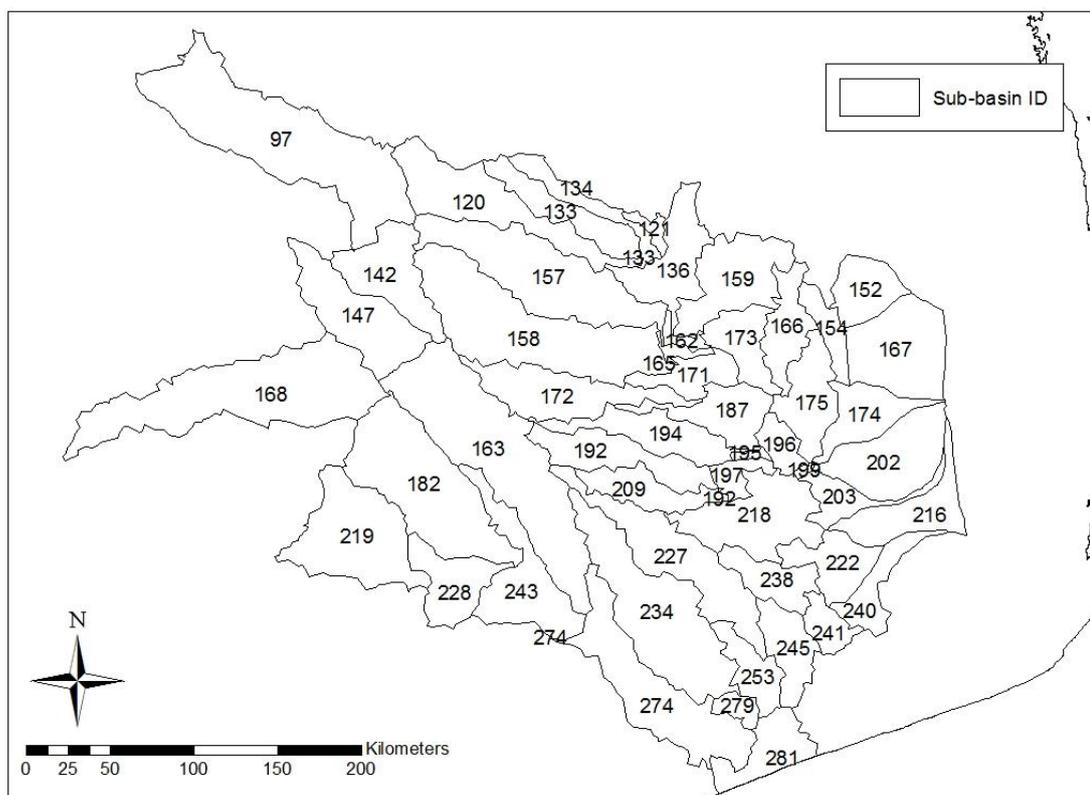
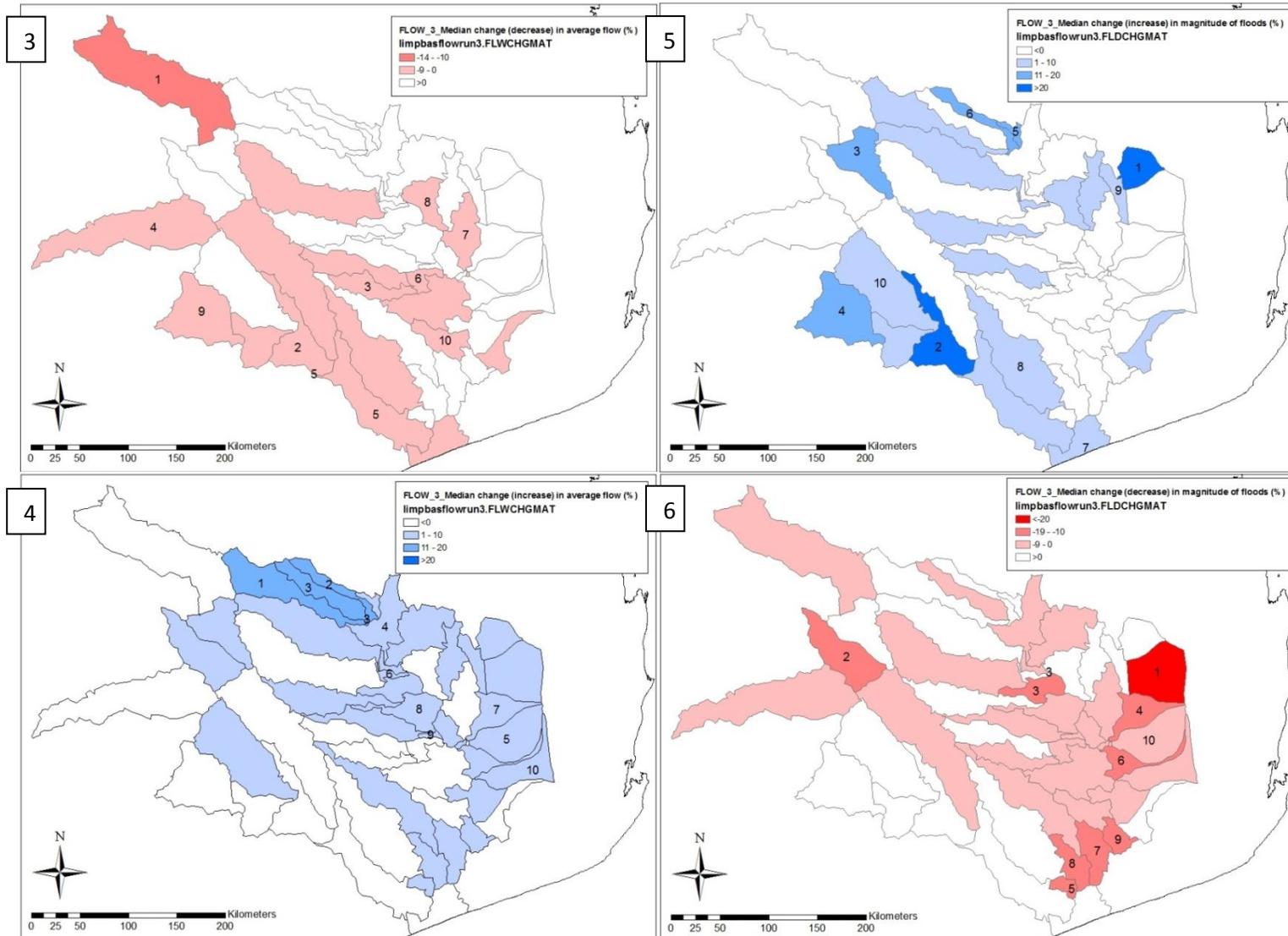
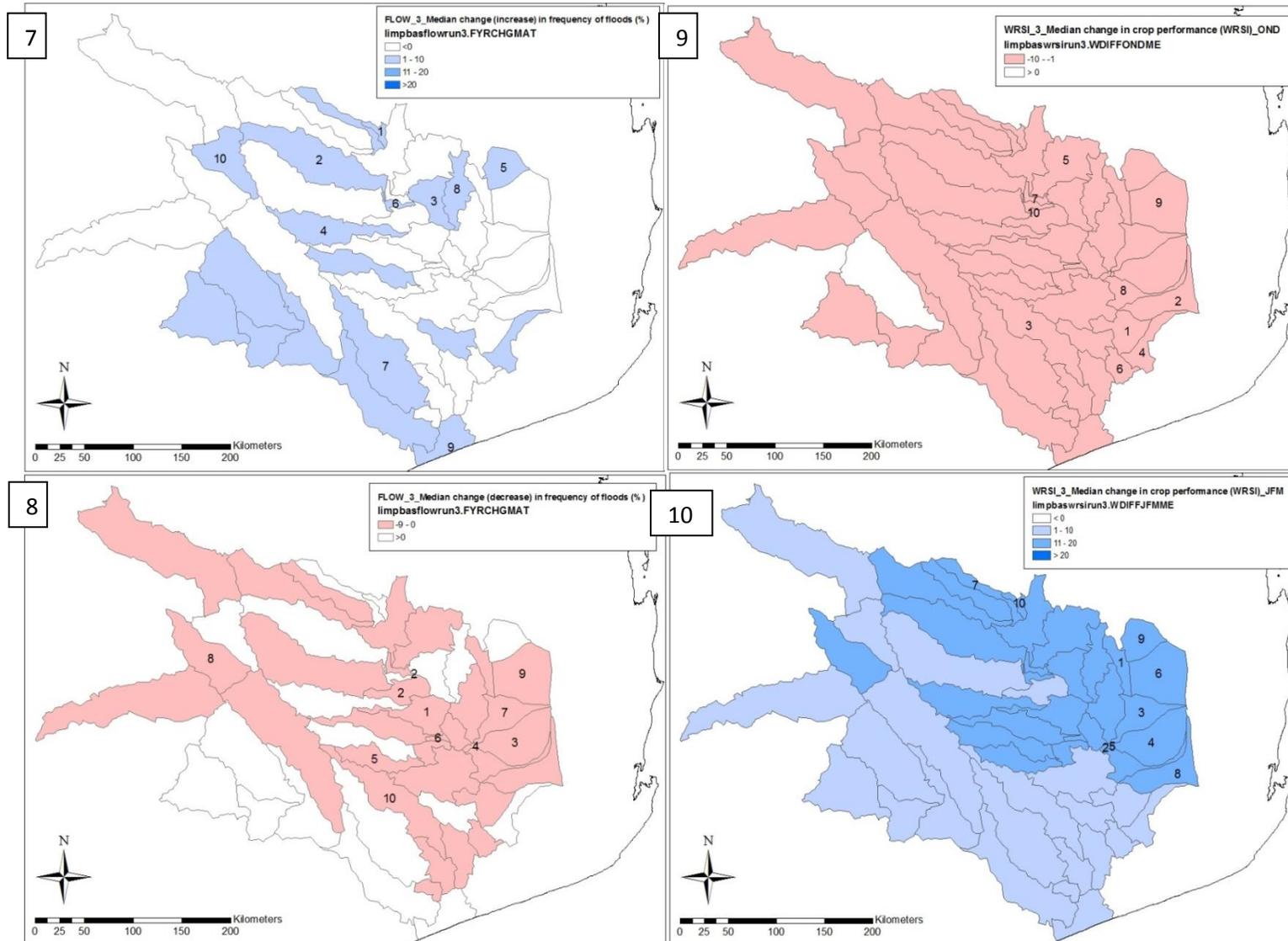


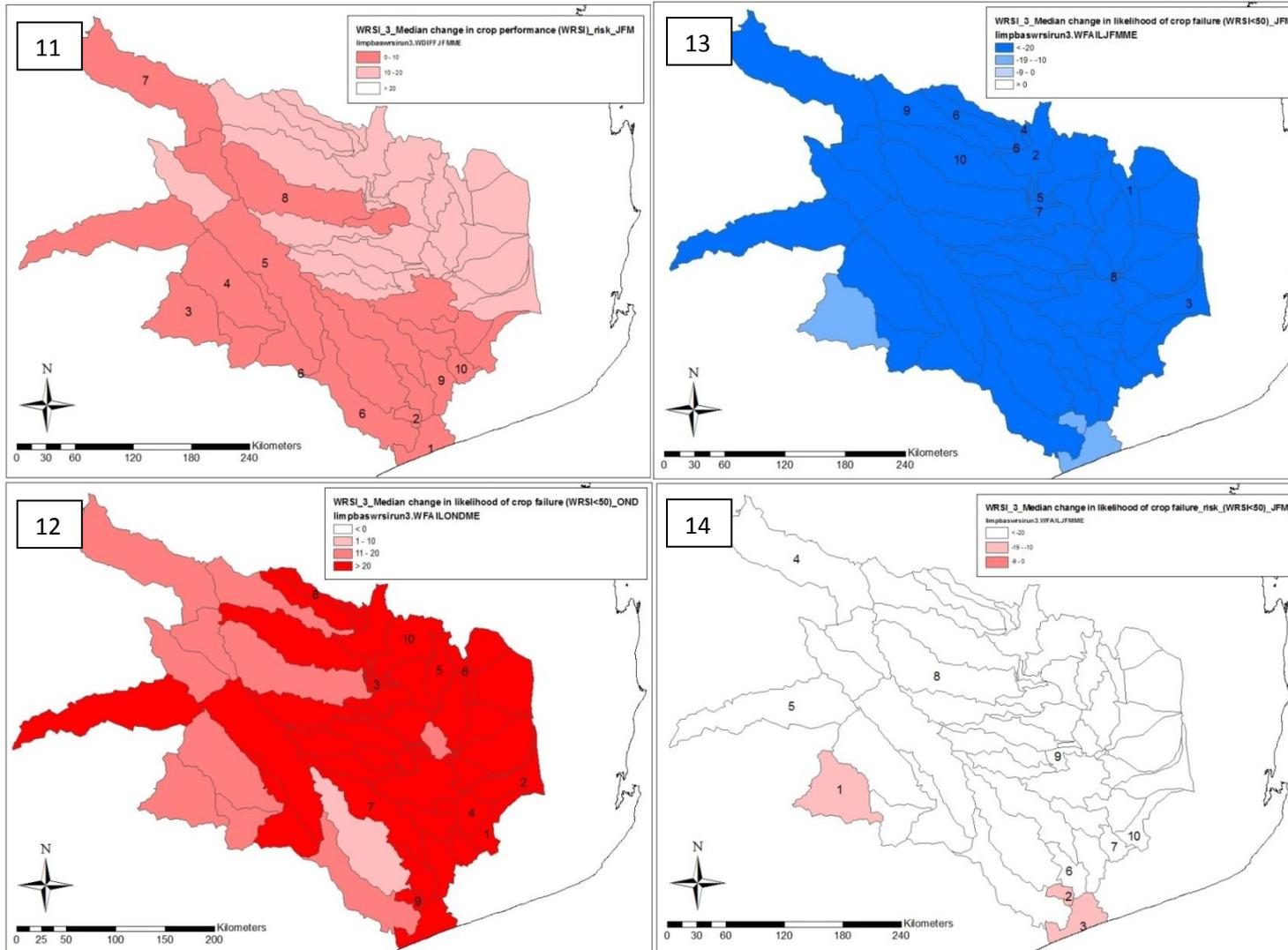
Figure 2: Números de Identificação das sub-bacias.



Figuras 3-6: (3) % média de redução do fluxo; (4) % média de aumento do fluxo (5) % média de aumento na magnitude de inundações; e (6) % média de redução da magnitude de inundações.



Figuras 7-10: (7) % média de aumento na frequência de inundações; (8) % média de redução na frequência de inundações; (5) % média de mudança no desempenho de culturas para Out-Nov-Dez; e (6) % média de mudança no desempenho de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando aumentos mais altos).



Figuras 11-14: (11) %média de mudança no desempenho de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando aumentos mais baixos); (12) % média na probabilidade de perda de culturas para Out-Nov-Dez; (13) % média na probabilidade de perda de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando a menor probabilidade); (14) % média de mudança na probabilidade de perda de cultura para Jan-Fev-Mar (apresentando a maior probabilidade).

2.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

2.2.1 Resultados do fluxo

A maior **redução no fluxo** (14% de redução, ver tabela A1 no anexo A) está prevista para a maioria das sub-bacias a noroeste, maioritariamente encontradas dentro do Zimbabwe. Não houve mudanças de 20% previstas para nenhuma das bacias. As outras sub-bacias prioritárias situam-se a sudoeste da bacia, onde reduções de 5-2% no fluxo estão previstas (Figura 3). Os maiores **aumentos no fluxo** estão previstos para o norte da bacia, onde os resultados indicam um aumento de até 17% (Ver tabela A2 no anexo A). Para as outras sub-bacias, no norte e leste, aumentos de 8-10% estão previstos (Figura 4). Um **aumento na magnitude de inundações** em 58% está previsto na sub-bacia 152 no nordeste da bacia (Tabela A3 no anexo A). Outros aumentos de >20% estão previstos em duas sub-bacias a oeste (Figura 5). A **redução na magnitude de inundações** representa uma melhoria das condições, e constitui o inverso do aumento. A maior redução (21%, ver Tabela A4 no anexo A) está prevista para a sub-bacia adjacente ao local onde o maior aumento está previsto (Figura 6). As restantes reduções mais elevadas (8-14%) estão dispersas pela bacia (com a exceção do sudoeste). Os maiores **aumentos na frequência de inundações** são esperados no norte da bacia (Figura 7). Os resultados geralmente espelham a magnitude dos resultados de inundações. Os maiores aumentos previstos variam de 2-9% (Ver Tabela A5 no anexo A). As maiores **reduções na frequência de inundações**, tal como esperado, espelham a redução na magnitude de inundações (Figura 8, Tabela A6 no anexo A).

2.2.2 Resultados sobre desempenho e perdas de culturas

A **redução do desempenho de culturas** está prevista em todas as sub-bacias mas para Out-Nov-Dez. Entretanto, as reduções são baixas (todas < 10%, Figura 9). Maiores reduções estão previstas para o leste da bacia (Tabela A7 no anexo A). Entretanto, para a época de plantio de Jan-Fev-Mar um **aumento no desempenho de culturas** é esperado para todas as sub-bacias (figura 10). Os maiores aumentos (17.5%, Tabela A8 no anexo A) são esperados no leste da bacia, onde as maiores reduções são esperadas na época de plantio de Out-Nov-Dez. **Baixos aumentos no desempenho de culturas** em Jan-Fev-Mar Ex: aquelas sub-bacias que continuam a beneficiar menos das melhoradas condições na época de plantio (mas ainda onde aumentos são previstos) estão no sudoeste e oeste da bacia (Figura 11). Os aumentos mais baixos estão no intervalo de aumento de 1.5-8% (Tabela A9 no anexo A). Um **aumento na probabilidade de perda de cultura** está previsto em todas as sub-bacias para a época de plantio de Out-Nov-Dez (Figura 12). Aumentos de 45-60% na probabilidade de perda de culturas estão previstos para as sub-bacias do centro e leste da bacia (Tabela A10 no anexo A). Contrariamente, para a época de plantio de Jan-Fev-Mar, uma **redução na probabilidade de perdas de culturas** está prevista para todas as sub-bacias (Figura 13). Maiores reduções (58-115% de redução, Tabela A11 no anexo A) estão previstas para o nordeste da bacia. **Menores reduções na probabilidade de perda de culturas** em Jan-Fev-Mar estão previstas para as sub-bacias costeiras e uma outra no sudoeste (Figura 14). Entretanto, os resultados ainda indicam uma redução na probabilidade de perda de cultura (Tabela A12 no anexo A), em oposição ao aumento previsto na época de plantio de Out-Nov-Dez.

3: Índice de Vulnerabilidade Social a nível distrital para a bacia do rio Limpopo

3.1 REVISÃO DOS INDICADORES E INDICES DE VULNERABILIDADE

A natureza da vulnerabilidade é fundamental para determinar se o risco de exposição vai se traduzir em impactos adversos. Ao mesmo tempo, a vulnerabilidade social como um estado potencial é difícil de avaliar devido a uma variedade de determinantes que agem e interagem em diferentes escalas. É, por conseguinte, necessário contar com indicadores que melhor representam os complexos processos subjacentes. Essas abordagens têm evoluído bastante nas últimas décadas, numa tentativa de construir abordagens baseadas em estudo de caso existentes desenvolvidas principalmente no que concerne à vulnerabilidade biofísica. A expansão dos debates conceptuais e teóricos em torno da vulnerabilidade social trouxe o reconhecimento da necessidade de desenvolver mais indicadores sistemáticos de modo a contribuir para estudos de impactos mais holísticos (Adger, 1999). Com os debates em curso sobre mudanças climáticas e a necessidade de dar prioridade a intervenções de adaptação, os indicadores ainda são muito discutidos (Klein, 2009).

Houve várias tentativas de desenvolver indicadores e índices de nível nacional para aspectos sociais da vulnerabilidade, cada qual variando de acordo com a natureza da vulnerabilidade abordada, o perigo envolvido, e a região geográfica. Há uma forte tendência de cada construção de índice tentar melhorar o seu predecessor, adicionando a complexidade. Isto pode ocorrer através de uma variedade de meios, por exemplo, aumento do número de variáveis consideradas, e/ou usar técnicas mais sofisticadas de modelação econométrica e estatística para transformar e agregar os indicadores. O desenvolvimento inicial de índices ocorreu com referência ao contexto do estado de desenvolvimento de uma pequena ilha (e.g. Briguglio, 1995; Crowards, 1999; Easter, 1999; Kaly et al, 1999a). Um índice de vulnerabilidade social para mudanças climáticas induzidas por mudanças na disponibilidade da água foi criado para África (Vincent, 2004). Outros adoptaram abordagens mais globais para avaliar a vulnerabilidade e resiliência, explicitamente no que concerne às mudanças climáticas (UNEP, 2001; Moss et al, 2001). Durante o ano passado vários índices explícitos foram liberados, incluindo o Índice de Adaptação Global¹, Índice de Risco Global², e o Monitor de Vulnerabilidade Climática³.

3.2 DEBATES METODOLOGICOS SOBRE CONSTRUÇÃO DE INDICE

Os debates metodológicos sobre o uso e construção de indicadores cresceram proporcionalmente com a gama de indicadores e índices (para uma revisão, ver Fuessel, 2009). Uma das mais fundamentais distinções é entre uma abordagem indutiva (orientada por dados) ou uma dedutiva (orientada por teoria) (Niemeijer, 2002). Anteriormente, um grande número de potenciais indicadores de vulnerabilidade podia ser escolhido no que ficou rotulado como a Abordagem de aspirador (UNEP, 2001). A selecção final poderá ocorrer por meio do ajuizamento

¹ <http://gain.globalai.org/>

² <http://www.ehs.unu.edu/article/read/risk-index-maps-world-s-disaster-hot-spots-dw-world-de>

³ <http://daraint.org/climate-vulnerability-monitor/climate-vulnerability-monitor-2010/>

de peritos (Kaly e Pratt, 2000; Kaly et al, 1999a, 1999b), ou princípio de análise de componentes para determinar aqueles que representam a maior proporção de vulnerabilidade (Ex: Easter, 1999). Entretanto, o ponto fraco deste é que uma variável proxy deve ser escolhida como ponto de referência contra o qual os indicadores são testados, um tanto quanto paradoxalmente como a própria necessidade de indicadores de vulnerabilidade ocorre porque não há nenhum elemento tangível de vulnerabilidade. Neste caso, por conseguinte, a abordagem orientada por teoria é favorecida, pelo que é feito o uso de conhecimentos teóricos da natureza e causas da vulnerabilidade de modo a seleccionar as variáveis para inclusão, embora na prática isso ocorra necessariamente dentro dos limites impostos pela disponibilidade dos dados (Briguglio, 1995). Isto inevitavelmente leva à subjectividade na escolha dos indicadores, mas isso pode ser solucionado assegurando que todas as decisões sejam baseadas na literatura existente e que seja totalmente transparente.

Embora um uma série de indicadores e índices tenham sido idealizados para avaliar a vulnerabilidade social face as mudanças climáticas, eles não podem ser aplicados sem problemas na bacia do Limpopo. Os indicadores constituem um contexto específico e normalmente não podem ser transferidos para diferentes escalas de análise. Enquanto, as forças motrizes da vulnerabilidade social podem ser similares, o indicador apropriado para capturar isso a nível nacional será provavelmente diferente do nível regional (Vincent, 2007; Eriksen e Kelly, 2007). Um artigo recente analisou o uso de índices numa variedade de circunstâncias, concluindo que eles são mais apropriados para a identificação de populações vulneráveis a nível sub-nacional (Hinkel, 2011). Vários índices foram criados para avaliar a vulnerabilidade social a nível comunitário (e.g. Vincent, 2007; Bell, 2011), incluindo em Moçambique (Hahn et al, 2009). Esses índices comunitários são baseados em dados de nível familiar. Para este índice, dados de amostras de pesquisas domiciliares nas vilas foram agregados para o nível distrital, de modo a criar o índice de vulnerabilidade social de nível distrital para mudanças climáticas na bacia do Limpopo. Um índice agregado é definido como aquele em que a composição não é imediatamente aparente (Jollands e Patterson, 2003).

3.3 ESCOLHA DE INDICADORES COMO DETERMINANTES DE VULNERABILIDADE

O objectivo do índice de Vulnerabilidade Social é capturar o funcionamento e as dinâmicas dos processos que dão origem a vulnerabilidade social às mudanças climáticas a nível distrital. Há uma literatura considerável que descreve as forças motrizes da vulnerabilidade (e.g. Adger, 2006). Depois de tomar uma decisão teoricamente informada sobre os determinantes, indicadores simples e de fácil compreensão ou indicadores proxy precisam de ser escolhidos, dentro dos constrangimentos da disponibilidade de dados. Fazer tais escolhas é um processo basicamente subjectivo e, por isso, é importante descrever os argumentos teóricos de inclusão e as hipóteses relacionadas com o seu relacionamento funcional com a vulnerabilidade (Ex. Se é uma relação directa ou inversa) (ver Tabela 2).

3.3.1 Activos financeiros

Embora a pobreza e a vulnerabilidade à mudanças climáticas não sejam, de maneira nenhuma, iguais, há uma série de forças motrizes semelhantes que dão origem a ambas condições. Este é particularmente o caso em contextos rurais dos países em desenvolvimento, onde muitas pessoas vivem abaixo da linha da pobreza e dependem dos recursos naturais para a sua

subsistência. Sobreviver com dificuldades no dia-a-dia significa que acumular capital para adquirir bens é um desafio. Não possuir tais bens cria vulnerabilidade às mudanças climáticas, uma vez que as famílias não têm acesso a finanças que podem liquidificar em caso de choques de subsistência, como os que podem ser criados por perigo natural (ex: Seca ou cheias). Indivíduos com bom acesso aos recursos provavelmente tenham uma rede de segurança em caso de risco ambiental e exposição, permitindo-lhes recorrer a outros recursos para manter a sua subsistência e, por conseguinte, alargando o leque e intensidade dos perigos com os quais podem lidar.

Vários indicadores podem ser possivelmente escolhidos para representar activos financeiros. As opções incluem o saldo médio na conta bancária, ou o valor médio de utensílios agrícolas. Dado que o gado tradicionalmente representa uma acumulação de riqueza nas sociedades africanas (Crookes, 2003; Kalinda *et al.*, 2000; Reardon *et al.*, 1988; Swinton, 1988), o indicador escolhido para capturar activos financeiros é o valor médio de cabeças de gado por distrito. Quanto maior for o valor médio de gado por distrito, menor será a vulnerabilidade face às mudanças climáticas, uma vez que há uma reserva que pode ser mobilizada para manter a subsistência. É evidente que existem problemas com esta hipótese: no caso de perigo de aparecimento lento como a seca, por exemplo, a medida em que as cabeças de gado constituem recursos depende da decisão que os seus proprietários tomam no que concerne a vendê-los no momento certo. Se eles esperarem muito tempo, há um risco de o mercado ficar inundado e os preços caírem. Da mesma forma, em caso de secas, as cabeças de gado podem por si se transformarem num fardo adicional, uma vez que precisam de ração para sobreviver se o pasto não for suficiente. Em perigos de aparecimento rápido, tais como as inundações, as cabeças de gado podem ser vulneráveis à exposição tal como os humanos são.

3.3.2 Disponibilidade de Capital Líquido

Para além das reservas de capital financeiro, medidas aqui pelo valor do gado, outro importante determinante da vulnerabilidade à mudanças climáticas é a disponibilidade de capital líquido. Como foi anotado acima, enquanto o gado representa reservas de riqueza, a capacidade de converter essa reserva em capital líquido depende do mercado no momento da transacção. A disponibilidade de capital líquido sob forma de fluxo de dinheiro na família é também importante para determinar se a família pode responder a um perigo climático. Em áreas rurais pobres, tal como a bacia do Limpopo em Moçambique, a disponibilidade de dinheiro é tipicamente escassa (Hanlon *et al.*, 2010). A falta de disponibilidade de dinheiro limita as respostas que podem ser dadas para fazer face a perigos climáticos tais como secas e cheias.

Tal como as reservas financeiras, há uma variedade de indicadores que podem ser potencialmente usados para a disponibilidade de capital líquido. Isto pode incluir o dinheiro disponível numa família por um determinado período de tempo, ou relacionado com a renda. No entanto, o dinheiro disponível é uma função da relação entre a renda e as despesas. Por essa razão, o indicador que é usado aqui para representar a disponibilidade de capital líquido é a proporção do rendimento gasto em alimentos, em relação ao rendimento total. Quanto maior for a quantidade da renda gasta em alimentos (para sobrevivência), maior é o nível de vulnerabilidade em relação a onde uma pequena proporção dos rendimentos é gasta em alimentos.

3.3.3 Rácio de Dependência familiar

A capacidade de construir activos financeiros depende, até um certo ponto, da disponibilidade e qualidade do capital humano. Capital humano refere-se a habilidades, conhecimento, capacidade de criar emprego, e boa saúde que permita as pessoas seguir as suas estratégias de sobrevivência. A idade é um aspecto importante uma vez que jovens e idosos tendem naturalmente a serem mais susceptíveis a riscos ambientais e exposição a perigos (O'Brien and Mileti, 1992). Os jovens e idosos também constituem fardo para as suas famílias, requerendo cuidados e despesas para educação e cuidados de saúde. Em termos gerais, populações com um baixo rácio de dependência (alta proporção de adultos em idade activa, em relação a crianças e idosos) são mais susceptíveis de ter maior capacidade de subsistência e, por isso, menos vulneráveis face ao perigo de exposição.

Idealmente, o rácio de dependência de um distrito deve ser visto como a proporção de crianças abaixo dos 18 anos, e idosos acima dos 60 ou 65 anos, em relação a população em idade activa. Dado constrangimento de trabalhar com dados secundários, nem sempre é possível usar as categorias mais apropriadas. Na pesquisa sobre economia familiar, foram recolhidos dados sobre crianças abaixo dos 18 anos numa família, e o número de adultos em idade activa, mas não sobre idosos. Neste caso, portanto, o rácio de dependência reflecte apenas crianças a adultos em idade activa. No entanto, isso não é necessariamente um problema, uma vez que idosos em Moçambique têm direito à protecção social do estado, sob a forma de Programa de Subsídio de Alimentos. Apesar do seu nome, este é na verdade um programa de transferência de dinheiro similar a pensão, e tem o efeito de tornar o rácio de dependência normal sob o seu domínio, o que significa que muitos idosos membros da sociedade agora recebem um rendimento regular em dinheiro, ao invés de depender de outros membros da família.

3.3.4 Dependência de recursos naturais

Por definição, a maioria das pessoas que vivem nas áreas rurais estão engajadas em meios de subsistência dependentes de recursos naturais, como a agricultura, silvicultura e pesca. Todas estas indústrias primárias estão intrinsecamente ligadas às condições climáticas prevalentes e, portanto, vulneráveis à mudanças climáticas. No entanto, encontrar o indicador proxy apropriado para a dependência por recursos naturais que seja suficientemente sensível para captar diferenças entre áreas rurais, é um desafio. Para o índice de vulnerabilidade social, o indicador proxy usado é o valor médio de rendimentos não agrícolas provenientes de cada família dentro do distrito. Fontes de rendimentos não agrícolas na bacia do Limpopo incluem construção, trabalho doméstico e pequenas empresas. A hipótese é de que quanto maior for o nível de rendimento médio de fontes não agrícolas, menor será o nível de vulnerabilidade às mudanças climáticas. Isto devido a não confiança dessas fontes de rendimentos para a disponibilidade de recursos e, simultaneamente, uma medida do quão diverso é o meio de subsistência. Por outro lado, impactos sobre a agricultura, silvicultura e pesca já foram previstos sob mudanças climáticas em Moçambique (INGC).

3.3.5 Dependência de apoio social

Tal como foi explicado acima, uma vasta maioria da bacia do Limpopo é rural e dependente de recursos naturais. Uma vez que tanto a variabilidade climática como os extremos climáticos não são novos, os meios de subsistência na região foram anteriormente sujeitos a choques

relacionados com o clima. Em particular, condições de seca e cheias perturbaram a segurança alimentar e houve necessidade de ajuda externa para a sobrevivência. Se um distrito tiver uma alta dependência de ajuda alimentar no passado, é provável que ele seja mais vulnerável às mudanças climáticas do que um distrito que não teve tal dependência. O indicador usado aqui é a receita média de cereais (em Kg) ao longo do último ano, por distrito.

3.4 FONTE DE DADOS E CONFIANÇA

Embora o objectivo do índice de vulnerabilidade social é ser guiado por teoria, como foi sugerido acima, isso tem que necessariamente ocorrer dentro dos limites de disponibilidade de dados comparáveis sólidos e transparentes. Os indicadores mais apropriados foram escolhidos a partir de dados disponíveis fixados para capturar os determinantes teóricos adjacentes da vulnerabilidade. Todos os indicadores usados no índice são provenientes do estudo de base sobre subsistência da Rede do Sistema de Aviso Prévio da Fome (Fewsnet, 2011). A Fewsnet recolhe regularmente dados quantitativos referentes a características socioeconómicas através de pesquisas domiciliares, e usa essa informação para desenvolver zonas de subsistência. Esta base representa a primeira vez que uma recolha de dados extensiva foi realizada na bacia do Limpopo. Questionários foram realizados com uma amostra de famílias numa selecção de aldeias em cada distrito. Para o índice de vulnerabilidade social, dados de nível distrital foram formados através da agregação de valores médios para cada indicador a partir de questionários domiciliares relevantes em cada aldeia.

Tabela 2: Sumário de variáveis e indicadores no índice de vulnerabilidade social

| Determinante da vulnerabilidade | Indicador | O que o indicador representa | Relação funcional hipotética entre indicador e vulnerabilidade |
|------------------------------------|--|---|--|
| Activos financeiros | Valor de gado | Valor monetário médio de gado por distrito | Quanto maior for o valor de gado mantido num distrito, menor será o nível de vulnerabilidade |
| Disponibilidade de capital líquido | Proporção da renda total gasta em alimentos | Proporção média de despesas em alimentos em relação a renda total, por distrito. | Quanto maior for a proporção da renda total gasta em alimentos, maior será a vulnerabilidade. |
| Rácio de Dependência | Rácio de dependência da família | Rácio de crianças abaixo dos 18 anos em relação a adultos em idade activa nas famílias em cada distrito | Quanto maior for o rácio de dependência, maior é o nível de vulnerabilidade. |
| Dependência de recursos naturais | Valor de rendimento de fontes da indústria não primária (agricultura, pesca, silvicultura) | Rendimento médio de fontes da indústria não primária (agricultura, pesca, silvicultura) por distrito | Quanto maior for o valor de rendimento não agrícola, menor será o nível de vulnerabilidade |
| Dependência do apoio social | Volume de cereais em ajuda | Média do volume de cereais em ajuda recebido por ano, por distrito | Quanto maior for o volume de cereais em ajuda recebido por ano, maior será o nível de vulnerabilidade. |

3.5 MÉTODO DE AGREGAÇÃO

Tendo considerado os determinantes teóricos da vulnerabilidade social a nível sub-nacional e seleccionado os indicadores apropriados para capturar a mesma, mais escolhas metodológicas precisam ser feitas no que se refere à padronização dos indicadores, e seus meios de combinação em num único índice agregado.

3.5.1 Padronização dos indicadores

Depois de seleccionar os indicadores com base no seu papel teórico na determinação da vulnerabilidade social, é necessário proceder a uma forma de padronização para assegurar que eles sejam comparáveis. Existem vários meios através dos quais isso pode ocorrer. De forma mais simples, a padronização encaixa variáveis a posições relativas entre 0 e 1. Alguns índices foram aplicáveis a um procedimento de normalização de modo que, ao invés de voltar a fixá-los ao intervalo actual de valores na escala de 0-1, eles são fixados em uma escala normativa do que é considerado alto e o que é considerado baixo. No Índice de Desenvolvimento Humano do PNUD, por exemplo, a componente do PIB é calculada usando as balizas de USD40,000 como alto (1 no índice) e USD100 como baixo (0 no índice) (PNUD, 2002). No entanto, a normalização adiciona um elemento extra de subjectividade e pode disfarçar qualquer interacção entre indicadores. Ao mesmo tempo, pode ser útil na tentativa de quantificar a vulnerabilidade real, uma vez que o propósito deste estudo é avaliar os níveis relativos do método de padronização simples a ser usado. Todos os indicadores estão padronizados de modo que o valor mais vulnerável corresponda a 1 na escala, e o menos vulnerável corresponda a 0 na escala.

3.5.2 Agregação dos indicadores para formar o índice

Tendo padronizado os indicadores, um meio apropriado de criar sub-índices precisa de ser seleccionado. Num índice guiado por dados isto iria requerer que o indicador adequado de vulnerabilidade fosse seleccionado de uma lista. Contudo, na abordagem guiada por teoria, a importância de cada uma das variáveis na afectação da vulnerabilidade social a nível sub-nacional já foi determinada. Embora seja possível pesar os indicadores, neste índice todos os indicadores são teoricamente considerados determinantes iguais da vulnerabilidade. O processo de agregação envolve, deste modo, média simples das pontuações do indicador padronizado. A equação geral resumindo o modelo empregado para o índice de vulnerabilidade social para cada distrito é assim:

$$IVS = \sum (I_i * 0.2)(I_{ii} * 0.2)(I_{iii} * 0.2)(I_{iv} * 0.2)(I_v * 0.2)$$

Onde

I_i = Activos financeiros

I_{ii} = Disponibilidade de capital líquido

I_{iii} = Rácio de dependência

I_{iv} = Dependência de recursos naturais

I_v = dependência de apoio social

0.2 = Peso igual com base na existência de 5 indicadores

3.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta secção resume os resultados do índice de vulnerabilidade social (ver Tabela 3 e anexo B). Embora as pontuações reais sejam apresentadas, vale a pena salientar que estas foram criadas através da padronização dos indicadores, com o leque de dados dos distritos em causa, e não através de uma escala normativa com valores teóricos altos ou baixos. Por conseguinte, aqueles distritos no topo da escala com altas pontuações, próximos de 1, têm a maior vulnerabilidade relativa (e são classificados como tal). Os distritos abaixo na escala, com baixas pontuações, próximo de 0, não tem necessariamente baixa vulnerabilidade social absoluta, de alguma forma são um pouco melhores comparados com outros distritos da bacia do Limpopo. Além da pontuação geral, os indicadores serão analisados de modo a ilustrarem a variação na composição das forças motrizes que estão reflectidas na pontuação do índice geral.

Em termos de vulnerabilidade social, Massingir é o distrito mais vulnerável, seguido de perto por Chicualacuala e Xai-Xai (Figura 15). Os distritos com um relativo baixo nível de vulnerabilidade social são Mabalane, Chibuto e Chigubo. Entretanto, análise das componentes dos indicadores dão mais detalhes mostrando a composição da vulnerabilidade agregada. Massingir como um dos três distritos mais vulneráveis, apresenta três indicadores da componente: Valor de gado, volume de ajuda em cereais recebido no ano passado e o valor da renda não agrícola (ver anexo B). Ele também apresenta-se como o quarto mais vulnerável em termos de gastos feitos em alimentos proporcionalmente a renda total. Analisar a composição da vulnerabilidade dentro de cada distrito tem implicações políticas importantes, uma vez que destaca onde as intervenções deviam ser melhor implementadas para se adaptar às mudanças climáticas.

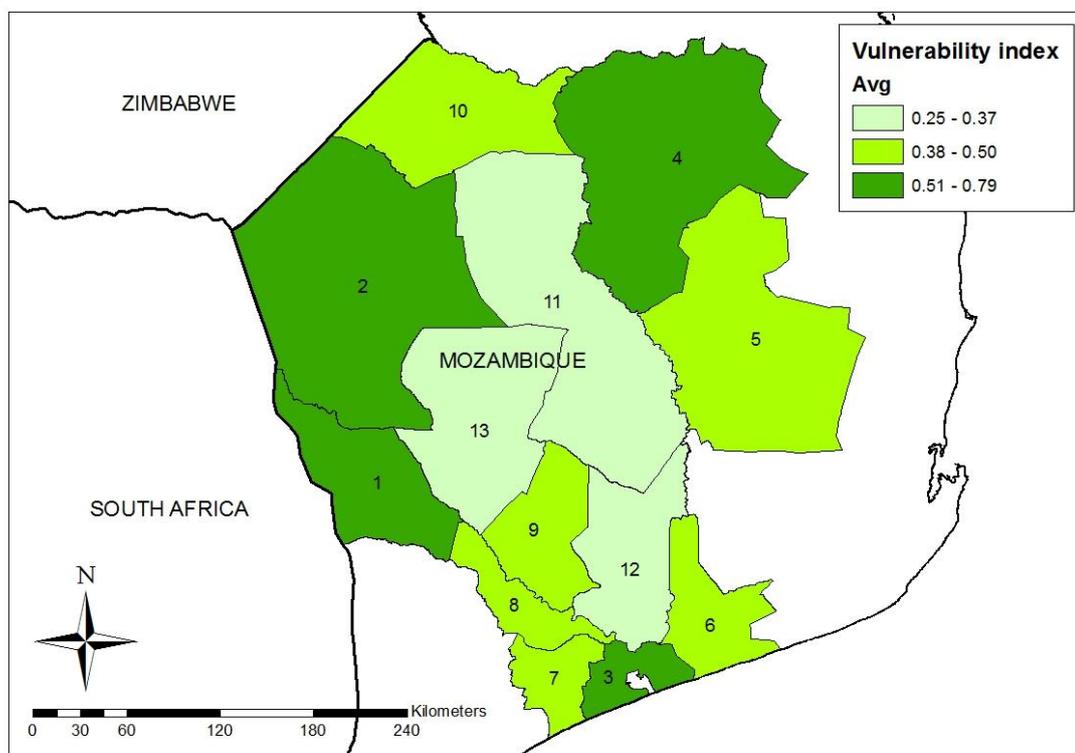


Figura 15: Índice de vulnerabilidade dos distritos moçambicanos na bacia do rio Limpopo.

Tabela 3: Resultados do índice de vulnerabilidade. A ordenação é mostrada Figura 15.

| Índice de Vulnerabilidade | | | |
|---------------------------|-------|--------|-------|
| Distrito | Média | Padrão | Ordem |
| Massingir | 0.79 | 1.00 | 1 |
| Chicualacuala | 0.67 | 0.79 | 2 |
| Xai Xai | 0.57 | 0.60 | 3 |
| Mabote | 0.55 | 0.55 | 4 |
| Funhalouro | 0.50 | 0.46 | 5 |
| Manjakaze | 0.48 | 0.43 | 6 |
| Bilene | 0.46 | 0.39 | 7 |
| Chokwe | 0.45 | 0.37 | 8 |
| Guija | 0.42 | 0.32 | 9 |
| Massagena | 0.40 | 0.27 | 10 |
| Chigubo | 0.37 | 0.22 | 11 |
| Chibuto | 0.32 | 0.14 | 12 |
| Mabalane | 0.25 | 0.00 | 13 |

3.7 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Tal como foi discutido, os índices agregados jogam um papel importante na simplificação de múltiplos processos em uma figura. Contudo, fazê-lo dessa forma há o risco de negligenciar a subjectividade e usar os dados de forma acrítica. A melhor forma de lidar com isso é desenvolver um quadro conceptual claro, identificar os pressupostos e fontes dos dados, e manter a transparência nas escolhas dos indicadores, sub-índices, e agregação das funções (Jollands e Paterson, 2003; Hammond et al, 1995). Portanto, uma avaliação da validade e fiabilidade dos resultados depende muito da análise crítica das escolhas metodológicas na criação do índice, assim como os dados e classificações por si.

3.7.1 Qualidade e disponibilidade de dados

Um índice é apenas tão bom quanto a qualidade das fontes de dados que usa. Neste índice os dados foram tirados do estudo da FEWSNET. A FEWSNET realiza regularmente entrevistas domiciliares deste tipo, e por isso não há razão para ter suspeitas sobre a qualidade dos dados.

3.7.2 Validade da construção

Independentemente da qualidade dos dados, os resultados são dependentes da medida em que os vários indicadores capturam os determinantes da vulnerabilidade identificados. A lógica de escolher certos indicadores para reflectir os determinantes da vulnerabilidade foi descrita, mas isso não é uma ciência exacta – em muitos casos outros indicadores poderiam igualmente ser apropriados para reflectir a força motriz da vulnerabilidade. Do mesmo modo, uma avaliação do índice depende da análise do quão bem os pressupostos reflectem a relação funcional entre os indicadores e a vulnerabilidade.

3.7.3 Validação

O índice de vulnerabilidade social compreende essencialmente indicadores preditivos de vulnerabilidade baseados na teoria existente. Entretanto, é extremamente difícil avaliar a eficiência dos indicadores na representação dos determinantes da vulnerabilidade e, na verdade, o objectivo dos indicadores é capturar processos intangíveis. Um método comum para avaliação da validade das medidas de vulnerabilidade e de risco, envolve olhar para a correlação com dados das catástrofes anteriores (Brooks e Adger; 2003; Pelling e Uitto, 2001; Crowards, 1999; Easter 1999). Enquanto isso pode determinar se os altos níveis de vulnerabilidade contribuíram para o perigo de exposição que se traduz no impacto, oferecem menos conhecimento em situações onde a baixa vulnerabilidade social (alta resiliência) impediu a ocorrência de uma catástrofe. Entretanto, usar ocorrências históricas de catástrofes e aplicar o índice modelo para dados temporariamente específicos pode, pelo menos, actuar como meio de validação para a estrutura do índice na explicação da vulnerabilidade social.

3.7.4 Limitações de capturar a vulnerabilidade num índice

Para além dos pormenores relacionados com o índice de vulnerabilidade social, uma avaliação crítica precisa ter em conta as limitações dos índices em geral na avaliação da vulnerabilidade. A vulnerabilidade é multidimensional na natureza e um potencial estado que é o tempo e uma escala específica. Como resultado, um índice de vulnerabilidade social é apenas instantâneo no tempo e pode disfarçar evoluções em curso de certas dimensões. Similarmente, é impossível representar a inter-relação entre diferentes determinantes ou processos motrizes que interagem de diferentes formas de acordo com as escalas temporais e espaciais da análise (Wilbanks e Kates, 1999; Dow, 1992). O resultado daqui é um índice da actual vulnerabilidade social e pode manter a exposição à mudanças climáticas (ou extreme climático). Essas condições não são susceptíveis de permanecerem constantes no futuro, quando as mudanças climáticas estiverem previstas a acontecer. Contudo, embora alguns índices tenham abarcado o uso de cenários socioeconómicos (e.g. Moss et al, 2001), outros sugerem que a actual vulnerabilidade é o melhor Proxy possível (e.g. Adger and Kelly, 1999), e é apropriado para identificar os meios para aumentar a resiliência, escalas de enfrentamento e a capacidade de adaptação (Adger et al, 2003). Idealmente, este índice devia ser actualizado anualmente com novos dados de modo a capturar mudanças temporais.

Essencialmente, a subjectividade envolvida no tal índice será sempre um problema, mas a única solução é usar conhecimentos teóricos para assegurar que as variáveis apropriadas sejam seleccionadas e, em seguida, ser transparente com os pressupostos e os métodos subsequentes de transformação de indicador para índice. Fazendo isso, o índice é tão durável quanto ele pode ser ao explicar os níveis relativos da vulnerabilidade social às mudanças climáticas entre os distritos da bacia do Limpopo. Contudo, tal como com todos os índices, ele deve ser sujeito a um processo de contínuo teste e refinamento.

4: Priorização combinada das sub-bacias

4.1 MÉTODOS USADOS PARA PRIORIZAÇÃO

Para combinar os resultados do índice de vulnerabilidade social (a nível distrital) com os do fluxo e modelação de culturas (a nível da sub-bacia), as médias de vulnerabilidade social foram desagregadas para o nível da sub-bacia, no GIS. Uma vulnerabilidade social média de cada sub-bacia foi calculada, e as sub-bacias priorizadas. Um valor combinado foi, posteriormente, calculado como produto da prioridade social e aos níveis prioritários de fluxo/cultura. Os resultados dessa priorização combinada são apresentados abaixo nas Figuras 16-22. As sub-bacias 97, 168 e 216 (a oeste da bacia, ver Figura 2) foram excluídas uma vez que se dividem em grande medida entre Zimbábue e Moçambique, e os dados de vulnerabilidade social não são representativos para toda a bacia. Apenas o risco foi priorizado, não as oportunidades (ex: nenhuns aumentos na produtividade das culturas).

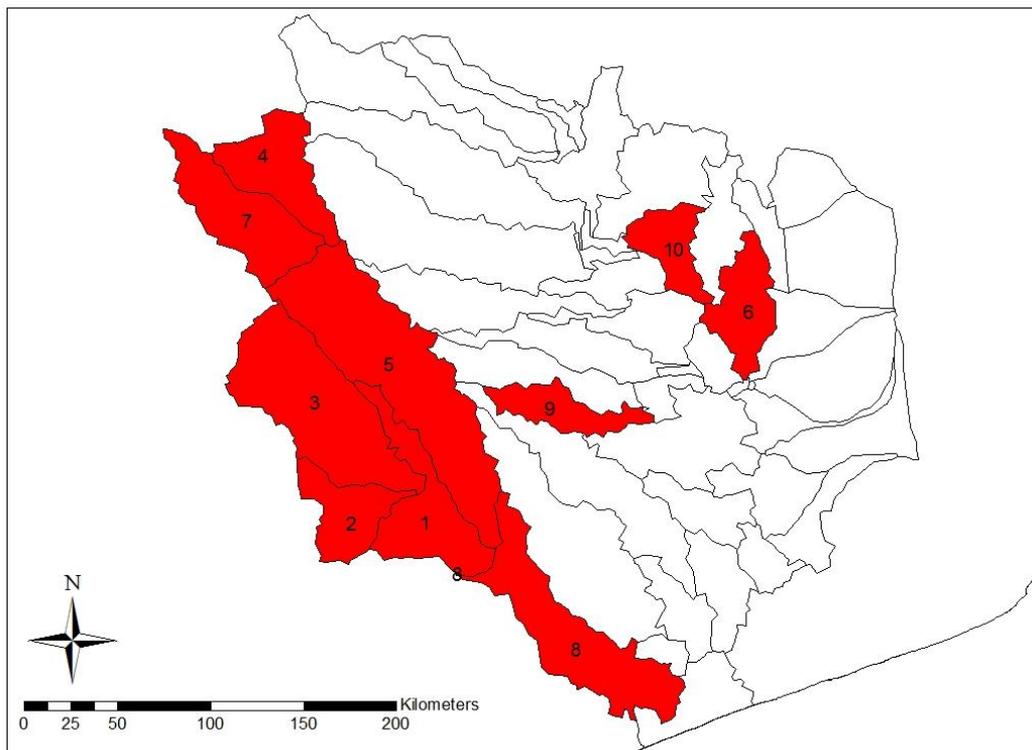


Figura 16: Sub-bacias prioritárias em risco devido à redução do fluxo

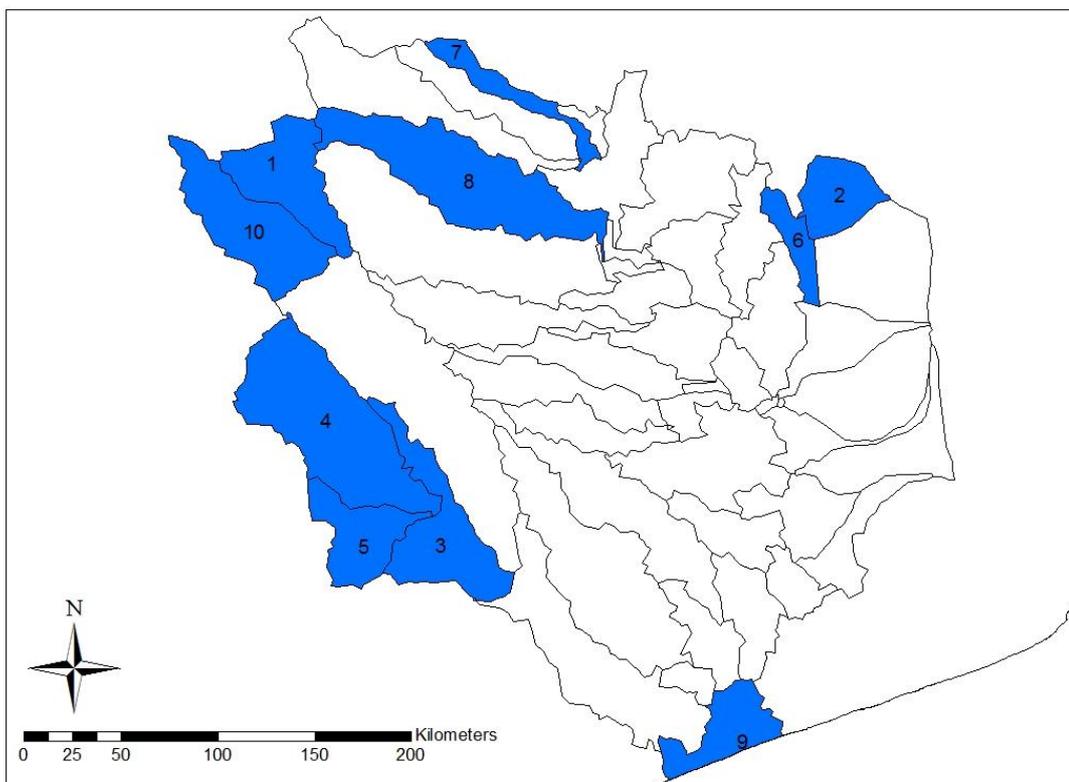


Figura 17: Sub-bacias prioritárias em risco devido a um aumento da magnitude das cheias.

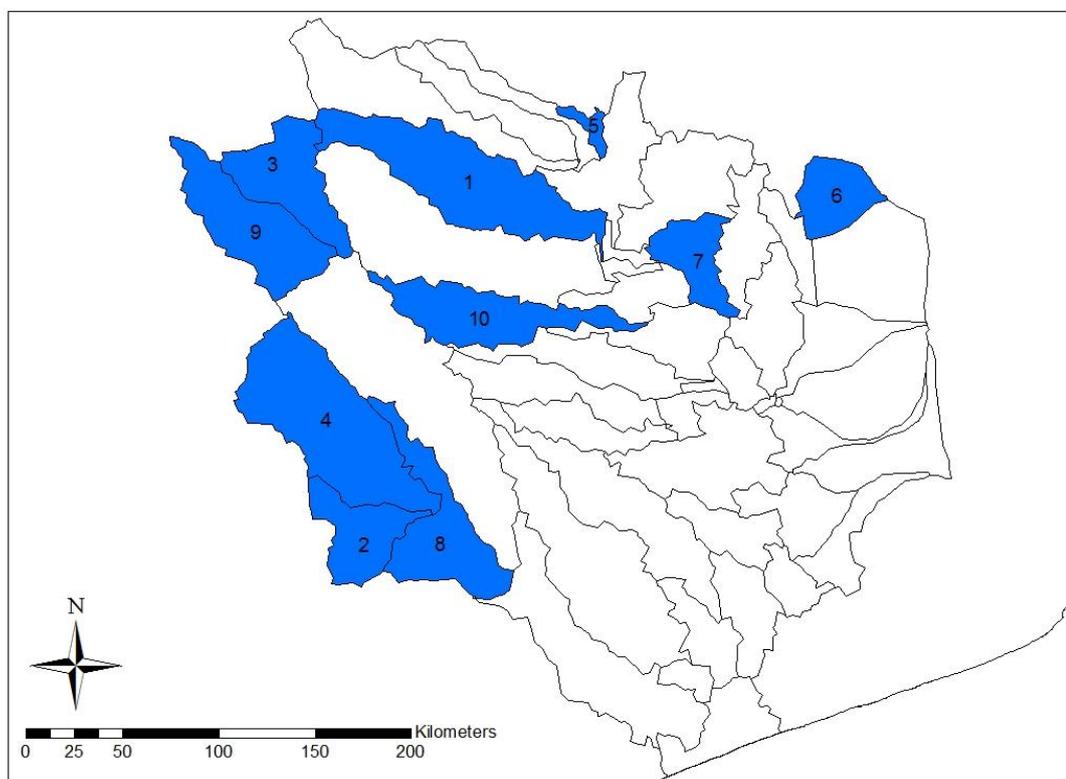


Figura 18: Sub-bacias prioritárias em risco devido a um aumento da frequência das cheias.

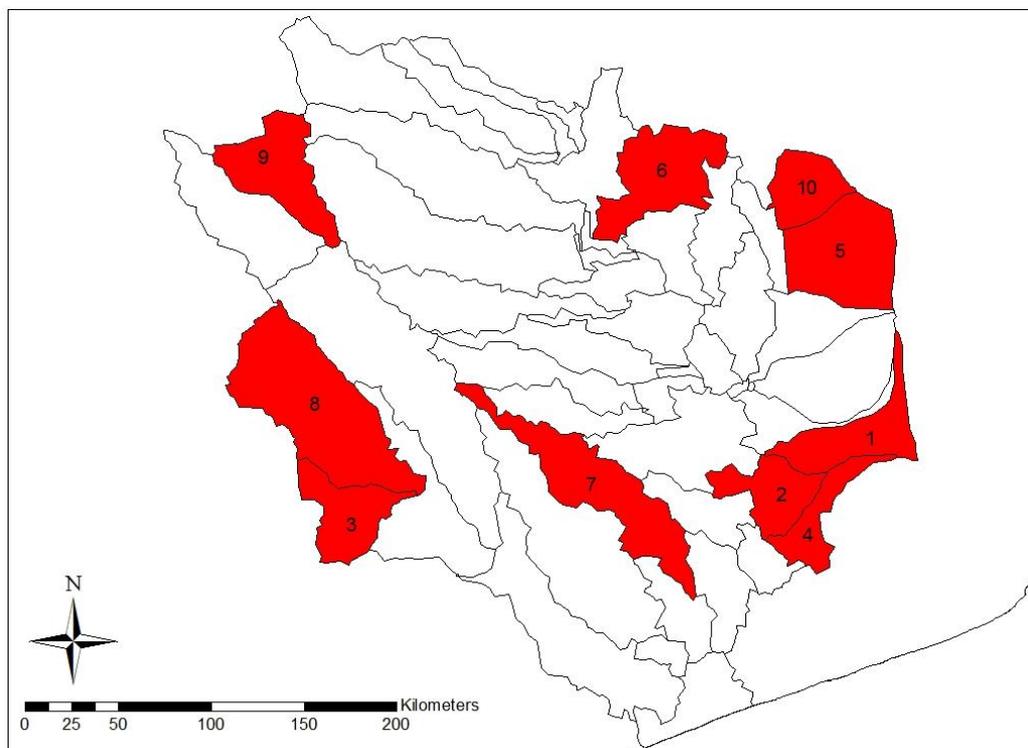


Figura 19: Sub-bacias prioritárias em risco devido a uma redução no desempenho das culturas em Out-Nov-Dez.

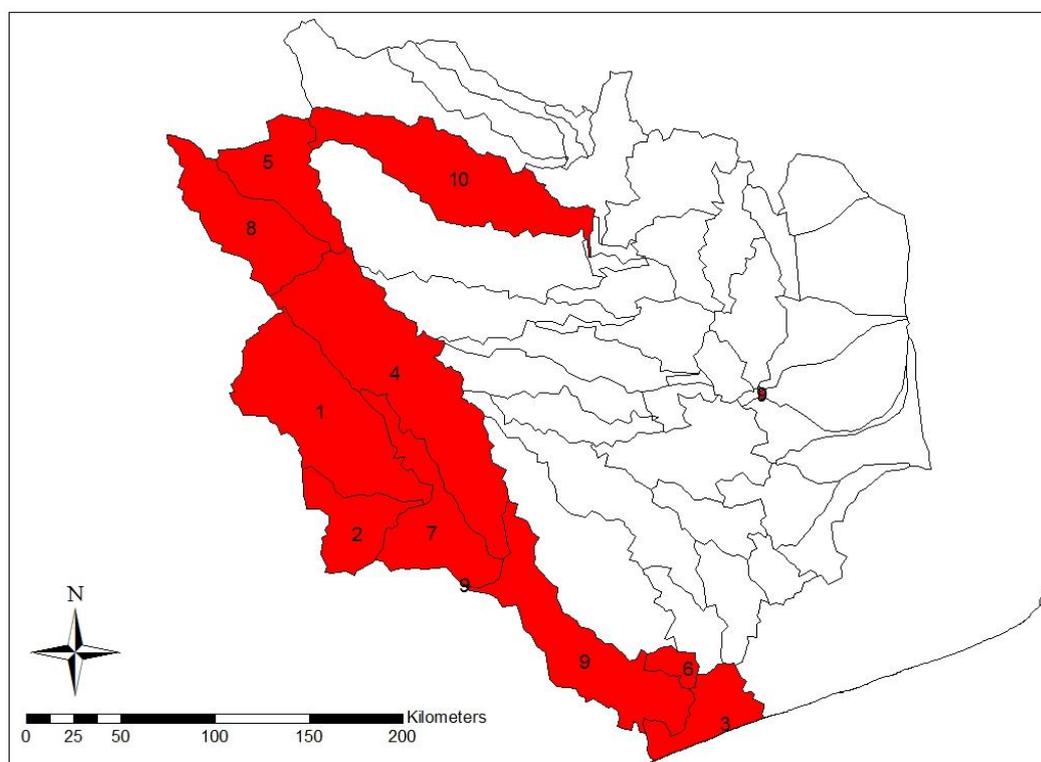


Figura 20: Sub-bacias onde o menor aumento do desempenho de culturas está previsto.

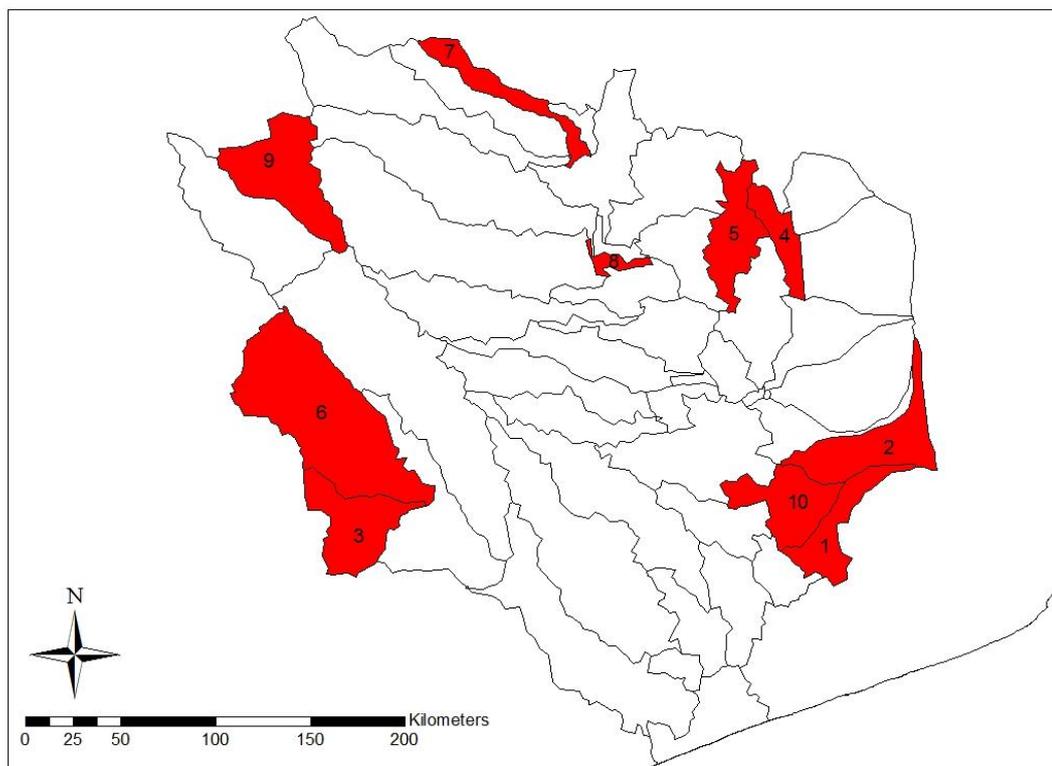


Figura 21: Sub-bacias com o maior aumento na probabilidade de perda de culturas para Out-Nov-Dez.

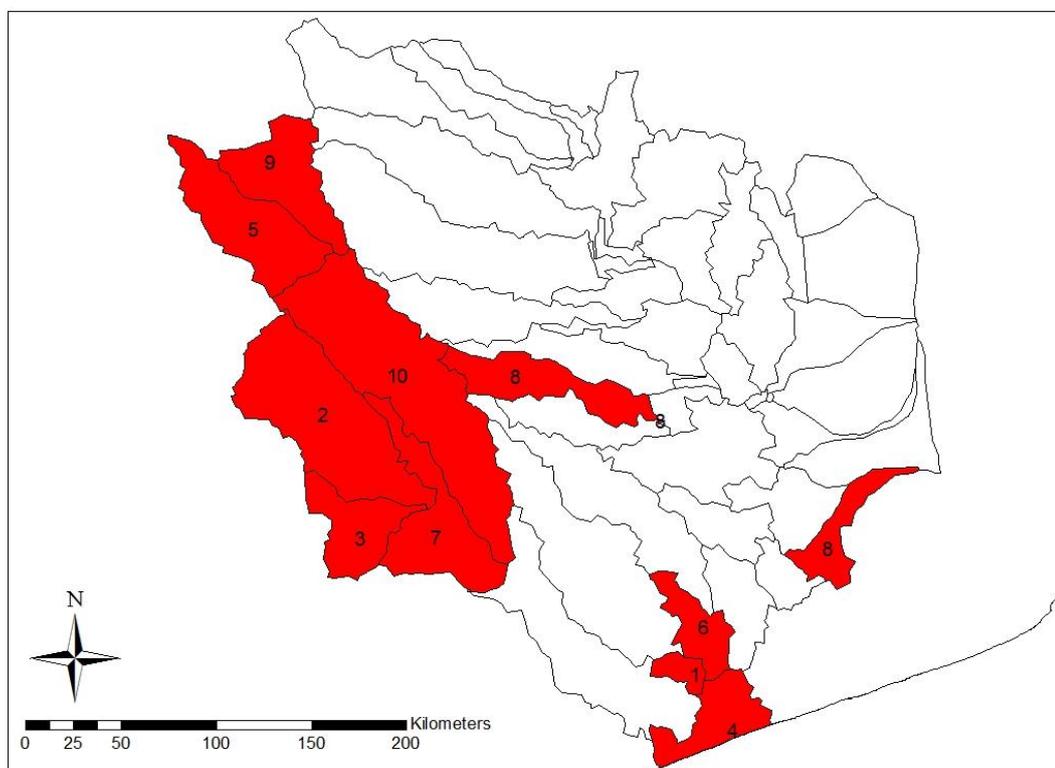


Figura 22: Sub-bacias com a menor redução da probabilidade de perda de culturas para Jan-Fev-Mar.

4.2 PRIORIZAÇÃO DAS SUB-BACIAS PARA RESISTENCIA A MUDANÇAS CLIMATICAS

A priorização das bacias onde as intervenções de adaptação devem ser concentradas para conter os impactos do previsto **aumento no fluxo**, estão predominantemente localizados a sudoeste da bacia (Figura 16). Isto é onde as maiores reduções relativas previstas no fluxo foram encontradas, assim como onde os distritos com os maiores índices de vulnerabilidade (Massingir, Chicualacuala e Xai-Xai) estão localizados. As sub-bacias prioritárias onde as combinações de risco devido a **magnitude das cheias** e a vulnerabilidade social são as mais altas, estão espalhadas em torno do perímetro da bacia (Figura 17). As maiores prioridades estão localizadas a oeste e sudoeste, assim como no nordeste onde os maiores aumentos nas mudanças da magnitude das cheias estão previstos (no distrito de Funhalouro, na provincial de Inhambane, em quinto lugar em termos de vulnerabilidade social). As sub-bacias prioritárias no que concerne ao risco devido à **frequência das cheias**, geralmente espelham os mais vulneráveis devido à magnitude das cheias, a oeste e sudoeste da bacia (Figura 18).

As duas sub-bacias prioritárias, como resultado do risco da combinação do reduzido **desempenho de culturas** na época de plantio de **Out-Nov-Dez** e alta vulnerabilidade social, estão localizadas a sudeste da bacia. Estas são as duas bacias onde as maiores reduções estão previstas pela modelação de culturas, e estão nos distritos de Funhalouro e Manjakaze. Outras bacias prioritárias estão espalhadas pelo perímetro da sub-bacia, assim como no sul central (Figura 19). Aumentos mínimos no **desempenho de culturas** na época de plantio de **Jan-Fev-Mar** (embora ainda um aumento em relação a situação actual) estão localizados no sudoeste da bacia, até à costa (Figura 20), onde a vulnerabilidade social é a maior. As bacias prioritárias no que concerne à **probabilidade de perdas de culturas** no período de plantio de **Out-Nov-Dez** geralmente espelham aqueles com reduções no desempenho de culturas nas épocas de plantio (Figura 21). Do mesmo modo, as bacias prioritárias onde a menor probabilidade de perda de cultura está prevista (ex: mais vulneráveis na época de plantio de Jan-Fev-Mar) e a vulnerabilidade social é alta, são, geralmente similares àquelas sub-bacias prioritárias pelo desempenho de culturas, na mesma época de plantio (sudoeste, Figura 22).

As sub-bacias onde as oportunidades existem para capitalizar a melhorada produtividade de culturas e a menor probabilidade de perda de culturas, estão descritas na secção 2.2.2.

5: Caminho a seguir

O próximo passo do projecto será a descrição das principais actividades e iniciativas económicas mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, com base nos resultados da priorização combinada de sub-bacias. Isto vai envolver uma missão do país e um processo consultivo para facilitar o acordo entre os intervenientes, sobre as áreas prioritizadas, actividades e iniciativas. Acções específicas a serem tomadas para cada umas das actividades e iniciativas prioritárias, para assegurar que os impactos das mudanças climáticas sobre elas são minimizados, vão ser identificadas e directrizes de integração práticas para integrar considerações sobre mudanças climáticas nas actividades e iniciativas prioritárias, vão ser desenvolvidas. Isto será desenvolvido numa estratégia de implementação de resistência às mudanças climáticas para as áreas prioritárias, com um quadro proposto para o mecanismo de trabalho. O relatório de resultados 3 estará disponível em meados de Fevereiro de 2012.

Bibliografia:

- Adger, W. N. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change* **16** (3): 268-281.
- Adger, WN. 1999. Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam. *World Development* **27** : 249-269.
- Adger, WN; Huq, S; Brown, K; Conway, D and M Hulme. 2003. Adaptation to climate change in the developing world. *Progress in Development Studies* **3** (3) : 179-195.
- Adger, WN and PM Kelly. 1999. Social vulnerability and the architecture of entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **4** : 253-266.
- Bell, J. 2011. *The changing climate of livelihoods in Lesotho. The vulnerability of rural livelihoods in Phelantaba village, northern Lesotho, to climate variability and change*. Unpublished MA dissertation, University of Johannesburg.
- Briguglio, L. 1995. Small Island Developing States and Their Economic Vulnerabilities. *World Development* **23** (9) : 1615-1632.
- Brooks, Nick and W. Neil Adger. 2003. Country level risk measures of climate-related natural disasters and implications for adaptation to climate change. *Tyndall Centre Working Paper 26*. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research. 26pp.
- Crookes, D. 2003. The contribution of livelihood activities in the Limpopo province: case study evidence from Makua and Manganeng. *Development Southern Africa*, **20**, 143-159.
- Crowards, T. 1999. *An Economic Vulnerability Index for developing countries, with special reference to the Caribbean: alternative methodologies and provisional results (draft)*. Barbados: Caribbean Development Bank.
- Dow, K. 1992. Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental change. *Geoforum* **23** : 417-436.
- Easter, Christopher. 1999. Small states development: a Commonwealth Vulnerability Index. *The Round Table* **351** : 403-422.
- Eriksen, S. and P.M. Kelly, 2007. Developing Credible Vulnerability Indicators for Climate Adaptation Policy Assessment. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **12**(4): 495-524.
- Fewsnet, 2011. Livelihoods baseline profiles. Limpopo Basin Mozambique. A special report by the Famine Early Warning System Network. Maputo.
- Fuessel, H.M. 2009: *Review and quantitative analysis of indices of climate change exposure, adaptive capacity, sensitivity, and impacts*. Background Note for the World Development Report 2010: Development and Climate Change, Washington DC.
- Hahn, M., B., Riederer, A. M. and Foster, S. O., 2009: The Livelihood Vulnerability Index: A pragmatic approach to assessing risks from climate variability and change—A case study in Mozambique, *Global Environmental Change*, **19**, 74–88
- Hammond, A; Adrianse, A; Rodenburg, E; Bryant, D. and R. Woodward. 1995. *Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development*. Washington DC: World Resources Institute.
- Hanlon, J, Barrientos, A, and Hulme, D. 2010. *Just give money to the poor: The development revolution from the global south*. Kumarian Press.

- Hinkel, J. 2011. Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change* **21** (1): 198-208.
- INGC. 2009. Synthesis report. INGC Climate Change Report: Study on the impact of climate change on disaster risk in Mozambique. [van Logchem B and Brito R (ed.)]. INGC, Mozambique.
- Jollands, Nigel and Murray Paterson. 2003. *The holy grail of sustainable development indicators: an approach to aggregating indicators with applications*. Paper presented to the USSEE conference, 22 May 2003.
- Kalinda, T., Filson, G., & Shute, J. 2000. Resources, household decision-making and organisation of labour in food production among small-scale farmers in southern Zambia. *Development Southern Africa*, **17**, 165-174.
- Kaly, U and C Pratt. 2000. Environmental Vulnerability Index: Development and provisional indices and profiles for Fiji, Samoa, Tuvalu and Vanuatu. Phase II report for NZODA. *SOPAC Technical Report 306*. 89pp.
- Kaly, U; Briguglio, L; McLeod, H; Schmall, S; Pratt, C; and R Pal. 1999a. Environmental Vulnerability Index (EVI) to summarise national environmental vulnerability profiles. *SOPAC Technical Report 275*. 66pp.
- Kaly, U; Briguglio, L; McLeod, H; Schmall, S; Pratt, C; and R Pal. 1999b. Report on the Environmental Vulnerability Index (EVI) Think Tank, 7-10 September 1999, Pacific Harbour, Fiji. *SOPAC Technical Report 299*. 78pp.
- Klein, R. J. T. 2009. Identifying Countries that are Particularly Vulnerable to the Adverse Effects of Climate Change: An Academic or a Political Challenge? *CCLR The Carbon & Climate Law Review* **3**: 284-291.
- Lee, R and J Wills (eds). 1997. *Geographies of Economies*. London: Arnold.
- Leichenko, R and K O'Brien. 2002. The dynamics of rural vulnerability to global change: the case of Southern Africa. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **7** : 1-18.
- Moss, RH; Brenkert, AL and EL Malone. 2001. *Vulnerability to climate change: a quantitative approach*. Report prepared by the Pacific Northwest National Laboratory, operated by the Battelle Memorial Institute, for the US Department of Energy. 70pp.
- Niemeijer, David. 2002. Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by data. *Environmental Science and Policy* **5** (2) : 91-103.
- O'Brien, P and D Mileti. 1992. Citizen participation in emergency response following the Loma Prieta earthquake. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* **10** : 71-89.
- Pelling, M and J Uitto. 2001. Small island developing states: natural disaster vulnerability and global change. *Environmental Hazards* **3** : 49-62
- Reardon, T., Matlon, P., & Delgado, C. 1988. Coping with household level food insecurity in drought-affected areas in Burkina Faso. *World Development*, **16**, 1065-1074.
- Swinton, S.M. 1988. Drought survival tactics of subsistence farmers in Niger. *Human Ecology*, **16**, 123-144.
- UNDP. 2002. *Human Development Report 2002*. New York: United Nations Development Programme. Available online at <http://hdr.undp.org/reports/global/2002/en> [accessed 20 May 2003]
- UNEP. 2001. Vulnerability Indices: Climate Change Impacts and Adaptation. *UNEP Policy Series 3*. Nairobi: UNEP. 91pp.

- Vincent, K. 2004. Creating an index of social vulnerability to climate change for Africa. *Tyndall Centre Working Paper 56*, Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research. 50p.
- Vincent, K. 2007. Uncertainty in adaptive capacity and the importance of scale. *Global Environmental Change* **17**: 12-24.
- Wilbanks, T and RW Kates. 1999. Global change in local places: how scale matters. *Climatic Change* **43** : 601-628.

Anexo A: Resultados prioritários de Fluxo e culturas

(Apresentados geograficamente nas Figuras 3-14)

Tabela A1: % média de redução no Fluxo.

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | % Média de mudança no Fluxo | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 97 | -14 | 20 | 30 | 50 |
| 2 | 243 | -5 | 30 | 30 | 40 |
| 3 | 209 | -5 | 20 | 50 | 30 |
| 4 | 168 | -4 | 10 | 50 | 40 |
| 5 | 274 | -4 | 20 | 40 | 40 |
| 6 | 197 | -4 | 20 | 50 | 30 |
| 7 | 175 | -3 | 30 | 30 | 40 |
| 8 | 173 | -3 | 20 | 50 | 30 |
| 9 | 219 | -2 | 20 | 50 | 30 |
| 10 | 238 | -2 | 30 | 40 | 30 |

Tabela A2: % Média de aumento no Fluxo.

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | % Média de mudança no Fluxo | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 120 | 17 | 50 | 30 | 20 |
| 2 | 134 | 14 | 50 | 30 | 20 |
| 3 | 133 | 11 | 60 | 20 | 20 |
| 4 | 136 | 10 | 40 | 40 | 20 |
| 5 | 202 | 10 | 40 | 40 | 20 |
| 6 | 165 | 9 | 40 | 40 | 20 |
| 7 | 174 | 9 | 30 | 50 | 20 |
| 8 | 187 | 9 | 30 | 50 | 20 |
| 9 | 195 | 9 | 30 | 50 | 20 |
| 10 | 216 | 8 | 30 | 50 | 20 |

Tabela A3: % de aumento na magnitude das cheias.

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | % Média de mudança na magnitude de cheias | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 152 | 58 | 50 | 40 | 10 |
| 2 | 243 | 28 | 50 | 20 | 30 |
| 3 | 142 | 20 | 50 | 40 | 10 |
| 4 | 219 | 17 | 50 | 20 | 30 |
| 5 | 121 | 17 | 50 | 20 | 30 |
| 6 | 134 | 12 | 50 | 30 | 20 |
| 7 | 281 | 10 | 40 | 30 | 30 |
| 8 | 234 | 8 | 30 | 60 | 10 |
| 9 | 154 | 7 | 30 | 60 | 10 |
| 10 | 182 | 6 | 40 | 20 | 40 |

Tabela A4: % Média de redução na magnitude das cheias.

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | % Média de mudança na magnitude de cheias | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 167 | -21 | 20 | 30 | 50 |
| 2 | 147 | -14 | 10 | 40 | 50 |
| 3 | 171 | -13 | 20 | 30 | 50 |
| 4 | 174 | -13 | 20 | 20 | 60 |
| 5 | 279 | -12 | 30 | 20 | 50 |
| 6 | 203 | -11 | 30 | 20 | 50 |
| 7 | 245 | -11 | 30 | 20 | 50 |
| 8 | 253 | -11 | 30 | 20 | 50 |
| 9 | 241 | -10 | 30 | 30 | 40 |
| 10 | 202 | -8 | 20 | 40 | 40 |

Tabela A5: % Média de aumento na frequência das cheias.

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | % Média de mudança na frequência de cheias | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|--|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 121 | 9 | 60 | 10 | 30 |
| 2 | 157 | 7 | 50 | 40 | 10 |
| 3 | 173 | 7 | 50 | 30 | 20 |
| 4 | 172 | 4 | 40 | 50 | 10 |
| 5 | 152 | 4 | 40 | 50 | 10 |
| 6 | 165 | 4 | 40 | 50 | 10 |
| 7 | 234 | 4 | 30 | 60 | 10 |
| 8 | 166 | 4 | 30 | 60 | 10 |
| 9 | 281 | 4 | 20 | 60 | 20 |
| 10 | 142 | 2 | 40 | 50 | 10 |

Tabela A6: % Média de redução na frequência das cheias.

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | % Média de mudança na frequência de cheias | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|--|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 187 | -5 | 10 | 50 | 40 |
| 2 | 171 | -5 | 20 | 40 | 40 |
| 3 | 202 | -5 | 20 | 40 | 40 |
| 4 | 201 | -5 | 10 | 60 | 30 |
| 5 | 209 | -5 | 30 | 50 | 20 |
| 6 | 195 | -5 | 10 | 70 | 20 |
| 7 | 174 | -3 | 10 | 60 | 30 |
| 8 | 147 | -3 | 10 | 60 | 30 |
| 9 | 167 | -3 | 20 | 50 | 30 |
| 10 | 227 | -3 | 30 | 40 | 30 |

Tabela A7: % Média de mudança no desempenho de culturas para Out-Nov-Dez.

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | % de mudança no desempenho de culturas Out-Nov-Dez | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|--|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 222 | -8 | 10 | 30 | 60 |
| 2 | 216 | -7.5 | 10 | 20 | 70 |
| 3 | 227 | -7 | 10 | 30 | 60 |
| 4 | 240 | -7 | 10 | 30 | 60 |
| 5 | 159 | -6 | 10 | 40 | 50 |
| 6 | 241 | -5.5 | 10 | 40 | 50 |
| 7 | 162 | -5.5 | 10 | 40 | 50 |
| 8 | 203 | -5.5 | 10 | 40 | 50 |
| 9 | 167 | -5.5 | 10 | 40 | 50 |
| 10 | 165 | -5 | 10 | 50 | 40 |

Tabela A8: % Média de mudança no desempenho de culturas para Jan-Fev- Mar (apresentando maiores aumentos).

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | % de mudança no desempenho de culturas Jan-Fev-Mar | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|--|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 154 | 17.5 | 50 | 40 | 10 |
| 2 | 199 | 15.5 | 50 | 40 | 10 |
| 3 | 174 | 15.5 | 50 | 40 | 10 |
| 4 | 202 | 15.5 | 50 | 40 | 10 |
| 5 | 201 | 15 | 50 | 40 | 10 |
| 6 | 167 | 15 | 50 | 30 | 20 |
| 7 | 134 | 14 | 60 | 30 | 10 |
| 8 | 216 | 14 | 50 | 30 | 20 |
| 9 | 152 | 14 | 50 | 30 | 20 |
| 10 | 121 | 13.5 | 60 | 20 | 20 |

Tabela A9: % Média de mudança no desempenho de culturas para Jan-Fev- Mar (apresentando menores aumentos).

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | % de mudança no desempenho de culturas Jan-Fev-Mar | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|--|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 281 | 1.5 | 30 | 50 | 20 |
| 2 | 279 | 1.5 | 30 | 50 | 20 |
| 3 | 219 | 2.5 | 40 | 20 | 40 |
| 4 | 182 | 5 | 40 | 40 | 20 |
| 5 | 163 | 5.5 | 50 | 30 | 20 |
| 6 | 274 | 7.5 | 60 | 20 | 20 |
| 7 | 97 | 7.5 | 60 | 20 | 20 |
| 8 | 158 | 8 | 60 | 20 | 20 |
| 9 | 245 | 8 | 60 | 20 | 20 |
| 10 | 241 | 8 | 60 | 30 | 10 |

Tabela A10: % Média de mudança na probabilidade de perda de culturas para Out-Nov-Dez.

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | Mudança média na probabilidade de perda de culturas Out-Nov-Dez | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 240 | 60 | 60 | 20 | 20 |
| 2 | 216 | 55 | 70 | 20 | 10 |
| 3 | 165 | 55 | 70 | 10 | 20 |
| 4 | 222 | 50 | 70 | 10 | 20 |
| 5 | 166 | 50 | 60 | 20 | 20 |
| 6 | 154 | 50 | 60 | 20 | 20 |
| 7 | 227 | 45 | 80 | 10 | 10 |
| 8 | 134 | 45 | 80 | 10 | 10 |
| 9 | 279 | 45 | 70 | 20 | 10 |
| 10 | 159 | 45 | 70 | 20 | 10 |

Tabela A11: % Média de mudança na probabilidade de perda de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando menores probabilidades).

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | Mudança média na probabilidade de perda de culturas Jan-Fev-Mar | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 154 | -115 | 20 | 30 | 50 |
| 2 | 136 | -110 | 20 | 10 | 70 |
| 3 | 216 | -105 | 20 | 20 | 60 |
| 4 | 121 | -95 | 20 | 20 | 60 |
| 5 | 162 | -95 | 20 | 20 | 60 |
| 6 | 133 | -90 | 20 | 10 | 70 |
| 7 | 165 | -90 | 20 | 20 | 60 |
| 8 | 199 | -90 | 20 | 30 | 50 |
| 9 | 120 | -85 | 20 | 10 | 70 |
| 10 | 157 | -85 | 20 | 20 | 60 |

Tabela A12: % Média de mudança na probabilidade de perda de culturas para Jan-Fev-Mar (apresentando os maiores probabilidades).

| Prioridade | Identificação da sub-bacia | Mudança média na probabilidade de perda de culturas Jan-Fev-Mar | Probabilidade de Aumento | Probabilidade de não haver mudança | Probabilidade de redução |
|------------|----------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 219 | -7.5 | 20 | 40 | 40 |
| 2 | 279 | -15 | 20 | 30 | 50 |
| 3 | 281 | -15 | 40 | 10 | 50 |
| 4 | 97 | -22.5 | 20 | 60 | 20 |
| 5 | 168 | -22.5 | 20 | 60 | 20 |
| 6 | 253 | -30 | 20 | 10 | 70 |
| 7 | 241 | -35 | 20 | 20 | 60 |
| 8 | 158 | -40 | 20 | 10 | 70 |
| 9 | 197 | -45 | 20 | 20 | 60 |
| 10 | 240 | -45 | 20 | 20 | 60 |

Anexo B: Vulnerabilidade Social

Os resultados abaixo foram usados para calcular o índice de vulnerabilidade apresentado na tabela 2 e Figura 15.

| Gado | | | |
|------------|----------|----------|----------|
| Distrito | Distrito | Distrito | Distrito |
| Mabote | 5.17 | 1.00 | 1 |
| Xai Xai | 6.05 | 0.95 | 2 |
| Massingir | 6.73 | 0.92 | 3 |
| Chicucuala | 10.47 | 0.73 | 4 |
| Guija | 14.76 | 0.51 | 5 |
| Funhalouro | 14.79 | 0.51 | 6 |
| Chigubo | 15.67 | 0.47 | 7 |
| Bilene | 16.96 | 0.40 | 8 |
| Chibuto | 17.00 | 0.40 | 9 |
| Mabalane | 17.30 | 0.38 | 10 |
| Manjakaze | 21.39 | 0.17 | 11 |
| Chokwe | 22.77 | 0.10 | 12 |
| Massagena | 24.79 | 0.00 | 13 |

| Despesas | | | |
|------------|----------|----------|----------|
| Distrito | Distrito | Distrito | Distrito |
| Chokwe | 0.48 | 1.00 | 1 |
| Chigubo | 0.39 | 0.74 | 2 |
| Bilene | 0.38 | 0.73 | 3 |
| Massingir | 0.35 | 0.66 | 4 |
| Mabote | 0.30 | 0.50 | 5 |
| Chicucuala | 0.28 | 0.46 | 6 |
| Massagena | 0.24 | 0.34 | 7 |
| Manjakaze | 0.22 | 0.28 | 8 |
| Xai Xai | 0.22 | 0.28 | 9 |
| Guija | 0.22 | 0.28 | 10 |
| Funhalouro | 0.15 | 0.09 | 11 |
| Chibuto | 0.13 | 0.03 | 12 |
| Mabalane | 0.12 | 0.00 | 13 |

| Cereais | | | |
|-------------|----------|----------|----------|
| Distrito | Distrito | Distrito | Distrito |
| Bilene | 54.06 | 1.00 | 1 |
| Massingir | 52.08 | 0.96 | 2 |
| Chokwe | 37.50 | 0.69 | 3 |
| Funhalouro | 31.67 | 0.59 | 4 |
| Xai Xai | 31.25 | 0.58 | 5 |
| Manjakaze | 29.13 | 0.54 | 6 |
| Chicuacuala | 23.00 | 0.43 | 7 |
| Chibuto | 20.00 | 0.37 | 8 |
| Chigubo | 6.25 | 0.12 | 9 |
| Mabote | - | 0.00 | 10 |
| Guija | - | 0.00 | 11 |
| Mabalane | - | 0.00 | 12 |
| Massagena | - | 0.00 | 13 |

| Rendimentos Não Agrícolas | | | |
|---------------------------|-----------|----------|----------|
| Distrito | Distrito | Distrito | Distrito |
| Massagena | 5 851.34 | 1.00 | 1 |
| Massingir | 6 053.15 | 0.98 | 2 |
| Manjakaze | 6 399.94 | 0.95 | 3 |
| Xai Xai | 6 782.28 | 0.91 | 4 |
| Guija | 7 358.50 | 0.86 | 5 |
| Chicuacuala | 7 901.03 | 0.81 | 6 |
| Mabote | 8 697.27 | 0.74 | 7 |
| Funhalouro | 13 509.57 | 0.29 | 8 |
| Chigubo | 14 347.91 | 0.21 | 9 |
| Bilene | 14 874.74 | 0.16 | 10 |
| Mabalane | 15 048.31 | 0.14 | 11 |
| Chokwe | 15 563.19 | 0.10 | 12 |
| Chibuto | 16 603.40 | 0.00 | 13 |

| Rendimentos Não Agrícolas | | | |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| Distrito | Distrito | Distrito | Distrito |
| Funhalouro | 2.05 | 1.00 | 1 |
| Chicualacuala | 2.01 | 0.95 | 2 |
| Chibuto | 1.89 | 0.82 | 3 |
| Mabalane | 1.79 | 0.72 | 4 |
| Massagena | 1.72 | 0.64 | 5 |
| Mabote | 1.59 | 0.50 | 6 |
| Manjakaze | 1.56 | 0.48 | 7 |
| Guija | 1.54 | 0.45 | 8 |
| Massingir | 1.51 | 0.42 | 9 |
| Chokwe | 1.44 | 0.34 | 10 |
| Chigubo | 1.41 | 0.31 | 11 |
| Xai Xai | 1.24 | 0.13 | 12 |
| Bilene | 1.12 | 0.00 | 13 |