AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

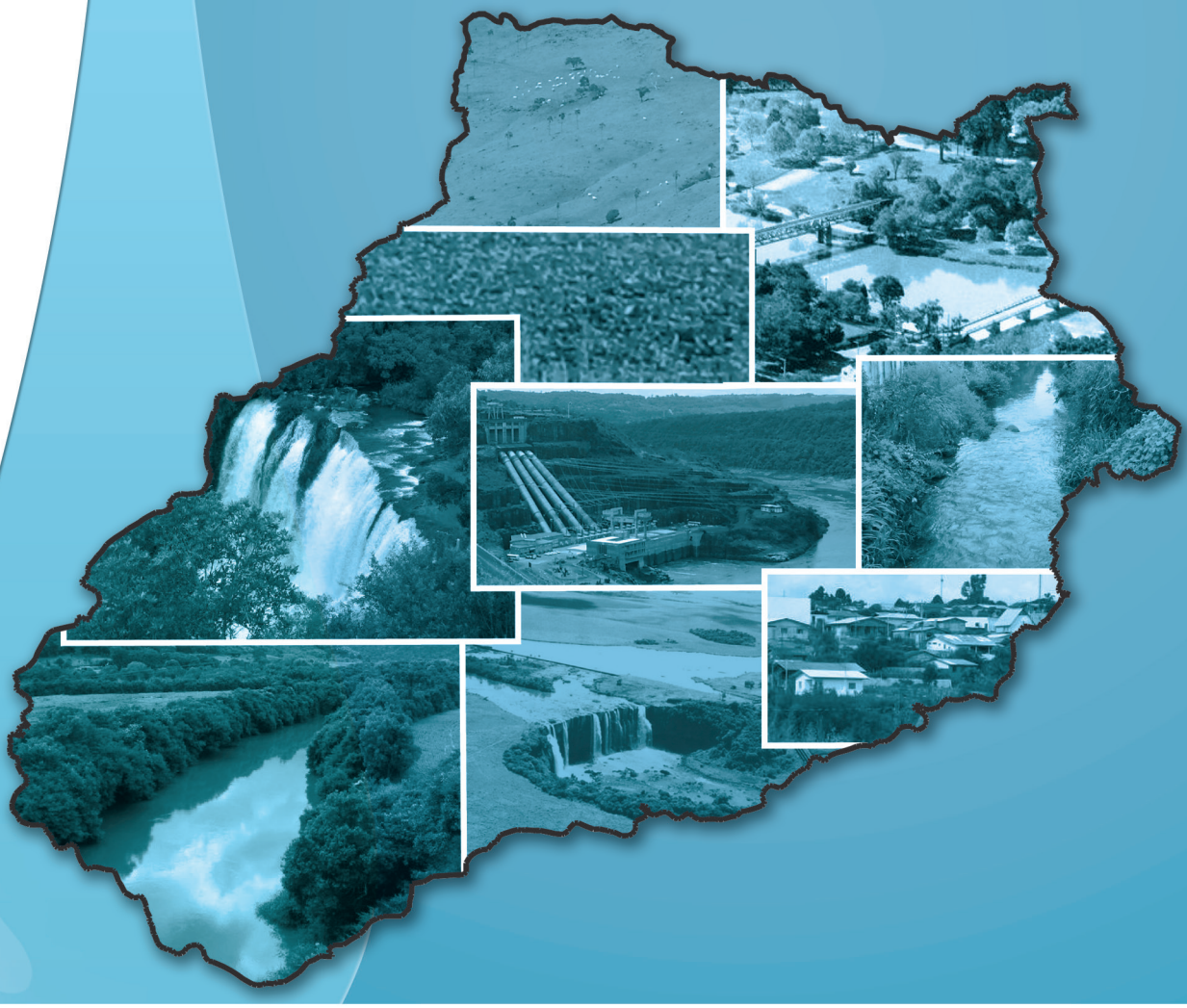
FINALIZAÇÃO DO PLANO DA

BACIA DO RIO JORDÃO

CONTRATO Nº 10/2012

P03: Cenários Alternativos

Revisão 3
Outubro/2017



COBRAPE • CIA. BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS

cobrape

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS **6**
GLOSSÁRIO **8**
APRESENTAÇÃO **10**
1. INTRODUÇÃO **11**
2. A METODOLOGIA DE CENARIZAÇÃO **12**
2.1. Conceituação **12**
2.2. A Organização dos Dados **14**
2.3. Modelo de Análise do Impacto dos Cenários **20**
2.3.1. Análise de Riscos 20
2.3.2. Qualidade da Água Superficial 22
2.3.3. Demandas Hídricas Superficiais 31
2.3.4. Disponibilidades Hídricas Superficiais 32
3. A ESTRUTURAÇÃO DOS CENÁRIOS **35**
3.1. Elementos Articulados nos Cenários **35**
3.1.1. População 35
3.1.2. Agricultura e Agricultura Irrigada 37
3.1.3. Áreas de Restrição Ambiental à Ocupação 39
3.2. O Cenário de Partida **45**
3.2.1. Balanço entre Disponibilidade e Demanda 45
3.2.2. Análise da Capacidade de Diluição dos Corpos Hídricos 51
4. Cenários Prospectivos **55**
4.1. Variáveis Articuladas nos Cenários **55**
4.2. Estimativa das Demandas nos Cenários **57**
4.2.1. Demanda para o Abastecimento Público Rural 57
4.2.2. Demanda Industrial 57
4.2.3. Demandas para Comércio, Serviços, Mineração e Aquicultura 59
4.2.4. Demanda para o Abastecimento Público Urbano 59
4.2.5. Demanda de Irrigação 59
4.2.6. Consumo de Dessedentação Animal – BEDA 59
4.2.7. Demanda de Prevenção Ambiental e Manutenção dos Ecossistemas Aquáticos 60
4.3. Balanço entre Demandas e Disponibilidades Hídricas **60**
4.4. Aproveitamentos Hidrelétricos **74**
4.5. Estimativa das Cargas nos Cenários **79**
4.5.1. Cargas de Origem Doméstica 79
4.5.2. Cargas de Origem Agrícola 80
4.5.3. Cargas de Origem Pecuária 80
4.5.4. Cargas de Origem Industrial 80
4.5.5. Cargas para Comércio e Serviços 81
4.6. "Balanço Hídrico" Qualitativo **81**
5. CONCLUSÃO **87**
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **93**

ANEXO 01 ..... **94**
ANEXO 02 ..... **97**

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Células de Análise por Seções de Controle 15
Figura 2.2. Dimensão Demográfica e Administrativa 16
Figura 2.3. Dimensões Hidrográficas 17
Figura 2.4. Carga Gerada e Remanescente de Origem Doméstica por Sub-bacia 25
Figura 2.5. Carga Gerada e Remanescente de Origem Agrícola por Sub-bacia 26
Figura 2.6. Carga Gerada e Remanescente de Origem Pecuária por Sub-bacia 27
Figura 2.7. Carga Gerada e Remanescente de Origem Industrial por Sub-bacia 30
Figura 2.8. Carga Gerada e Remanescente de Origem no Comércio e Serviço por Sub-bacia 31
Figura 2.9. Espacialização das Vazões Características por Seção de Controle 34
Figura 3.1. Classes de Uso do Solo e sua participação na Área da Bacia do rio Jordão (dados de 2005) 37
Figura 3.2. Área Colhida entre 1980 e 2010 38
Figura 3.3. Comparação das Áreas Colhidas por Tipo de Cultura e Município 39
Figura 3.4. Áreas Identificadas pelo Vetor "Alta Restrição Ambiental" 41
Figura 3.5. Áreas Identificadas pelo Vetor "Baixa Restrição Ambiental" 43
Figura 3.6. Áreas de Alta Restrição Ambiental por município 44
Figura 3.7. Áreas de Baixa Restrição Ambiental por microrregião 45
Figura 3.9. Níveis de Risco do Balanço entre Disponibilidade e Demanda por Sub-bacia - Cenário de Partida 50
Figura 3.10. Balanço entre Disponibilidade e Demanda por Sub-bacia - Cenário de Partida 51
Figura 3.11. Níveis de Risco - Cenário de Partida – Classe 3 52
Figura 4.1. Cenários Prospectivos 55
Figura 4.6. Níveis de Risco para o Cenário 1 por Sub-bacia 61
Figura 4.7. Níveis de Risco para o Cenário 2 por Sub-bacia 61
Figura 4.8. Níveis de Risco para o Cenário 3 por Sub-bacia 62
Figura 4.9. Níveis de Risco para o Cenário 4 por Sub-bacia 62
Figura 4.11. Cenário 2: Comparação entre Demandas e Disponibilidade (L/s) 66
Figura 4.12. Cenário 3: Comparação entre Demandas e Disponibilidade (L/s) 68
Figura 4.13. Cenário 4: Comparação entre Demandas e Disponibilidade (L/s) 70
Figura 4.14. Cenário 1: Demandas e Nível de Risco em cada Sub-bacia 72
Figura 4.15. Cenário 2: Demandas e Nível de Risco em cada Sub-bacia 73
Figura 4.16. Cenário 3: Demandas e Nível de Risco em cada Sub-bacia 73
Figura 4.17. Cenário 4: Demandas e Nível de Risco em cada Sub-bacia 74
Figura 4.18. Localização dos Aproveitamentos Hidrelétricos – Bacia do Jordão 77
Figura 4.19. Perfil Topográfico do rio Jordão 78
Figura 4.20. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo - Cenário 1 – Classe 3 .. 82

ANEXO 01

Figura 1. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo - Cenário de Partida – Classe 1 95
Figura 2. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo - Cenário de Partida – Classe 2 96

ANEXO 02

Figura 1. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo – Cenário 1 – Classe 1..... 98
Figura 2. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo – Cenário 1– Classe 2 99
Figura 3. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo – Cenário 2– Classe 1 100
Figura 4. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo – Cenário 2– Classe 2 101
Figura 5. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo – Cenário 3– Classe 1 102
Figura 6. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo – Cenário 3– Classe 2 103
Figura 8. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo – Cenário 4– Classe 2 105

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1. Estatísticas Demográficas das Células de Análise Organizadas por Município e Distrito 18

Quadro 2.2. Estatísticas Demográficas e de Uso do Solo (em hectares) das Células de Análise Organizadas por Sub-bacia e Seção de Controle 19

Quadro 2.3. Níveis de Risco e Sua Caracterização - Quantitativo 20

Quadro 2.4. Níveis de Risco e Sua Caracterização - Qualitativo 21

Quadro 2.5. Limites das Cargas Poluidoras em Ambiente Lótico 22

Quadro 2.6. Informações do Esgotamento Sanitário 23

Quadro 2.7. Carga Doméstica 24

Quadro 2.8. Volume de Água Consumido e Retornado 24

Quadro 2.9. Critérios para a Estimativa da Carga Agrícola 25

Quadro 2.10. Carga Agrícola 26

Quadro 2.11. Critérios para a Estimativa da Carga Pecuária 27

Quadro 2.12. Carga Pecuária 27

Quadro 2.13. Lista das Indústrias com Outorga para Lançamento de Efluentes 29

Quadro 2.14. Carga Industrial 30

Quadro 2.15. Lista dos Estabelecimentos de Comércio e Serviços 31

Quadro 2.16. Carga Comércio e Serviços 31

Quadro 2.17. Vazões Características 32

Quadro 2.18. Vazões Características por Seção de Controle 33

Quadro 3.1. População e Projeções Populacionais na Bacia do rio Jordão 36

Quadro 3.2. Área Colhida nos Municípios da bacia 1980-2010 38

Quadro 3.3. Áreas de Restrição Ambiental por Municípios 44

Quadro 3.4. Níveis de Risco do Balanço entre Disponibilidade e Demanda por Sub-bacia – Cenário de Partida 46

Quadro 3.5. Áreas e População em Células com Nível de Risco de Não Diluição para Classe 3 Maior ou Igual a 5 54

Quadro 4.1. Potencial Hidrelétrico (MW) da sub-bacia Iguaçu, na região hidrográfica do Paraná 75

Quadro 4.2. Usinas Hidrelétricas na Bacia do rio Jordão 75

Quadro 4.3. Pequenas Centrais Hidrelétricas na Bacia do Jordão 75

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APA	Área de Proteção Ambiental
APCB	Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade
APP	Área de Preservação Permanente
BEDA	Bovinos Equivalentes para Demanda de Água
BHJ	Bacia Hidrográfica do Jordão
C0	Cenário de Partida
C1	Cenário 1
C2	Cenário 2
C3	Cenário 3
C4	Cenário 4
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
DBO	Demanda Biológica de Oxigênio
EEE	Estação Elevatória de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NR	Nível de Risco
OLAP	OnLine Analytical Process
P	Fósforo
PBH	Plano de Bacia Hidrográfica
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas

PLERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PI	Proteção Integral
PIB	Produto Interno Bruto
PSAs	Pagamentos por Serviços Ambientais
RALF	Reator Anaeróbio de Manto de Lodo e Fluxo Ascendente
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SC	Seção de Controle
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná
SIN	Sistema Interligado Nacional
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SS	Sólidos Suspensos
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket (Cobertura de Lodo Anaeróbio de Fluxo Ascendente)
UC	Unidades de Conservação
UHE	Usinas Hidrelétricas
US	Uso Sustentável

GLOSSÁRIO

Afluente (ou tributário): Curso d'água que desemboca em um curso maior ou em um lago.

Antrópica: Resultante basicamente da ação do homem.

Aptidão agrícola: Terras com o uso propício para agricultura.

Área de drenagem: Toda a dimensão de área na qual a água precipitada será conduzida até o curso d'água.

Assoreamento: Acumulo de areia, formado pela água ou pelo vento.

Balanço Hídrico: Balanço das entradas e saídas de água no interior de uma região hidrológica bem definida (bacia ou lago), levando em conta as variações efetivas de acumulação.

Biodiversidade: Diversidade das espécies vivas e suas características genéticas.

Cadastro de outorgas: Conjunto de usuários que possuem o direito de utilizar os recursos hídricos para um determinado fim.

Capacidade de diluição: Capacidade de diluir a concentração de cargas lançadas em um corpo hídrico.

Carga remanescente: Quantidade de carga que resta na massa líquida em um dado instante.

Cenários: Parte do projeto que objetiva estudar o panorama geral atual e possíveis configurações futuras sobre tópicos de impacto na bacia.

Comitê de Bacia Hidrográfica: Fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica, contando com a participação dos usuários, das prefeituras, da sociedade civil organizada, das demais esferas do governo (estaduais e federais) e destinado a agir como "parlamento das águas da bacia".

Confluência: Ponto de junção de dois cursos d'água diferentes.

DBO: Demanda bioquímica de oxigênio. Quantidade de oxigênio consumido na degradação da matéria orgânica no meio aquático por processos biológicos (mg/L).

Degradação: Destituição infamante de um grau, de uma dignidade, de um cargo etc.

Demanda Hídrica: Quantidade de recurso natural necessária para satisfazer diferentes usos (abastecimento público, pecuária, indústria, etc.).

Dessedentação animal: Água utilizada para saciar a sede de animais.

Disponibilidade Hídrica: Quantidade de água disponível para determinado uso, na qualidade necessária, em um trecho de corpo hídrico, durante um determinado tempo.

Drenagem: Ação de drenar. Operação que consiste em facilitar, por meio de drenos ou fossas, o escoamento das águas nos terrenos demasiado úmidos.

Efluente: Água residual que flui de um reservatório ou de uma estação de tratamento.

Enquadramento: Nível qualitativo dos corpos d'água a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo.

Eutrofização: Presença excessiva de nutrientes, sobretudo fosfatos e nitratos, em massas de água como lagos, barramentos, reservatórios, etc., que origina desenvolvimento excessivo de algas.

Evapotranspiração: Perda de água para a atmosfera por evaporação do solo e por transpiração das plantas.

Exótica: Que é de país ou de clima diferente daquele em que vive ou em que se usa; Estrangeiro; importado; Extravagante, esquisito.

Fossa séptica: Unidade de tratamento primário de esgoto doméstico, com separação e transformação físico-química da matéria sólida do esgoto.

Lançamento de efluentes: Ato de lançar os resíduos resultantes de processos industriais.

Pedologia: Estudo dos solos, submetidos à ação de intemperismos, em seu ambiente natural.

Posto fluviométrico: Equipamento de medição de nível d'água.

Vazão de diluição: Vazão necessária para diluir determinada concentração de dado parâmetro de qualidade.

Vazão firme: Vazão de armazenamento necessária para garantir o atendimento de uma demanda hídrica.

Volume de regularização: Volume que seria necessário para suprir as necessidades da população no período mais crítico de estiagem.

Sustentabilidade: Qualidade de sustentável.

Tempo de recorrência: Intervalo estimado entre ocorrências de igual magnitude para eventos como chuvas, por exemplo.

Tipologia: Sistema de classificação por tipos.

Topografia: Estudo de uma porção de terreno com delineação de seus acidentes geográficos.

Trade-off: Termo utilizado para situações em que há um conflito de escolha.

APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde ao *Produto 03: Cenários Alternativos – Revisão 3* que apresenta os cenários elaborados para o *Plano da Bacia do rio Jordão* relativo ao Contrato nº 10/2012, celebrado entre o Instituto das Águas do Paraná e a Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE).

O contrato visa à finalização do *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Jordão (PBH-Jordão).* O Termo de Referência - reajustado pelo *Termo Aditivo Nº1/2013*, parte integrante do contrato, estabelece os seguintes produtos a serem desenvolvidos:

Plano de Trabalho Revisado

- *Produto 00 Plano de Trabalho Revisado*

ETAPA 1: Revisão do Diagnóstico

- *Produto 01 Revisão do Diagnóstico (Atualização das Demandas)*
- *Produto 02 Implementação AcquaNet*

ETAPA 2: Visão Prospectiva

- ***Produto 03 Cenários Alternativos***
- *Produto 04 Estudos Específicos*

ETAPA 3: Programa de Intervenções na Bacia

- *Produto 05 Programa de Efetivação de Enquadramento*
- *Produto 06 Programa de Intervenções*

ETAPA 4: Consolidação do Plano

- *Produto 07 Relatório das Consultas Públicas*
- *Produto 08 Relatório Técnico - Preliminar*
- *Produto 09 Relatório Técnico - Final*
- *Produto 10 Relatório Síntese*

1. INTRODUÇÃO

Os cenários são ferramentas de planejamento utilizadas para dar coerência a uma série de elementos difusos, procurando extrair deles orientações para os próximos passos, ou seja, para a proposição de ações.

O presente relatório, *Produto 03: Cenários Alternativos – Revisão 3*, tem como objetivo apresentar a montagem dos cenários da bacia do rio Jordão em termos de disponibilidades e demandas ao longo do tempo, com a premissa de avaliar as possíveis alterações no uso e ocupação do solo, além de alterações nas políticas públicas e no quadro socioeconômico cultural.

Foram obtidos resultados relevantes na elaboração da Revisão do Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Jordão, onde foram identificadas áreas passíveis de exploração agrícola, pecuária ou florestal.

O *Capítulo 2* trata das bases metodológicas de disposição dos dados e da determinação dos riscos associados aos cenários, que podem ser de caráter qualitativo ou quantitativo. Além disso, apresenta os estudos de disponibilidade hídrica superficial e qualidade de água superficial.

O *Capítulo 3* é dedicado à análise dos elementos articulados nos cenários alternativos, destacando o motivo pelo qual as mesmas foram escolhidas e, posteriormente, descrevendo os vetores adotados e as premissas consideradas. Ademais, apresenta os resultados obtidos no Cenário de Partida.

Por fim, no *Capítulo 4* são apresentadas as conclusões do relatório.

2. A METODOLOGIA DE CENARIZAÇÃO

2.1. Conceituação

Conforme estabelecido na Lei 12.726/99, existem duas instâncias de planejamento previstas pela Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná: a instância do Plano Estadual (PLERH - PR) e a do Plano de Bacia Hidrográfica (PBH).

O Plano de Bacia Hidrográfica é de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas, projetos, ações e atividades. Prospectivamente, o Plano de Bacias parte da análise de cenários alternativos de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo.

Seguindo a tendência do setor de recursos hídricos inaugurada pelo Plano Nacional de Recursos Hídricos, a utilização de cenários no *PBH-Jordão* lhe dá um caráter estratégico. O Plano Nacional, elaborado pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente em 2006, desenvolveu em profundidade e rigor uma metodologia prospectiva de cenários de maneira a possibilitar a explicitação de futuros alternativos prováveis para os recursos hídricos nacionais[1].

Os cenários são ferramentas de planejamento utilizadas para dar coerência a uma série de elementos difusos e procurando extrair deles orientações para a proposição de ações, o que implica decisões de gestão. A complexidade e a imprevisibilidade inerentes aos processos de decisão levaram à utilização de "cenários" como instrumentos para ordenar as percepções acerca dos ambientes (contexto) nos quais certas decisões devem ser tomadas, reduzindo a variabilidade das possibilidades e explicitando a imprevisibilidade. Segundo esta metodologia, os cenários não procuram reduzir a variabilidade projetando uma realidade "mais provável". Ao contrário, ao explicitar e articular a imprevisibilidade, eles representam "futuros alternativos possíveis" (ou plausíveis) e, por isso mesmo, são ferramentas apropriadas para processos de planejamento de longo prazo, que envolvem grandes incertezas e medidas de grande impacto econômico e/ou social.

Esta etapa de trabalho se concentra na definição de cenários, entendidos como situações distintas de parâmetros que levariam a diferentes configurações de relação entre demanda e disponibilidade e de qualidade da água, bem como diferentes ambientes/contextos em que as decisões de gestão (medidas estruturais e não estruturais) devam ser tomadas.

Sendo assim, os Cenários deste Plano foram concebidos de forma a permitir a tomada de decisões estratégicas para a gestão de recursos hídricos, porém não tem a pretensão de prever o futuro e nem eclipsar a responsabilidade dos órgãos gestores em sua tomada de decisões. Os cenários podem subsidiar essas decisões, fornecendo informações essenciais, mas as decisões não são simuladas nos cenários; na realidade, tais decisões dependem de objetivos e de metas que não foram estabelecidas anteriormente aos cenários, mas o serão depois deles, nas etapas subsequentes do Plano.

É bom ter sempre em perspectiva que a definição de cenários não esgota nem encerra o processo de planejamento, mas é somente um passo intermediário na busca de uma "estratégia robusta" – aquela que define decisões a tomar contemplando todos os cenários

[1] Volume 2 do PNRH – ÁGUAS PARA O FUTURO: CENÁRIOS PARA 2020.

como igualmente possíveis. Os cenários aqui definidos são tão somente algumas das combinações possíveis de tendências e percepções, aquelas que parecem hoje as mais plausíveis ou mais importantes. Idealmente, o processo de elaboração de cenários e a revisão periódica de suas implicações sobre as estratégias de gestão devem ser continuados, de forma a poder sempre instruir e informar um processo de decisão racional e competente.

Visando a progressão no sentido de tornar claros os diversos posicionamentos setoriais, será sempre necessária a realização de processos interativos de articulação entre os setores usuários e intervenientes para poder antecipar os potenciais conflitos de uso, discutir e apresentar propostas de compatibilização dos interesses setoriais, na busca de um quadro referencial que seja comum a todos os agentes.

A questão da participação nos Planos de Recursos Hídricos em geral faz com que o foco se concentre sobre a gestão, e toda gestão, em princípio, é uma gestão de conflitos. Em outras palavras, os sistemas de gestão existem para dar conta de situações que não podem ser resolvidas, ou que necessitam ainda de algum esforço de racionalização e organização para que sejam resolvidas. A complexidade da gestão dos conflitos não é uma dificuldade indesejada, mas nasce da própria característica múltipla e participativa dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, expresso pela Lei 9.433/97 no seu primeiro capítulo. Ao definir a água como um bem de domínio público, um recurso dotado de valor ambiental, social e econômico, e ao fomentar o uso múltiplo, fica claro que o foco recai sobre os conflitos originados entre os diversos usos de um bem escasso[2].

A matéria prima dos cenários é, portanto, o conjunto das hipóteses que representam as condições mais prováveis sobre o uso das águas – o contexto dos conflitos. Mais uma vez, uma das vantagens da metodologia de planejamento estratégico utilizando cenários é que estes, de certa forma, fornecem os caminhos e o material básico para a explicitação dos argumentos contraditórios que costumam ocorrer em processos decisórios participativos. Ao permitir a articulação livre, porém ordenada e coerente de tendências, os cenários podem representar percepções distintas com as quais os diversos setores participantes se identificam em maior ou menor grau, positiva ou negativamente, facilitando a identificação de *trade-offs* entre eles.

No Paraná, a Lei Estadual 12.726/99, em seus fundamentos, define inclusive os territórios onde esses conflitos devem ocorrer, quando define a bacia hidrográfica como a unidade territorial para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A mesma Lei determina ainda os atores nesses conflitos, ao determinar que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”.

Da análise dos impactos dos cenários sobre os balanços de quantidades e qualidades podem ser traçadas diversas diretrizes que poderão levar à definição de uma estratégia robusta para a gestão dos recursos hídricos da Bacia do rio Jordão. Algumas dizem respeito

[2] Lei 9.433/97, CAPÍTULO I - DOS FUNDAMENTOS: Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos: I - a água é um bem de domínio público; II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

à questão mais fundamentais de gestão, como a determinação de critérios de gestão e de análise técnica. Outras se referem à forma de aplicação dos diferentes instrumentos previstos na legislação de recursos hídricos. Todas essas diretrizes visam a definir alternativas de incremento da disponibilidade hídrica da bacia, gestão das demandas e controle da poluição.

2.2. A Organização dos Dados

Sejam quais forem as variáveis a serem articuladas pelos cenários, projeções e tendências, parâmetros e condicionantes, os impactos dos cenários serão sempre avaliados em termos de riscos relativos ao balanço entre disponibilidade e demanda e a análise da capacidade de diluição dos corpos hídricos. Tais riscos são calculados com base em probabilidades, ou seja, são determinados a partir de estatísticas de registros de dados, formando um conjunto extenso de tabelas.

Os sistemas de gestão de recursos hídricos possuem uma expressão espacial importante, o que exige que as informações estejam associadas às variáveis geográficas, permitindo a análise de áreas e as densidades de ocupação dessas áreas. Isso é necessário, por exemplo, ao analisar os impactos da expansão urbana ou da monocultura da cana irrigada para o setor sucroalcooleiro, onde o uso do solo traz consigo implicações sobre a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos. Outro aspecto do modelo de áreas é a possibilidade de agrupar informações e realizar análises de gestão por bacias e sub-bacias hidrográficas, satisfazendo implicitamente a Lei 9.433/97 no seu Capítulo I.

Assim, no modelo aqui utilizado para a avaliação do impacto dos cenários sobre os balanços hídricos, todos os dados e as análises são baseadas em áreas elementares, aqui chamadas de células de análise. Os dados sobre padrões de uso do solo, disponibilidade hídrica, pedologia, topografia (altitudes médias e declividades médias), aptidão agrícola, e mesmo as demandas em suas diversas classes, são projetados nessas células por georreferenciamento.

Os bancos de dados assim organizados são conhecidos como “cubos” e se prestam a um processo analítico específico (OLAP – *OnLine Analytical Process*), que é uma forma de organizar e de processar grandes bancos de dados com o objetivo de facilitar e tornar mais rápida a realização de análises agregadas e a criação de relatórios. Os bancos de dados OLAP organizam dados por nível de detalhe, usando categorias pertinentes ao tipo de aplicação para analisar os dados e agregá-los em níveis adequados para a análise. No caso do *PBH-Jordão* algumas dessas categorias são, por exemplo, as Seções de Controle, ou ainda, Sub-bacias e Municípios a que pertence cada célula.

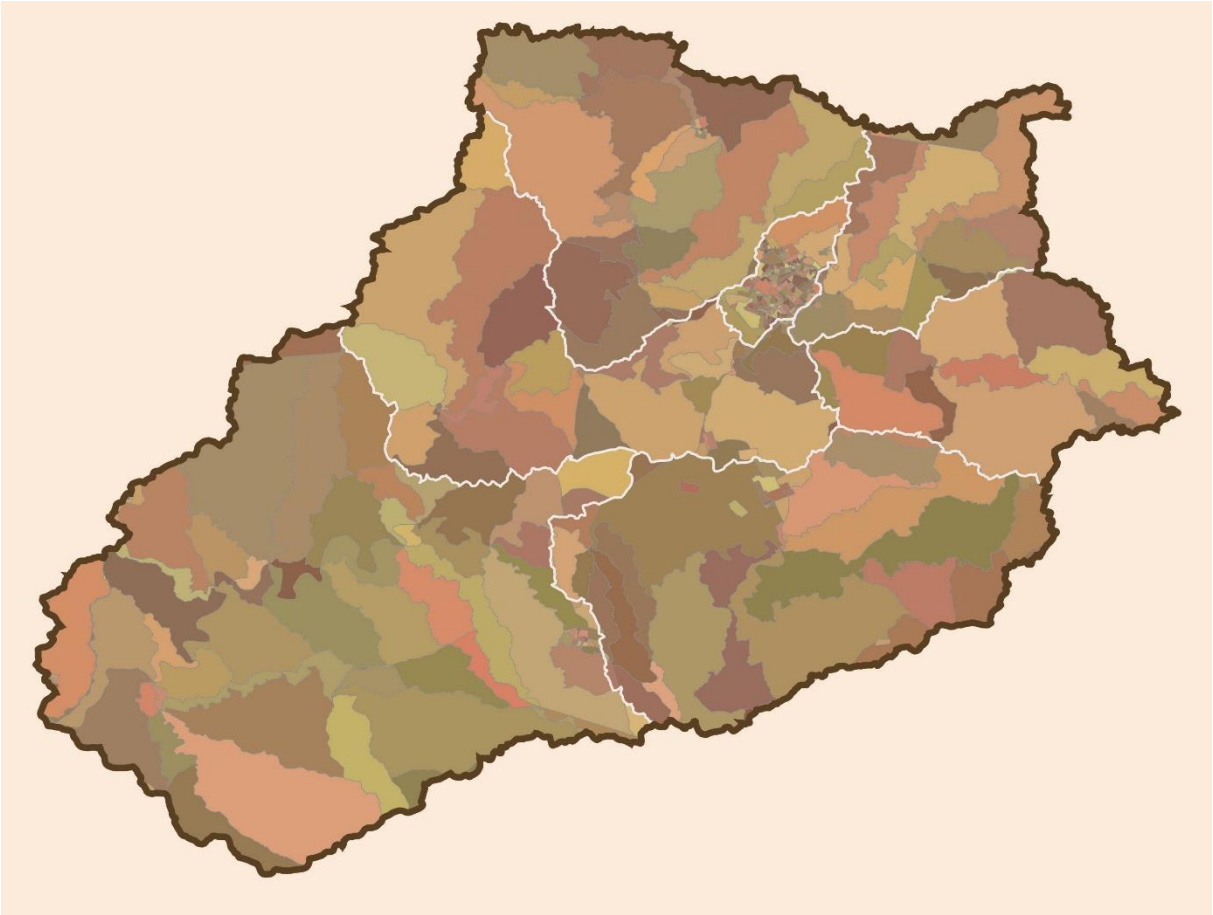
Um conjunto de níveis que abrange um aspecto dos dados, como sub-bacia/bacia, ou município/região de planejamento/unidade da federação, é chamado de dimensão. Os bancos de dados OLAP são chamados de cubos porque combinam diversas dimensões, por exemplo, divisão administrativa ou bacia hidrográfica, permitindo a agregação das informações em diversos níveis nessas dimensões, como a disponibilidade hídrica ou a demanda. Os cubos permitem ainda que certas análises que dependem da relação entre variáveis, como os balanços hídricos, possam ser realizadas em diversos níveis de agregação.

As 521 células utilizadas para os cenários do *PBH-Jordão*, como mostra a *Figura 2.1*, foram determinadas a partir do cruzamento de dois elementos espaciais distintos, vindos de fontes diferentes:

- os perímetros dos setores censitários levantados pelo censo de 2010, representando a dimensão demográfica e administrativa da bacia do rio Jordão, com a identificação de setores, distritos e municípios do Estado, em que as informações dos setores censitários podem ser agregadas (*Figura 2.2*);

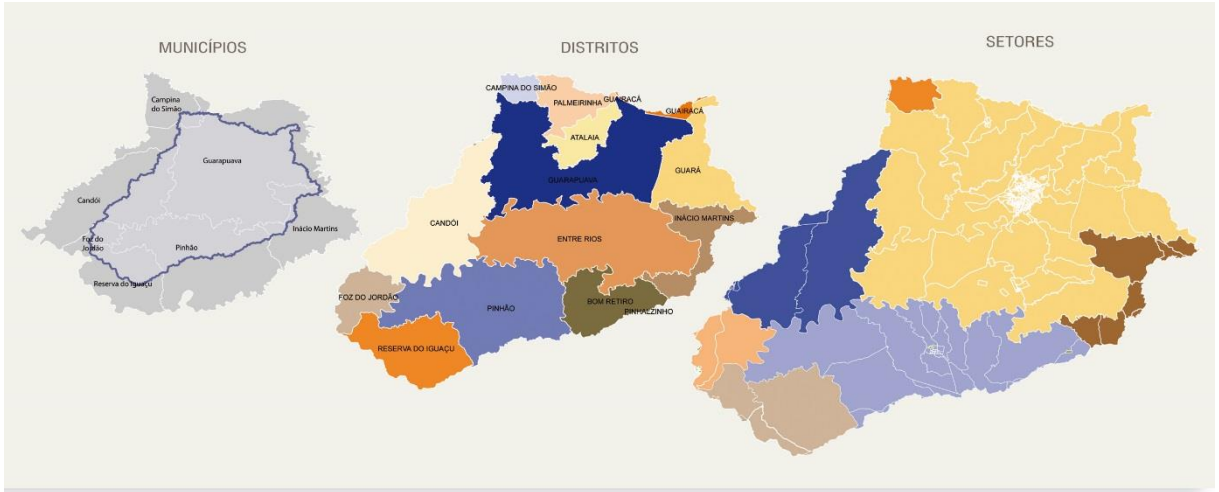
- os perímetros das 27 sub-bacias em que a área da bacia do rio Jordão foi dividida, representando a dimensão hidrográfica da bacia, com a identificação das 7 Seções de Controle em que as informações das sub-bacias podem ser agregadas (*Figura 2.3*).

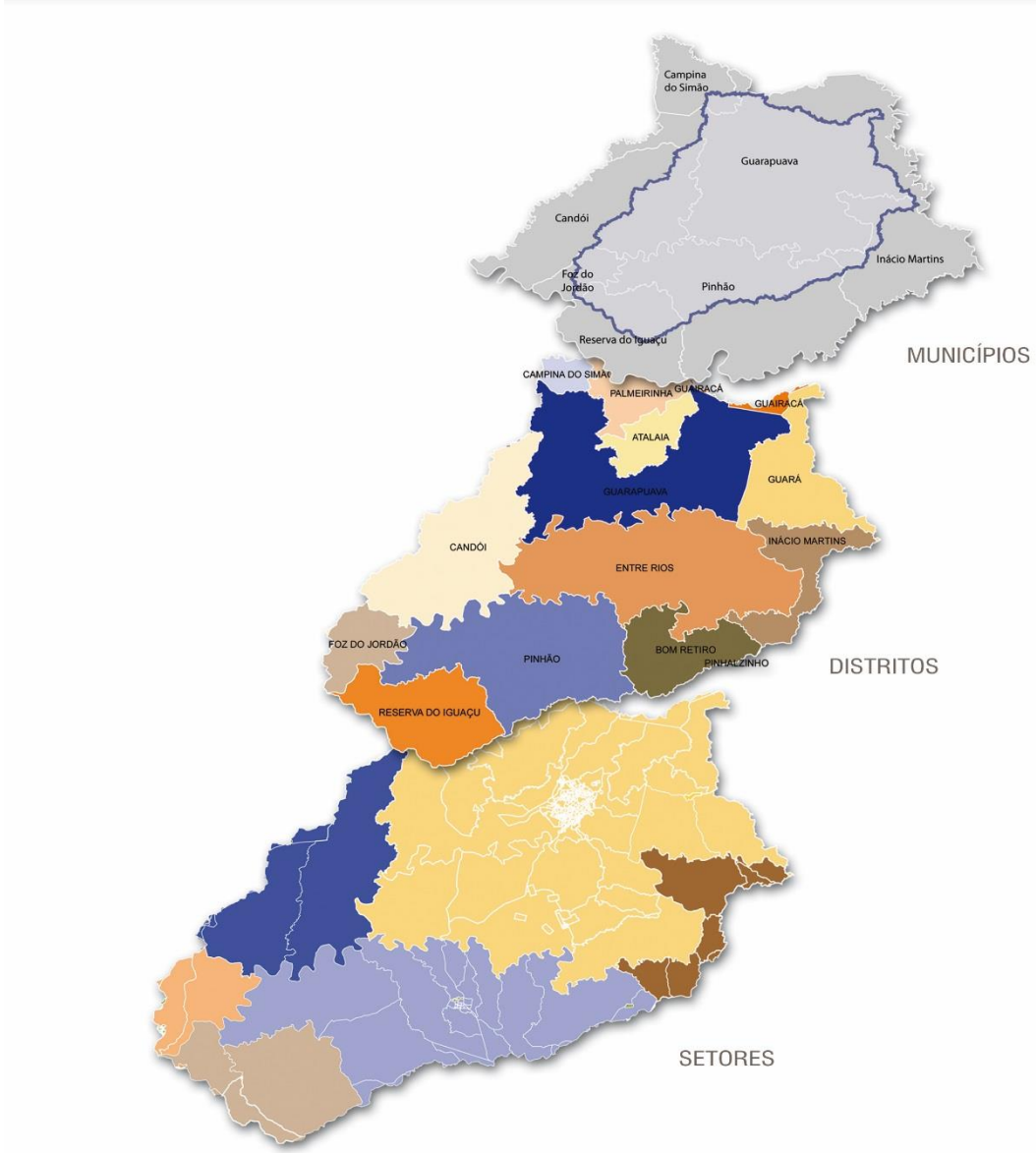
Figura 2.1. Células de Análise por Seções de Controle



FONTE: Elaborado pela Consultora.

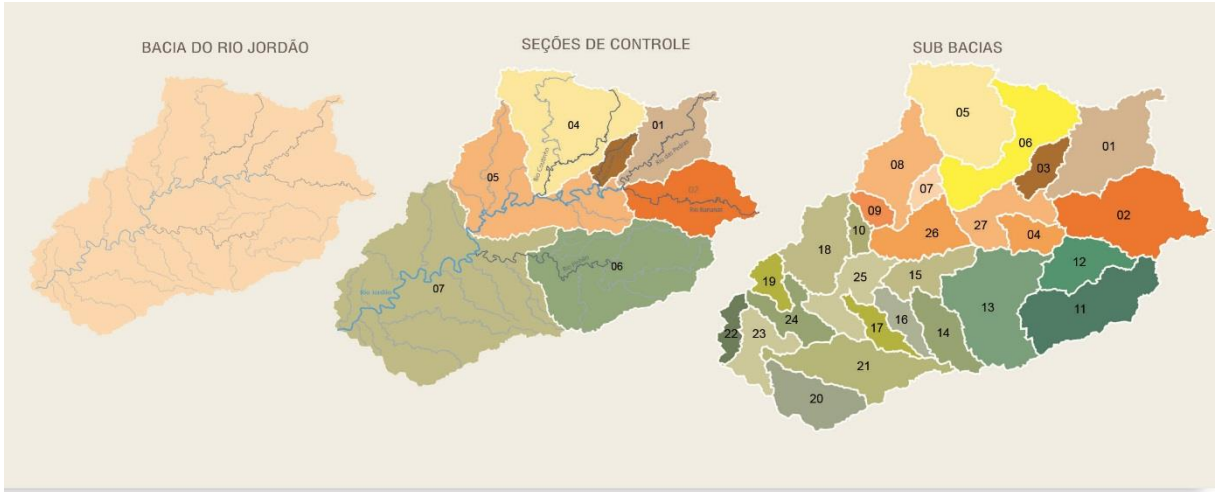
Figura 2.2. Dimensão Demográfica e Administrativa

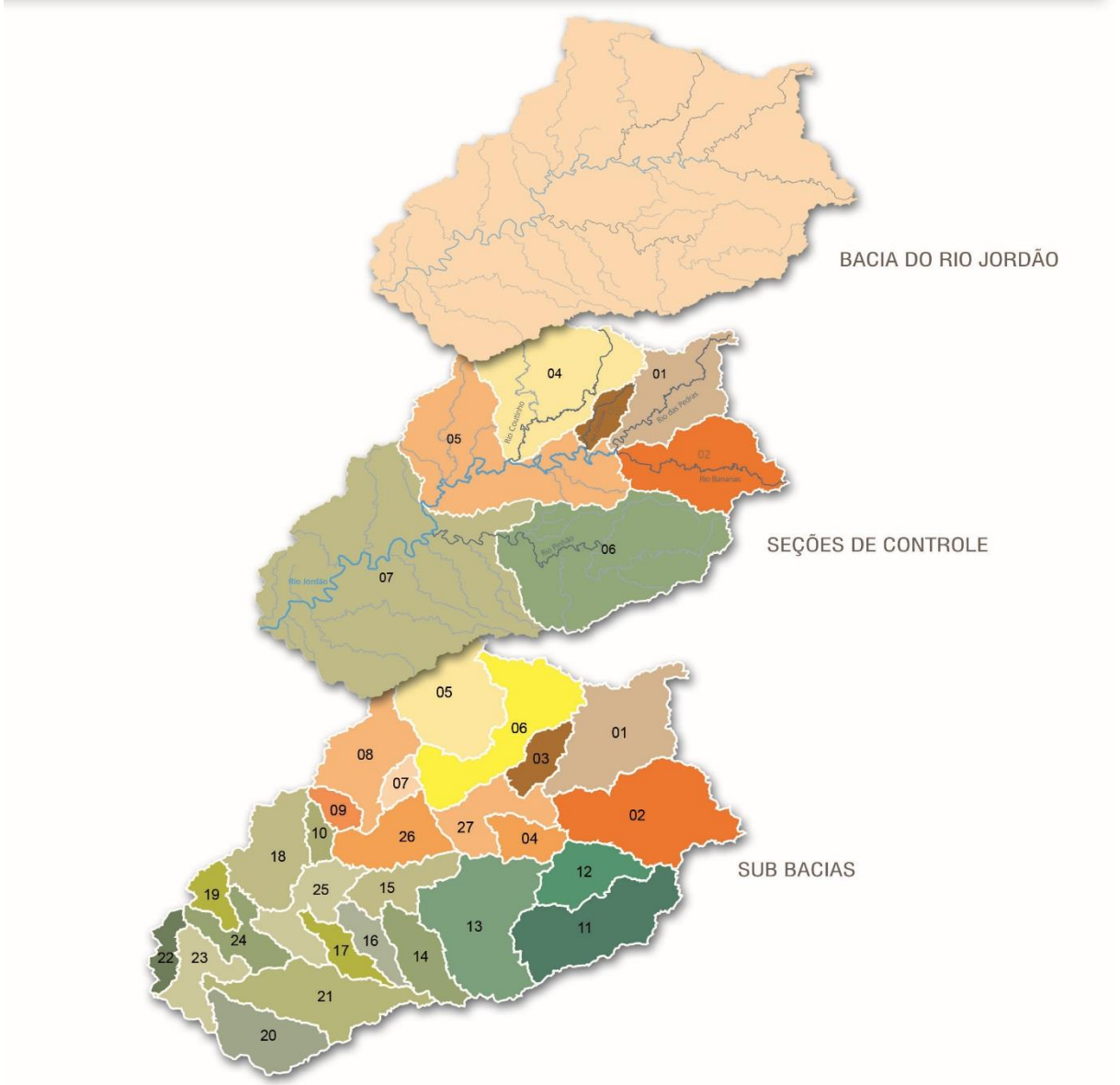




FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 2.3. Dimensões Hidrográficas





FONTE: Elaborado pela Consultora.

Os *Quadros 2.1 e 2.2* apresentados a seguir mostram algumas estatísticas referentes à agregação das células do cubo montado para o *PBH-Jordão*. O *Quadro 2.1* apresenta algumas estatísticas demográficas e espaciais das células de análise agregadas pela dimensão administrativa do cubo (distrito e município), enquanto o *Quadro 2.2* apresenta as mesmas informações orientadas pela dimensão hidrográfica do cubo, agregando as informações das células por sub-bacias do diagnóstico e Seções de Controle.

Nos quadros, as barras coloridas permitem ao leitor uma comparação entre as magnitudes das áreas e da população em cada um dos níveis de agregação das células de análise.

Quadro 2.1. Estatísticas Demográficas das Células de Análise Organizadas por Município e Distrito

Município / Distrito	No. De Células	Média da Área das Células (ha)	Soma da Área Total (ha)	Soma da População Urbana	Soma da População Rural	Soma da População Total Dentro da Bacia	Soma da Área Urbana	Densidade Populacional Média (hab/ha)	Densidade Populacional Urbana Média (hab/ha)
Guarapuava	364	649	236.174	152.782	11.403	164.185	4.117	0,70	37,11
Atalaia	5	2.783	13.917		335	335	0	0,02	0,00
Entre Rios	61	1.423	86.797	6.495	3.946	10.441	535	0,12	12,13
Guairacá	4	655	2.618		76	76	0	0,03	0,00
Guará	17	1.897	32.241	984	1.960	2.944	39	0,09	25,26
Guarapuava	265	318	84.342	141.957	4.430	146.387	3.449	1,74	41,16
Palmeirinha	12	1.355	16.258	3.346	656	4.002	94	0,25	35,69
Pinhão	74	1.334	98.740	14.951	5.749	20.700	364	0,21	41,12
Bom Retiro	7	3.736	26.152	80	1.432	1.512	24	0,06	3,31
Pinhalzinho	1	2	2		1	1	0	0,53	0,00
Pinhão	66	1.100	72.586	14.871	4.316	19.187	339	0,26	43,81
Candói	36	1.612	58.039	3.632	1.115	4.747	133	0,08	27,40
Candói	36	1.612	58.039	3.632	1.115	4.747	133	0,08	27,40
Reserva do Iguaçu	16	2.216	35.461	1.828	1.199	3.027	64	0,09	28,75
Reserva do Iguaçu	16	2.216	35.461	1.828	1.199	3.027	64	0,09	28,75
Inácio Martins	10	2.281	22.813		1.370	1.370	0	0,06	0,00
Inácio Martins	10	2.281	22.813		1.370	1.370	0	0,06	0,00
Foz do Jordão	17	969	16.472	2.741	687	3.428	107	0,21	25,52
Foz do Jordão	17	969	16.472	2.741	687	3.428	107	0,21	25,52
Campina do Simão	4	1.544	6.174		102	102	0	0,02	0,00
Campina do Simão	4	1.544	6.174		102	102	0	0,02	0,00
Total Geral	**521**	**910**	**473.874**	**175.934**	**21.625**	**197.559**	**4.784**	**0,42**	**36,77**

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Quadro 2.2. Estatísticas Demográficas e de Uso do Solo (em hectares) das Células de Análise Organizadas por Sub-bacia e Seção de Controle

Seção de Controle / Sub-bacias do Diagnóstico	Número de Células	Soma de Área Total (ha)	Média da Área das Células (ha)	Soma de População Urbana	Soma de População Rural	Soma de População Total	Densidade Pop. Média (hab/ha)	Soma de Agricultura	Soma de Cobertura Florestal	Soma de Pastagem e Campos	Soma de Reflorestamento	Soma de Vegetação de Varzea	Soma de Corpos D'Água	Soma de Área Urbana	Soma de Área Urbana - Distritos	Soma de Solo Exposto ou Mineração
03	184	8.003	43	129.017	220	129.237	16,15	1.308	1.736	1.176	29	579	63	3.091	8	12
03 - Rio Cascavel	184	8.003	43	129.017	220	129.237	16,15	1.308	1.736	1.176	29	579	63	3.091	8	12
07	122	165.917	1.360	22.889	5.718	28.607	0,17	106.394	40.659	11.216	1.852	1.004	3.741	640	223	188
14 - Rio Tapera	27	13.481	499	14.688	1.652	16.340	1,21	5.629	4.709	2.340	173	223	13	336	58	0
22 - Rio Passo da Cachoeira	13	5.839	449	3.235	605	3.840	0,66	3.175	1.513	579	404	0	1	121	45	0
19 - Rio Jacu	11	6.474	589	2.989	167	3.156	0,49	4.679	1.254	387	0	0	4	118	33	0
23 - Foz do rio Jordão	14	13.074	934	1.828	393	2.221	0,17	5.701	4.728	1.529	368	86	546	64	20	32
18 - Rio Caracu	5	21.464	4.293	149	511	660	0,03	17.235	2.696	1.235	9	0	243	1	23	22
21 - Rio Capão Grande	12	27.784	2.315		658	658	0,02	22.678	3.845	1.131	0	3	107	0	21	0
20 - Rio das Torres	5	17.716	3.543		543	543	0,03	6.339	8.354	2.106	856	3	58	0	0	0
15 - Rio Pinhão	9	12.131	1.348		537	537	0,04	6.930	3.571	921	41	517	144	0	9	0
25 - UHE Santa Clara	12	16.602	1.383		219	219	0,01	10.040	4.231	134	0	0	2.108	0	0	89
24 - UHE Fundão	6	11.962	1.994		148	148	0,01	8.688	2.417	438	0	0	379	0	1	38
16 - Rio Pinhãozinho II	5	7.808	1.562		128	128	0,02	5.439	2.018	175	0	128	34	0	14	0
17 - Rio Capivara	2	7.406	3.703		102	102	0,01	6.510	744	6	0	43	96	0	0	7
10 - Rio Buriti	1	4.175	4.175		55	55	0,01	3.354	577	235	0	0	8	0	0	0
06	50	85.467	1.709	6.001	5.726	11.727	0,14	11.863	50.876	12.309	5.040	4.275	538	451	84	32
13 - Rio Socorro	32	38.884	1.215	5.755	2.982	8.737	0,22	9.245	19.059	7.333	1.369	1.110	278	425	53	13
11 - Rio São Jerônimo	10	31.550	3.155	80	1.475	1.555	0,05	1.159	22.720	3.064	1.958	2.444	171	24	2	8
12 - Rio Pinhãozinho I	8	15.033	1.879	166	1.269	1.435	0,10	1.459	9.096	1.912	1.713	721	89	1	29	11
04	39	68.429	1.755	5.702	2.740	8.442	0,12	31.762	19.454	7.617	5.345	3.494	186	191	293	87
06 - Rio Coutinho	22	31.928	1.451	3.855	1.894	5.749	0,18	12.597	10.638	4.247	2.243	1.588	133	153	265	63
05 - Rio Passo Ruim	17	36.501	2.147	1.847	846	2.693	0,07	19.165	8.816	3.370	3.102	1.906	53	38	28	24
05	59	73.706	1.249	6.257	2.112	8.369	0,11	46.696	13.376	7.059	1.919	3.597	658	259	102	40
27 - PCH Três Capões	29	15.768	544	5.632	588	6.220	0,39	7.448	4.346	1.871	694	958	224	160	48	19
04 - Rio Quebra Joelho	9	8.436	937	625	456	1.081	0,13	2.955	2.877	877	1.163	401	50	99	14	0
08 - Rio Campo Real	4	23.159	5.790		512	512	0,02	16.678	3.505	2.318	25	601	21	0	11	0
26 - PCH Salto Curucaca	12	17.345	1.445		356	356	0,02	13.383	1.658	673	37	1.194	358	0	21	21
07 - Rio Cachoeirinha	3	4.252	1.417		137	137	0,03	2.805	617	377	0	443	2	0	8	0
09 - Rio Pai João	2	4.746	2.373		63	63	0,01	3.426	373	944	0	0	3	0	0	0
01	49	32.857	671	5.677	2.580	8.257	0,25	1.651	19.722	8.086	1.752	1.222	157	136	46	85
01 - Rio das Pedras	49	32.857	671	5.677	2.580	8.257	0,25	1.651	19.722	8.086	1.752	1.222	157	136	46	85
02	18	39.495	2.194	391	2.529	2.920	0,07	1.754	21.219	7.867	7.384	1.056	155	17	37	6
02 - Rio Bananas	18	39.495	2.194	391	2.529	2.920	0,07	1.754	21.219	7.867	7.384	1.056	155	17	37	6
Total Geral	**521**	**473.874**	**910**	**175.934**	**21.625**	**197.559**	**0,42**	**201.429**	**167.042**	**55.330**	**23.320**	**15.227**	**5.499**	**4.784**	**793**	**450**

FONTE: Elaborado pela Consultora.

2.3. Modelo de Análise do Impacto dos Cenários

2.3.1. Análise de Riscos

Os cenários foram analisados em termos de riscos de duas naturezas: a) risco de déficit no balanço entre disponibilidade e demanda e b) risco de déficit no balanço entre disponibilidade e demanda e na análise da capacidade de diluição dos corpos hídricos.

As análises de riscos são realizadas a partir da agregação, em algum nível significativo, das informações de disponibilidade hídrica, demandas e carga poluidora em cada célula de análise. Os riscos são quantificados em termos da probabilidade da ocorrência de déficit em cada um desses balanços, baseando-se na permanência da vazão[3] necessária para equilibrar as demandas projetadas em cada uma das sub-bacias e Seção de Controle do Diagnóstico (SC) definidas no Plano de Bacia (balanço da parte quantitativa) ou da vazão necessária para trazer as concentrações de poluentes para dentro da faixa adotada de enquadramento de cada célula, sub-bacia ou Seção de Controle (balanço da parte qualitativa).

Os *Quadros 2.3 e 2.4* apresentam os níveis de risco que serão associados aos balanços, respectivamente, no caso dos quantitativos e qualitativos. No caso do balanço entre disponibilidade e demanda, foram determinados 7 (sete) níveis de risco, já na análise da capacidade de diluição dos corpos hídricos, foram determinados 7 (sete) níveis de risco.

Quadro 2.3. Níveis de Risco e Sua Caracterização - Quantitativo

Nível de Risco	Faixa de Permanência da Demanda	Caracterização do Risco Face aos Instrumentos de Gestão
1	$0<Demanda<=Q_{100\%}$	Risco praticamente nulo, demanda menor que a vazão mínima registrada.
2	$Q_{100\%}<Demanda<=Q_{95\%}$	Risco baixo, dentro da faixa de referência para instrumento de outorgas.
3	$Q_{95\%}<Demanda<=Q_{90\%}$	Risco médio, limite de aplicação de instrumentos de outorga como medida única.
4	$Q_{90\%}<Demanda<=Q_{FIRME}$	Risco alto, necessidade de prever volumes de regularização para aumento da disponibilidade hídrica e/ou de criação de políticas de gestão da demanda.
5	$Q_{FIRME}<Demanda<=Q_{50\%}$	Risco muito alto, exige gestão regional integrada de demanda e disponibilidade.
6	$Q_{50\%}<Demanda<=Q_{MÉDIA}$	Risco muito alto; acima da faixa da aplicação de volumes de regularização intra-anuais.
7	$Demanda>Q_{MÉDIA}$	Risco altíssimo, acima da capacidade teórica de regularização.

FONTE: Elaborado pela Consultora.

[3] Conceito baseado na Curva de Permanência: curva acumulativa de frequência da série temporal contínua dos valores das vazões, observadas em um posto fluviométrico, que indica a porcentagem de tempo que um determinado valor de vazão foi igualado ou ultrapassado durante o período de observação (PINTO *et al.*, 1976).

Quadro 2.4. Níveis de Risco e Sua Caracterização - Qualitativo

Nível de Risco	Faixa de Permanência da Vazão de Diluição	Caracterização do Risco Face à Frequência de Ocorrência
1	$0<Qdiluição<=Q_{100\%}$	Risco praticamente nulo, a vazão de diluição necessária é menor que a vazão mínima registrada.
2	$Q_{100\%}<Qdiluição<=Q_{95\%}$	Risco baixo, dentro da faixa de referência para instrumento de outorgas.
3	$Q_{95\%}<Qdiluição<=Q_{70\%}$	Risco médio, limite da aplicação de instrumentos de outorga de lançamento como medida única.
4	$Q_{70\%}<Qdiluição<=Q_{50\%}$	Risco alto, a diluição adequada ocorre com menos frequência que o previsto pelo instrumento de outorga de lançamentos.
5	$Q_{50\%}<Qdiluição<=Q_{MÉDIA}$	Risco alto e frequente, mais da metade do tempo não ocorre diluição adequada.
6	$Q_{MÉDIA}<Qdiluição<=Q_{10\%}$	Risco muito alto, a diluição adequada ocorre com menos frequência que a vazão média.
7	$Qdiluição>Q_{10\%}$	Risco altíssimo, mais de 90% do tempo não ocorre diluição adequada.

FONTE: Elaborado pela Consultora.

No caso do balanço hídrico quantitativo, as comparações entre as demandas projetadas nos diversos cenários e a disponibilidade hídrica calculada, assim como a determinação do nível de risco associado, primeiramente foram feitas no nível de agregação das 54 sub-bacias em que a bacia do rio Jordão foi dividida.

No nível de resolução das 521 células de análise a comparação entre demandas e disponibilidades também pode ser feita, mas os resultados estariam distorcidos apresentando situações críticas onde não ocorrem necessariamente, uma vez que algumas das células com balanços negativos podem facilmente ser supridas por células vizinhas, o que realmente se observa. Já no nível das 7 Seções de Controle essa análise também é distorcida uma vez que as áreas são muito grandes e podem disfarçar situações críticas ao considerar que a disponibilidade pode atender a qualquer demanda nesse espaço, independentemente da sua localização, porém os resultados também são apresentados neste nível para efeito de comparação. Outros níveis intermediários de agregação podem ser utilizados, devido à metodologia "OLAP" empregada, e o balanço quantitativo determinado no nível das sub-bacias é uma solução de compromisso.

A determinação das demandas nos cenários seguiu os mesmos critérios estabelecidos para o diagnóstico, referindo-se sempre às vazões de retirada com inspeção nos meses mais críticos para a agricultura, fortemente influenciada pela sazonalidade local.

Já no balanço hídrico qualitativo, foram selecionados os seguintes parâmetros a serem estudados: (i) demanda bioquímica de oxigênio (DBO), e (ii) fósforo total. Esses indicadores foram selecionados por representarem a condição da qualidade da água tanto nas aglomerações urbanas mais importantes, quanto nas áreas agrícolas, que representa um dos vetores de expansão mais significativos nos estudos de cenários da Bacia do rio Jordão. A partir dos valores das cargas poluidoras calculadas seguindo os critérios descritos no *item 2.3.2*, foi determinada a vazão necessária para a diluição dessas cargas, considerando os limites definidos pelas Classes 1, 2 e 3 da resolução CONAMA 357/2005 (*Quadro 2.5)*, chamada no presente relatório de vazão de diluição.

Quadro 2.5. Limites das Cargas Poluidoras em Ambiente Lótico

Parâmetro		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Demanda Bioquímica de Oxigênio [mg/L]	$DBO_{5,20}$	< 3,0	< 5,0	< 10,0	-
Fósforo Total [mg/L P]	P_T – Ambiente lótico* e tributários de ambientes intermediários**	0,1	0,1	0,15	-

* Ambiente Lótico: ambiente relativo às águas continentais moventes (definição disposta na Res. CONAMA nº 357/2005). As águas continentais moventes são representadas por rios, corredeiras, riachos, córregos e canais, caracterizados por apresentar uma hidrodinâmica com velocidade significativa na direção longitudinal.

** Ambiente Intermediário: ambiente intermediário entre o lótico e o lêntico, sendo o ambiente lêntico correspondente às águas continentais com velocidade longitudinal menos expressiva, como é o caso de lagoas, lagoas, açudes e reservatórios.

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Posteriormente, o nível de risco é calculado a partir da permanência da vazão de diluição necessária. Além disso, ele é avaliado no nível das 521 células de análise, admitindo-se que as condições de poluição de cada célula não se propagam além dela. Assim, o foco do balanço hídrico qualitativo é a determinação do risco de não diluição, ou diluição insuficiente, da carga de DBO e de fósforo afluentes aos rios.

2.3.2. Qualidade da Água Superficial

Para o parâmetro DBO foram consideradas nos cálculos as cargas de origem doméstica, industrial, e comércio e serviços. Já para o parâmetro fósforo total foram consideradas as cargas de origem doméstica, de origem agrícola, e de origem pecuária. A escolha da tipologia da carga para cada parâmetro foi estabelecida através da análise preliminar das cargas remanescentes da bacia do Jordão, apresentada pela Condição de Contorno 2 no *Produto 04 – Estudos Específicos*. Como resultado, é possível observar que em termos de DBO as cargas remanescentes de origem doméstica e industrial são as mais expressivas, representando 61% e 26%, respectivamente, do total da bacia. Por outro lado, em relação ao fósforo total, as cargas agrícolas e pecuárias ganham uma maior importância, representando 83% da carga da bacia.

Essa filtragem na tipologia da carga vai de encontro ao estudo do enquadramento, que considera as características das fontes poluidoras em diferentes vazões de referência. No caso das cargas domésticas e industriais, o lançamento pontual constante ao longo do tempo acarreta ao corpo hídrico condições mais críticas nos períodos de estiagem. No caso das cargas difusas, o aporte de nutrientes ao corpo hídrico está relacionado ao escoamento superficial da bacia dado pela precipitação.

Nesse contexto, a análise do enquadramento com baixos valores de vazões de referências remete a uma pouca ou inexistente expressividade das cargas difusas, portanto é pertinente considerar apenas as cargas de origem doméstica e industrial. Já na análise com valores mais altos de vazão de referência, os efeitos da precipitação são mais expressivos, por esse motivo, as cargas difusas também são consideradas.

- *Cargas de Origem Doméstica*

As cargas domésticas da condição atual foram trabalhadas como base na população urbana no nível das 521 células de análise. O cálculo da carga gerada tomou como referência os

valores de contribuição per capita corresponde a 54 g/hab.dia para DBO e 1 g/hab.dia para fósforo total (VON SPERLING, 2005).

Para o Cenário de Partida, ou seja, a condição atual da bacia, foram aplicados os valores dos índices de coleta e tratamento dos 7 municípios da bacia apresentados no Diagnóstico do SNIS (2010), formando três grupos de população: população urbana sem coleta; população urbana com coleta e sem tratamento; e população urbana com coleta e tratamento. No cálculo da carga remanescente considerou-se que a população sem coleta possuiria sistema de tratamento por fossa séptica com eficiência de 30% na remoção tanto de DBO e quanto de fósforo total. A população com coleta e sem tratamento não teria um abatimento na carga gerada. E a remoção da carga gerada pela população com coleta e tratamento seguiria a média das eficiências das ETE existentes em cada município da bacia.

A BHJ possui 5 ETEs em operação, sendo todas operadas pela SANEPAR. No *Quadro 2.6* são apresentados os valores das eficiências na remoção de DBO para as ETEs em operação na bacia. Como colocado em reunião com o Instituto das Águas e com a SANEPAR no dia 25 de abril de 2013, vale ressaltar que os sistemas de tratamento adotados pelas ETEs da SANEPAR não são eficientes na remoção de fósforo. Portanto, não foi considerado um abatimento na carga gerada para este parâmetro no que diz respeito à população com coleta e tratamento.

Quadro 2.6. Informações do Esgotamento Sanitário

Município	Índice de Coleta de Esgoto da Pop. Urbana (%)	Índice de Tratamento de Esgoto da Pop. Urbana (%)	ETE em Operação	Corpo Receptor	Sistema de Tratamento	Eficiência (%)	
						DBO	P
Campina do Simão	1,4%	0%	-	-	-	-	-
Candói	29,3%	100%	ETE Cidade	Córrego Campo Arejado	UASB + EEE LODO + FILTRO ANAERÓBIO	72%	30%
Foz do Jordão	0,9%	0%	-	-	-	-	-
Guarapuava	68,7%	100%	ETE Vila dos Brasileiros[4]	Afl. Rio Pinhão	RALF	65%	30%
			ETE Vassoural	Rio Cascavel	UASB + EEE LODO + DECANT. PRIMÁRIO + FILTRO BIOLÓG. AERÓBIO	75%	40%
Inácio Martins	17,8%	100%	-	-	-	72%	30%
Pinhão	32,3%	100%	ETE Pinhão	Afl. Rio Tapera	RALF + EEE LODO	65%	30%
Reserva do Iguaçu	37,3%	100%	ETE Reserva do Iguaçu	Afl. Rio Jordão (Arroio Monjolo)	RALF + EEE LODO + FILTRO ANAERÓBIO	72%	30%

Legenda: -: sem informação de interesse

FONTE: Os índices de coleta e tratamento e as eficiências de DBO e fósforo foram obtidos do Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (2017); e as informações do corpo receptor e os sistemas de tratamentos foram disponibilizadas pela SANEPAR (2017).

Os resultados por Seção de Controle são apresentados a seguir nos *Quadro 2.7 e 2.8*. E os resultados por sub-bacia são apresentados na *Figura 2.4*.

[4] As eficiências de remoção de DBO e Fósforo para a ETE Vila dos Brasileiros foram adotadas conforme seu sistema de tratamento devido à falta de dados primários.

Quadro 2.7. Carga Doméstica

Seção	Fósforo (kg/dia)		DBO (kg/dia)	
	Gerada	Remanescente	Gerada	Remanescente
1	5,68	5,06	306,56	120,03
2	0,39	0,35	21,11	8,27
3	129,02	114,93	6.966,92	2.727,83
4	5,70	5,08	307,91	120,56
5	6,26	5,57	337,88	132,29
6	6,00	5,33	324,05	128,26
7	22,89	18,39	1.236,01	631,62
Total	**175,93**	**154,71**	**9.500,44**	**3.868,86**

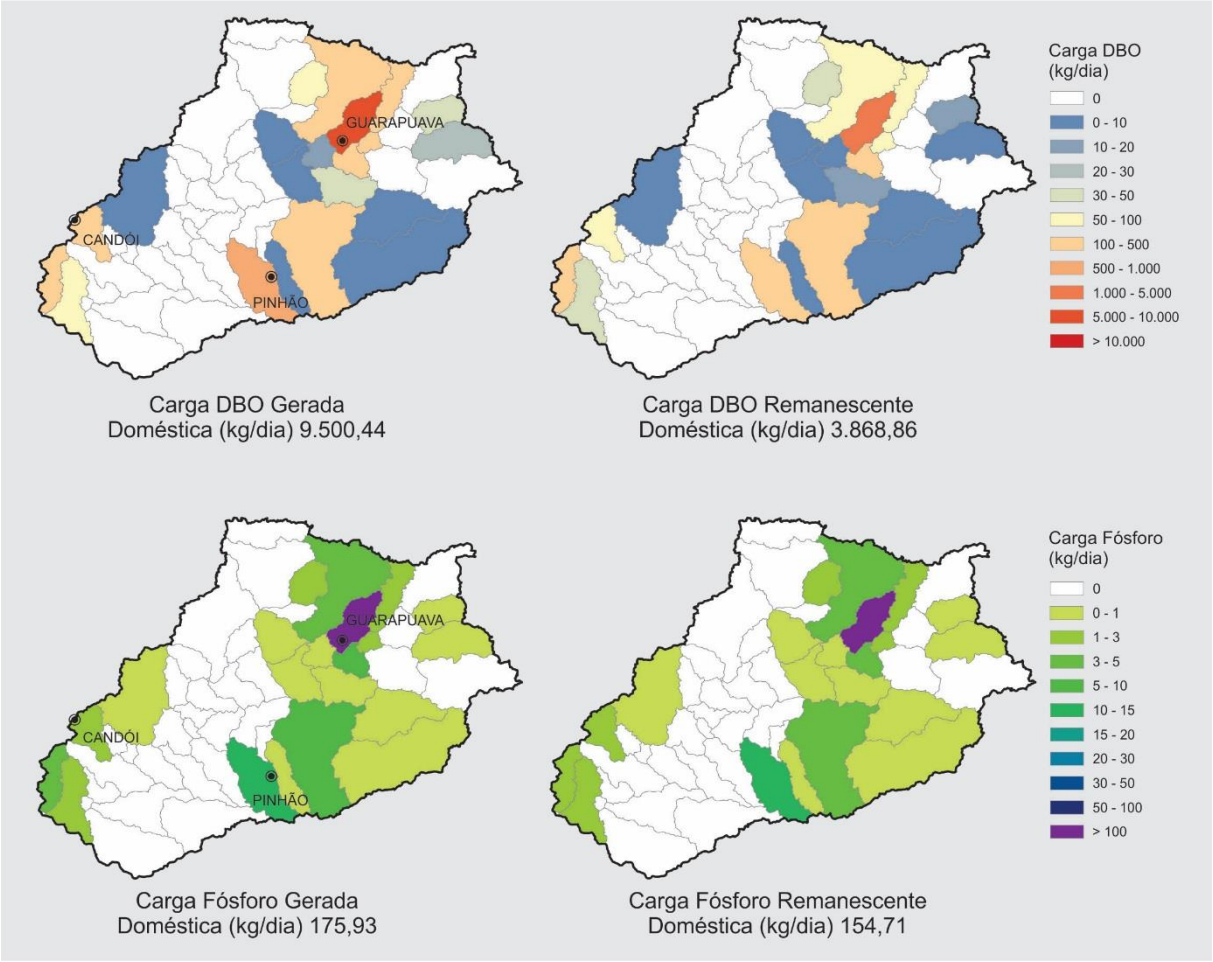
É importante destacar que as cargas acima calculadas estão diretamente associadas a um volume de água que irá diluir essas matérias orgânicas, fazendo-se necessária a realização de uma estimativa dos volumes de água consumida por Seção de Controle. Para isso, foram utilizados os dados do SNIS 2010 e feitas associações quanto à população interna às Seções de Controle.

O volume de água retornada ao corpo hídrico foi calculado por meio de um coeficiente de retorno, sendo o valor médio brasileiro aproximadamente 0,8. Essa estimativa significa que, em média, 80% da água consumida pela população é retornada à rede coletora pública na forma de despejos domésticos.

Quadro 2.8. Volume de Água Consumido e Retornado

Seção	Volume de água consumida (L/dia)	Volume de água retornada ao corpo hídrico (L/dia)
1	653.857	523.086
2	45.034	36.027
3	14.859.737	11.887.789
4	656.737	525.389
5	720.660	576.528
6	685.273	548.219
7	2.133.918	1.707.135
Total	**19.755.217**	**15.804.174**

Figura 2.4. Carga Gerada e Remanescente de Origem Doméstica por Sub-bacia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

- *Cargas de Origem Agrícola*

A estimativa das cargas de origem agrícola foi realizada a partir do cruzamento do mapa de uso e ocupação do solo da bacia com os valores de carga por unidade de área, conforme o *Quadro 2.9*. Os coeficientes de uso do solo utilizados, apresentados no quadro, foram adotados a partir de experimentos de campo realizados para a Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo em 1998 (GOMES *et al.*, 1998). Estes mesmos coeficientes foram utilizados na elaboração do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (COMITÊS PCJ, 2011) para o período de 2008-2020.

Adotou-se o fósforo total como um parâmetro conservativo, ou seja, não apresenta decaimento. O *Quadro 2.9* apresenta os dados utilizados.

Quadro 2.9. Critérios para a Estimativa da Carga Agrícola

Setor		P_t	
		Carga Unitária	Taxa de Remoção
Agrícola (kg/ha.dia)	Agricultura	0,00066	0%
	Pastagem	0,00001	0%
	Reflorestamento	0,00002	0%

FONTE: ANA (2013).

É importante destacar que no documento '*Nota Técnica sobre Cargas Poluidoras na Bacia do rio Jordão*' a Consultora apresentou também os coeficientes de uso do solo do estudo feito pela ADAPAR (2012). O resultado para a carga agrícola foi considerado superestimado para a situação observada na Bacia do rio Jordão, fato que corroborou a utilização dos valores trabalhados por Gomes *et al.* (1998) no presente estudo.

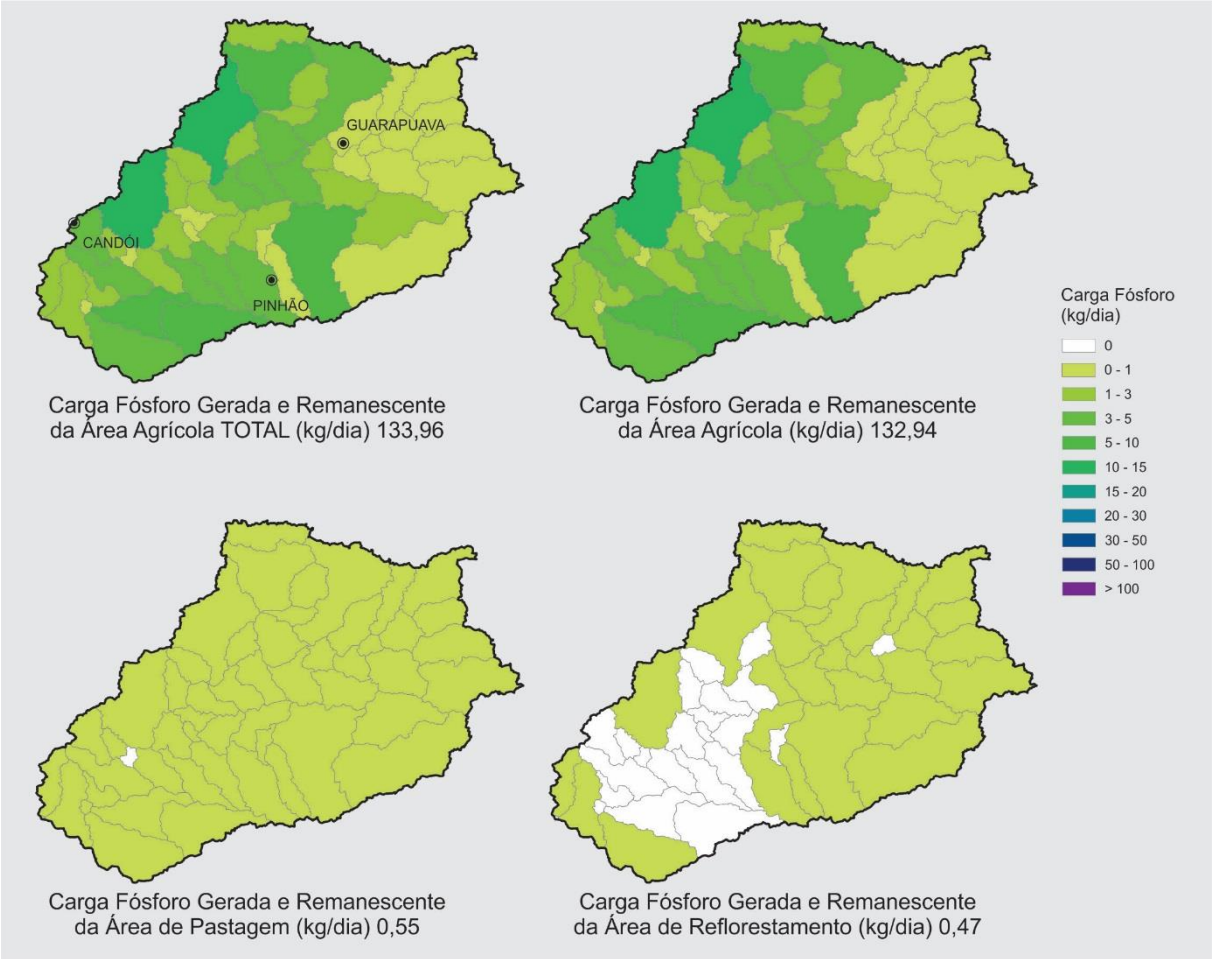
Os resultados por Seção de Controle são apresentados no *Quadro 2.10* a seguir. E os resultados por sub-bacia são apresentados na *Figura 2.5*.

Quadro 2.10. Carga Agrícola

Seção	Fósforo (kg/dia)			
	Gerada e Remanescente			
	Agricultura	Pastagem	Reflorestamento	Total
1	1,09	0,08	0,04	1,21
2	1,16	0,08	0,15	1,38
3	0,86	0,01	0,00	0,88
4	20,96	0,08	0,11	21,15
5	30,82	0,07	0,04	30,93
6	7,83	0,12	0,10	8,05
7	70,22	0,11	0,04	70,37
Total	**132,94**	**0,55**	**0,47**	**133,96**

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 2.5. Carga Gerada e Remanescente de Origem Agrícola por Sub-bacia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

- *Cargas de Origem Pecuária*

Para a análise das cargas pecuárias, foi considerado o estudo da ANA (2013) que utiliza o conceito de bovinos equivalentes - BEDA (Bovinos Equivalentes para Demanda de Água) - para o cálculo das cargas, a qual foi apresentada no Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste (SUDENE, 1980), e vem sendo aplicada em todo território nacional. A utilização do conceito BEDA aborda a estimativa das cargas pecuárias de uma maneira simplificada, na qual não há distinção da carga gerada por tipo de animal.

O cálculo da carga gerada toma como referência o valor unitário de 2g/BEDA.dia de fósforo total, conforme apresentado por Omernik (1977) no estudo do EPA (Environmental Protection Agency U.S). Como a maior parte destas cargas fica retida no solo, e depende de escoamento superficial para atingir os cursos d'água, considerou-se um abatimento de 50% para as cargas fósforo, como colocado no *Quadro 2.11*.

Quadro 2.11. Critérios para a Estimativa da Carga Pecuária

Setor		P_t	
		Carga Unitária	**Taxa de Remoção**
Pecuária	BEDA (kg/BEDA.dia)	0,02	50%

FONTE: ANA (2013).

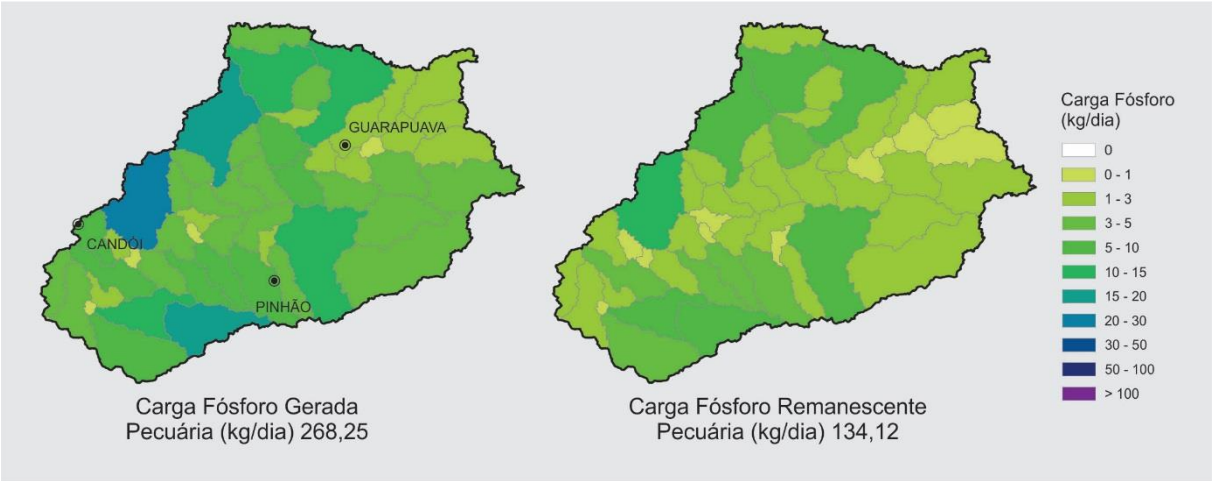
Os resultados por Seção de Controle são apresentados no *Quadro 2.12* a seguir. E os resultados por sub-bacia são apresentados na *Figura 2.6*.

Quadro 2.12. Carga Pecuária

Seção	Fósforo (kg/dia)	
	Gerada	**Remanescente**
1	9,44	4,72
2	10,50	5,25
3	2,41	1,20
4	38,75	19,37
5	54,15	27,07
6	25,91	12,96
7	127,08	63,54
Total	**268,25**	**134,12**

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 2.6. Carga Gerada e Remanescente de Origem Pecuária por Sub-bacia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

- *Cargas de Origem Industrial*

Para esta estimativa optou-se por trabalhar com as informações contidas no Cadastro de Outorga para o Lançamento de Efluentes Industriais, que conta com os dados de DBO e sólidos suspensos (SS). Como é de interesse para o enquadramento, será considerado apenas o parâmetro de DBO. O *Quadro 2.13* apresenta os dados do Cadastro da bacia do rio Jordão.

Observa-se que as informações do Cadastro permitem apenas a estimativa da carga remanescente industrial, obtida multiplicando-se a vazão solicitada, o lançamento horas/dia e a concentração de DBO. A eficiência do tratamento dos efluentes industriais varia de 85 a 100%. Para fins de cálculo, foi considerada uma eficiência do sistema na ordem de 85%, portanto a estimativa da carga industrial gerada é 6,67 vezes maior que a remanescente.

Quadro 2.13. Lista das Indústrias com Outorga para Lançamento de Efluentes

Usuário	Atividade	Município	Rio	Outorga	Publicação	Quantidade Solicitada (m^3/h)	Lançamento (horas/dia)	DBO (mg/L)
SANTA CLARA INDÚSTRIA DE PASTA E PAPEL LTDA.	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel	Candói	Rio Caracu	545/2012		60	24	50
IBERKRAFT INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE LTDA.	Fabricação de papel, papelão liso, cartolina e cartão	Guarapuava	Rio Coutinho	950/2008		60	24	50
SANTA MARIA CIA DE PAPEL E CELULOSE	Fabricação de papel, papelão liso, cartolina e cartão	Guarapuava	Rio Coutinho	288/2009		650	24	50
COOPERATIVA AGRÁRIA AGROINDUSTRIAL	Produção de óleos e gorduras vegetais e animais	Guarapuava	Rio Coutinho	1303/2011		10	24	50
COOPERATIVA AGRÁRIA AGROINDUSTRIAL	Fabricação de bebidas (incl. água mineral)	Guarapuava	Rio Pinhãozinho	442/2011		220	24	50
FRIGORÍFICO VALE DO JORDÃO LTDA.	Abate e preparação de produtos de carne e de pescado	Guarapuava	Córrego Sem Nome	951/2008		3,8	8	50
PINHO PAST LTDA.	Fabricação de papel, papelão liso, cartolina e cartão	Guarapuava	Rio Coutinho	880/2008		100	24	50
ROSILDA PADILHA DUDA - ME	Abate e preparação de produtos de carne e de pescado	Guarapuava	Córrego Sem Nome	954/2009		5	8	50
TRÓPICOS INDUSTRIAL E COMERCIAL LTDA.	Fabricação de artefatos diversos de papel, papelão, cartolina e cartão	Guarapuava	Rio das Pedras	789/2011		70	24	50

FONTE: AGUASPARANÁ (2012).

Os resultados por Seção de Controle são apresentados no *Quadro 2.14* a seguir.

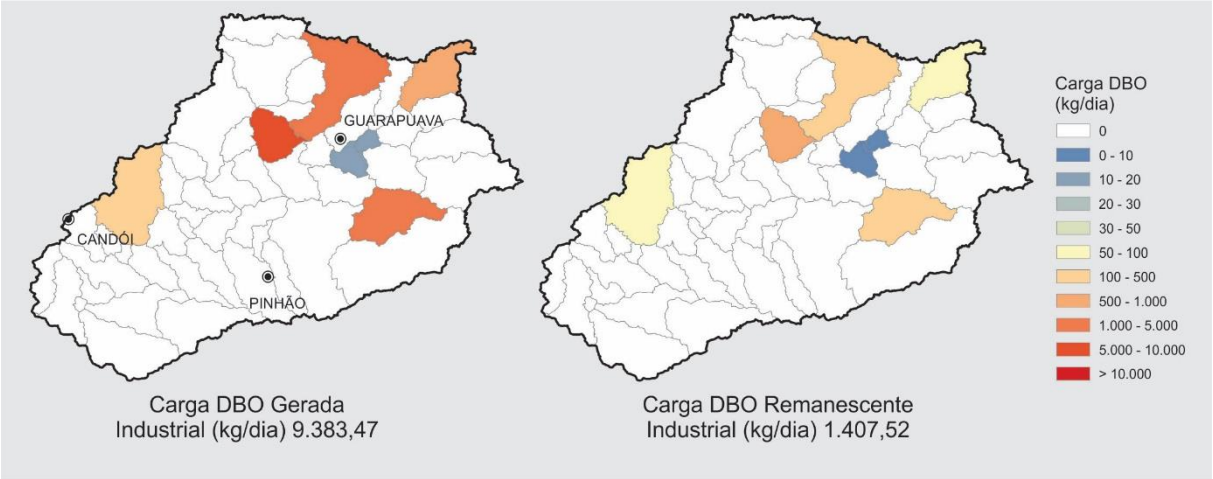
Quadro 2.14. Carga Industrial

Seção	DBO (kg/dia)	
	Gerada	Remanescente
1	570,13	85,52
2	-	-
3	-	-
4	6.560,00	984,00
5	13,33	2,00
6	1760,00	264,00
7	480,00	72,00
Total	**9.383,47**	**1.407,52**

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Os resultados por sub-bacia são apresentados na *Figura 2.7*.

Figura 2.7. Carga Gerada e Remanescente de Origem Industrial por Sub-bacia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

- *Cargas de Origem no Comércio e nos Serviços*

A metodologia aplicada no cálculo das cargas do setor de Comércio e Serviços parte do princípio usado para o setor industrial, onde se dispõe apenas das cargas remanescentes, oriundas do Cadastro de Outorgas para Lançamento de Efluentes Industriais. Entretanto, não há informações disponíveis no diagnóstico que possibilitem o cálculo da carga gerada, como eficiência de tratamento, por exemplo. Portanto, considerou-se que a carga gerada é igual à carga remanescente. Ressalta-se que devido ao baixo número de cadastros apresentados, e um somatório total de carga baixo, não há inconsistência significativa.

No *Quadro 2.15* é apresentada a lista dos estabelecimentos de comércio e serviços contidos no Cadastro de Outorga de Lançamento de Efluentes.

Quadro 2.15. Lista dos Estabelecimentos de Comércio e Serviços

Usuário	BENEFICIADORA DE BATATAS 277 LTDA.
Atividade	Comércio atacadista de matérias primas agrícolas
Município	Guarapuava
Rio	Córrego Sem Nome
Outorga	1135/2008
Quantidade Solicitada (m^3/h)	13,30
Lançamento (horas/dia)	24,00
DBO (mg/L)	50,00

FONTE: AGUASPARANÁ (2012).

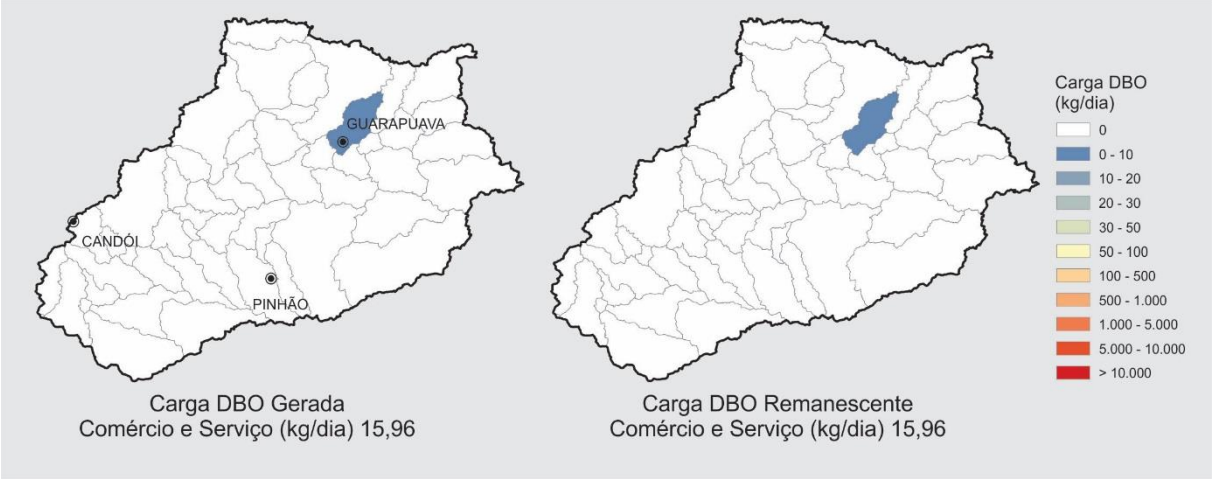
Os resultados por Seção de Controle são apresentados no *Quadro 2.16* a seguir. E os resultados por sub-bacia são apresentados na *Figura 2.8*.

Quadro 2.16. Carga Comércio e Serviços

Seção	**DBO (kg/dia)**
	Gerada e Remanescente
1	-
2	-
3	15,96
4	-
5	-
6	-
7	-
Total	**15,96**

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 2.8. Carga Gerada e Remanescente de Origem no Comércio e Serviço por Sub-bacia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Nos estudos dos cenários, as cargas poluidoras partem inicialmente dos valores descritos acima e evoluem, ao longo do tempo, para as condições projetadas em cada cenário conforme a descrição apresentada no *Capítulo 4.3*.

2.3.3. Demandas Hídricas Superficiais

Em relação às demandas hídricas, os valores de partida são aqueles apresentados no *P-01: Revisão do Diagnóstico (Atualização das Demandas Hídricas)* e, de acordo com cada

cenário elaborado, as mesmas são projetadas de acordo com a metodologia apresentada no item *3.1.1 População.*

Vale ressaltar que foi realizado um estudo comparativo entre as outorgas analisadas no produto anterior e as outorgas com dados mais recentes. Pode-se concluir que as informações previamente estudadas apresentaram resultados com maior relevância em termos quantitativos. Devido a este fator, mantiveram-se as análises feitas para tais condições de outorgas.

2.3.4. Disponibilidades Hídricas Superficiais

O cálculo das disponibilidades hídricas superficiais, assim como o Diagnóstico da Bacia do Rio Jordão, utilizou como base o posto de Santa Clara, representado pelo código 6582500, com área de drenagem de 3.930 km². O posto fluviométrico possui dados de vazões médias diárias, de setembro de 1949 a dezembro de 2006. As vazões representativas do posto fluviométrico são apresentadas no *Quadro 2.17* a seguir.

Quadro 2.17. Vazões Características

	(m³/s)	(L/s.km²)
Q_{MLT}	106,00	26,97
$Q_{100\%}$	7,41	1,89
$Q_{95\%}$	18,50	4,71
$Q_{90\%}$	26,50	6,74
$Q_{85\%}$	32,20	8,19
$Q_{80\%}$	37,40	9,52
$Q_{75\%}$	43,10	10,97
$Q_{70\%}$	47,40	12,06
$Q_{65\%}$	53,50	13,61
$Q_{60\%}$	58,30	14,83
$Q_{55\%}$	64,60	16,44
$Q_{50\%}$	71,50	18,19
$Q_{45\%}$	80,10	20,38
$Q_{40\%}$	89,50	22,77
$Q_{35\%}$	99,10	25,22
$Q_{30\%}$	110,00	27,99
$Q_{25\%}$	124,00	31,55
$Q_{20\%}$	145,00	36,90
$Q_{15\%}$	173,00	44,02
$Q_{10\%}$	214,00	54,45
$Q_{5\%}$	295,00	75,06
$Q_{7,10}$	11,30	2,88
$Q_{INTRA-ANO}$	57,45	14,62

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Para o cálculo da vazão firme (vazão regularizável intra-ano), apresentada na última linha do *Quadro 2.17*, o primeiro passo é a utilização do método histórico de dimensionamento de reservatórios (Método de Rippl). O método projeta o reservatório com os dados ocorridos no passado, não levando em conta o risco de falha ou déficit no atendimento da demanda.

Também se supõe que a série histórica de vazões irá se repetir no futuro e estima-se o volume de reservatório necessário para atender a uma demanda constante igual à vazão firme. Este método é bastante simples, e consiste no cálculo de somas parciais de balanços entre as entradas e saída de água do reservatório. Em um segundo passo, a partir dos valores gerados pelo método, seleciona-se a vazão firme correspondente a um ano, e esta é a chamada vazão regularizável intra-ano.

Com base nas vazões características específicas do posto fluviométrico, multiplicaram-se os valores à área de cada seção de controle, chegando assim aos valores de vazões características incrementais por seção de controle, como são apresentados no *Quadro 2.18.*

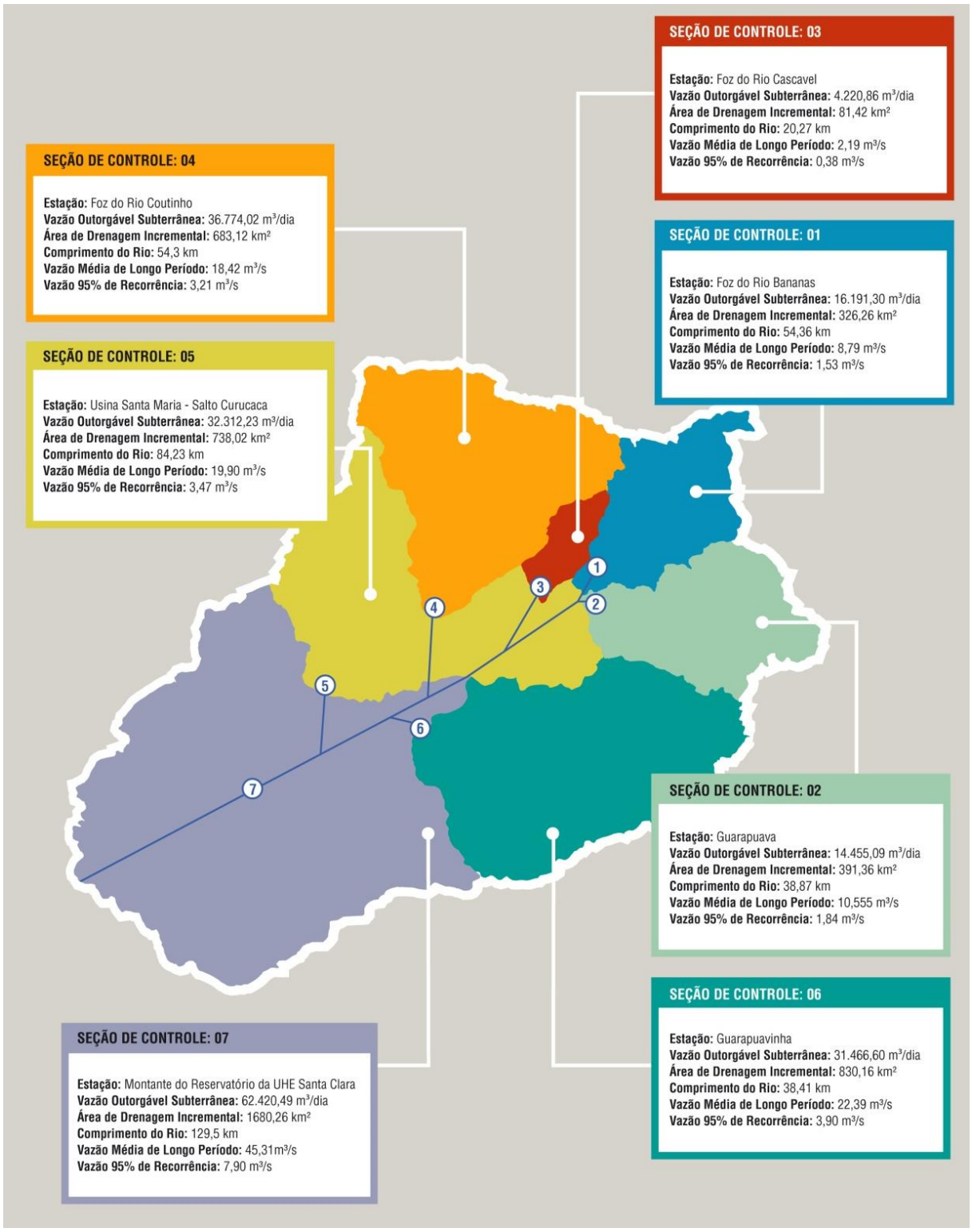
Quadro 2.18. Vazões Características por Seção de Controle

Seção	01	02	03	04	05	06	07	Foz	Vazão Específica (L/s.km²)
Área de Drenagem Incremental (km²)	326,26	391,36	81,42	683,12	738,02	830,16	1.680,26	**4.730,60**	
Q_{MLT} (m³/s)	8,80	10,56	2,20	18,43	19,91	22,39	45,32	**127,59**	26,97
$Q_{100\%}$ (m³/s)	0,62	0,74	0,15	1,29	1,39	1,57	3,17	**8,92**	1,89
$Q_{95\%}$ (m³/s)	1,54	1,84	0,38	3,22	3,47	3,91	7,91	**22,27**	4,71
$Q_{90\%}$ (m³/s)	2,20	2,64	0,55	4,61	4,98	5,60	11,33	**31,90**	6,74
$Q_{85\%}$ (m³/s)	2,67	3,21	0,67	5,60	6,05	6,80	13,77	**38,76**	8,19
$Q_{80\%}$ (m³/s)	3,10	3,72	0,77	6,50	7,02	7,90	15,99	**45,02**	9,52
$Q_{75\%}$ (m³/s)	3,58	4,29	0,89	7,49	8,09	9,10	18,43	**51,88**	10,97
$Q_{70\%}$ (m³/s)	3,94	4,72	0,98	8,24	8,90	10,01	20,27	**57,06**	12,06
$Q_{65\%}$ (m³/s)	4,44	5,33	1,11	9,30	10,05	11,30	22,87	**64,40**	13,61
$Q_{60\%}$ (m³/s)	4,84	5,81	1,21	10,13	10,95	12,32	24,93	**70,18**	14,83
$Q_{55\%}$ (m³/s)	5,36	6,43	1,34	11,23	12,13	13,65	27,62	**77,76**	16,44
$Q_{50\%}$ (m³/s)	5,94	7,12	1,48	12,43	13,43	15,10	30,57	**86,07**	18,19
$Q_{45\%}$ (m³/s)	6,65	7,98	1,66	13,92	15,04	16,92	34,25	**96,42**	20,38
$Q_{40\%}$ (m³/s)	7,43	8,91	1,85	15,56	16,81	18,91	38,27	**107,73**	22,77
$Q_{35\%}$ (m³/s)	8,23	9,87	2,05	17,23	18,61	20,93	42,37	**119,29**	25,22
$Q_{30\%}$ (m³/s)	9,13	10,95	2,28	19,12	20,66	23,24	47,03	**132,41**	27,99
$Q_{25\%}$ (m³/s)	10,29	12,35	2,57	21,55	23,29	26,19	53,02	**149,26**	31,55
$Q_{20\%}$ (m³/s)	12,04	14,44	3,00	25,20	27,23	30,63	61,99	**174,54**	36,90
$Q_{15\%}$ (m³/s)	14,36	17,23	3,58	30,07	32,49	36,54	73,97	**208,24**	44,02
$Q_{10\%}$ (m³/s)	17,77	21,31	4,43	37,20	40,19	45,20	91,50	**257,60**	54,45
$Q_{5\%}$ (m³/s)	24,49	29,38	6,11	51,28	55,40	62,31	126,13	**355,10**	75,06
$Q_{7,10}$ (m³/s)	0,94	1,13	0,23	1,96	2,12	2,39	4,83	**13,60**	2,88
$Q_{INTRA-ANO}$ (m³/s)	4,77	5,72	1,19	9,99	10,79	12,14	24,57	**69,16**	14,62

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Para facilitar a visualização, a *Figura 2.9* apresenta os valores das principais vazões incrementais características por seção de controle, além do comprimento do rio e da área de drenagem.

Figura 2.9. Espacialização das Vazões Características por Seção de Controle



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Nos cenários as disponibilidades hídricas não serão afetadas, pois não são representativas as consequências das mudanças climáticas na região da Bacia do Jordão.

3. A ESTRUTURAÇÃO DOS CENÁRIOS

3.1. Elementos Articulados nos Cenários

A avaliação dos impactos dos cenários tem por objetivo a definição das estratégias de gestão dos recursos hídricos antecipando situações de conflito que podem vir a ocorrer até o horizonte do plano, fixado em 2030. Isso exige que sejam feitas projeções a respeito das demandas e das disponibilidades, tanto para avaliar questões como o risco do balanço entre disponibilidade e demanda de uma região, bem como a qualidade ambiental dos rios e corpos d'água, ambas essenciais para o desenvolvimento, a saúde e a qualidade ambiental da população.

Na prospecção dos futuros impactos sobre a disponibilidade quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos na Bacia do rio Jordão, os cenários do *PBH-Jordão* procuraram caracterizar a evolução possível da demografia, das atividades produtivas e do uso do solo na bacia, articulando as seguintes variáveis:

- A localização, o tamanho e o ritmo de crescimento das aglomerações urbanas na bacia, e a distribuição da população rural e suas concentrações, bem como a caracterização dos seus sistemas de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto;

- As principais atividades produtivas na bacia e suas tendências de expansão, principalmente grandes indústrias, agricultura extensiva, agricultura irrigada, reflorestamentos e sua caracterização em termos de localização, consumo de água e lançamento de efluentes[5];

- O grau de restrição associado a prioridades ambientais, como a criação de Unidades de Conservação (parques, reservas privadas, APAs, etc.).

- As expectativas de evolução dos investimentos em sistemas de saneamento básico, e o impacto desses investimentos sobre a qualidade ambiental dos rios, com reflexo nos riscos associados ao seu enquadramento.

3.1.1. População

A evolução da população total dos municípios com território na bacia do rio Jordão foi analisada desde o censo do ano 1980. Já a projeção populacional para o horizonte do plano (2030) foi calculada pelo IPARDES[6].

Como pode ser observado no *Quadro 3.1*, a população total dos municípios com área na bacia em 2010 era de pouco mais de 240 mil pessoas, sendo que as maiores concentrações populacionais situavam-se nos municípios de Guarapuava (167.328 pessoas, ou 70% da população total) e Pinhão (30.208 habitantes, ou 13% do total).

[5] Lançamento de efluentes será posteriormente considerado nos demais produtos do estudo como uso consuntivo, uma vez que impacta na vazão da água dos rios.

[6] Os valores foram ajustados devido a inconsistências nas projeções da população rural.

A estimativa da população efetivamente residente na bacia em 2010 é de aproximadamente 198 mil pessoas (83% do total dos municípios), dos quais 176 mil (89%) em áreas urbanas. O município de Guarapuava concentra a maior parte da população da bacia em sua área urbana (153 mil habitantes) e na área rural (11 mil pessoas)[7].

Quadro 3.1. População e Projeções Populacionais na Bacia do rio Jordão

Município	Rural/Urbano	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040
Guarapuava		158.587	159.539	155.161	167.328	180.449	194.599	209.859
	Urbano	89.951	113.536	141.694	152.993	165.193	178.366	192.589
	Rural	68.636	46.003	13.467	14.335	15.256	16.233	17.269
Pinhão		33.455	34.866	28.408	30.208	32.122	34.114	36.322
	Urbano	12.790	10.844	13.734	15.317	17.082	19.035	21.247
	Rural	20.665	24.022	14.674	14.891	15.040	15.079	15.074
Inácio Martins		10.459	13.435	10.963	10.943	10.923	14.950	23.052
	Urbano	2.063	2.468	4.078	6.288	9.696	14.950	23.052
	Rural	8.396	10.967	6.885	4.655	1.227	0	0
Candói		0	0	14.185	14.983	15.826	16.717	17.758
	Urbano			5.158	7.026	9.571	13.037	17.758
	Rural	0	0	9.027	7.957	6.255	3.680	0
Reserva do Iguaçu		2.189	7.493	6.678	7.307	7.995	8.748	9.572
	Urbano	81	616	3.340	3.905	4.565	5.338	6.241
	Rural	2.108	6.877	3.338	3.402	3.430	3.410	3.331
Campina do Simão		5.217	5.370	4.365	4.076	3.806	3.554	3.319
	Urbano	463	786	1.261	1.388	1.528	1.682	1.851
	Rural	4.754	4.584	3.104	2.688	2.278	1.872	1.468
Foz do Jordão		0	0	6.378	5.420	4.606	3.914	3.326
	Urbano			4.312	3.927	3.576	3.257	2.966
	Rural	0	0	2.066	1.493	1.030	657	360
Total Geral		**209.907**	**220.703**	**226.138**	**240.265**	**255.727**	**276.596**	**303.207**

FONTE: Elaborado pela Consultora.

A dinâmica demográfica na bacia expressa o papel polarizador do município de Guarapuava, sendo que a maior parte dos outros municípios da bacia surgiu a partir do desmembramento deste. Também se observa ainda a tendência histórica do interior do Paraná, com um crescimento menos expressivo nas cidades menores, inclusive com decréscimo populacional em alguns como Campina do Simão e Foz do Jordão, e um crescimento mais acelerado na cidade polo de Guarapuava.

Isso reflete principalmente a consolidação da agricultura extensiva e do esgotamento das áreas ainda apropriadas para expansão agrícola, com intensificação das atividades dos setores secundário e terciário, tipicamente urbanas. Uma vez que o horizonte dos cenários do plano é o ano de 2030, não se espera alterações significativas nessas tendências

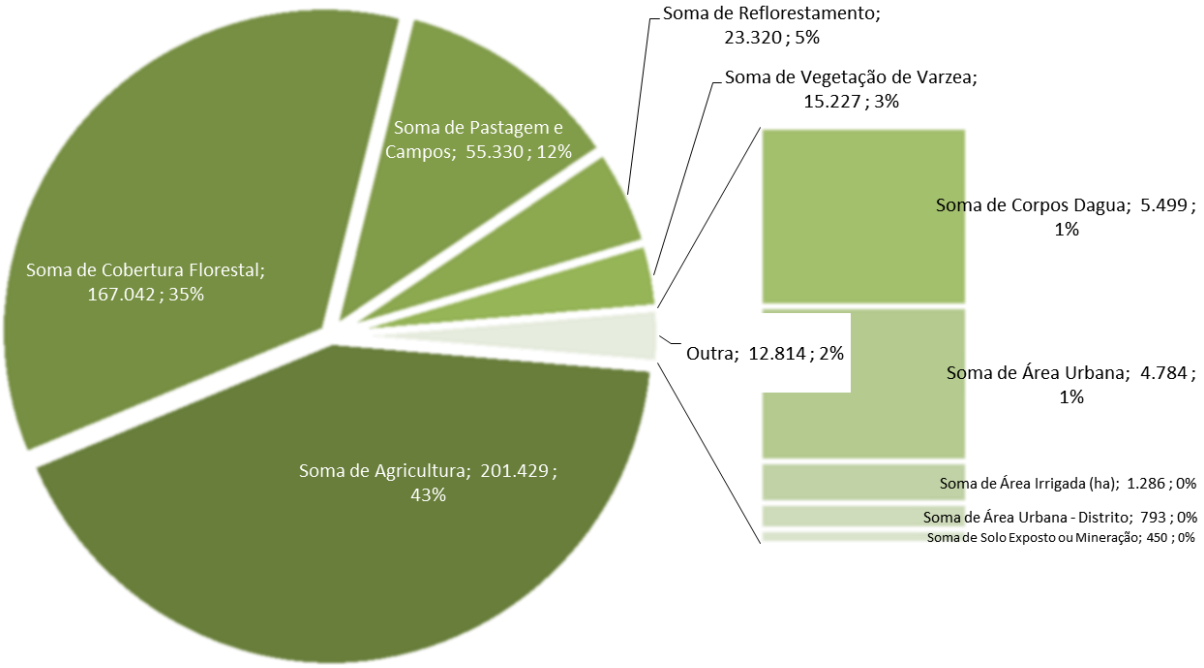
[7] Essa estimativa foi feita com base nas células do cubo, que foram determinadas com base nos setores censitários, como descrito anteriormente.

consolidadas nesse prazo, fazendo com que as projeções populacionais sejam as mesmas para todos os cenários considerados.

3.1.2. Agricultura e Agricultura Irrigada

Segundo as informações disponíveis sobre o uso do solo na Bacia do rio Jordão, baseadas em imagens de 2005, dos 473.874 hectares da bacia, cerca de 200 mil (43%) estavam ocupados por agricultura e 190 mil (40%) por florestas ou reflorestamentos. Somente uns 12% da área da bacia consistiam em campos e pastagens, restando ainda 5% ocupados por todos outros usos, tais como várzeas, corpos d´água, áreas urbanas e outros.

Figura 3.1. Classes de Uso do Solo e sua participação na Área da Bacia do rio Jordão (dados de 2005)



FONTE: Adaptado de SEMA, 2005.

Fica evidente, portanto, a importância da agricultura e do reflorestamento como atividades econômicas produtivas que determinariam, em grande medida, a evolução dos padrões de uso do solo na Bacia.

A expansão dessas áreas de produção na Bacia é influenciada pelo ritmo do crescimento econômico no país e no mundo. Sem dúvida, as perspectivas atuais apontam para um quadro de recessão, ou ao menos uma diminuição sensível em termos do crescimento do PIB global, frutos de crises financeiras, bolhas imobiliárias que explodem, terremotos e tsunamis, guerras e revoltas civis e outros fatores perturbadores. Isso afeta principalmente os grandes compradores das *commodities* agrícolas e da produção agropecuária brasileira, como os países europeus, o Japão, os Estados Unidos e os países do Oriente Médio.

Tais tendências são monitoradas e seu impacto sobre o ritmo das exportações brasileiras pode ser sentido, afetando as projeções oficialmente publicadas pelo Ministério do Planejamento (para o país) e pelos órgãos de planejamento do Estado do Paraná. Uma das coisas que essas projeções têm em comum é o foco no curto prazo. Isso é justificável, tendo

em vista que tais projeções procuram refletir as expectativas e, de alguma forma, orientar as decisões de investimento dos setores produtivos envolvidos no curto e no médio prazo; no caso do setor agroindustrial, as safras do próximo ano.

Em horizontes de mais longo prazo, no entanto, interessa muito mais observar os ritmos de crescimento efetivamente observado na bacia, através das estatísticas disponíveis em órgãos como o IBGE e o IPARDES. Mesmo assim, essas informações devem ser avaliadas com cuidado, tendo em vista as dificuldades de precisão inerentes aos estudos oficiais.

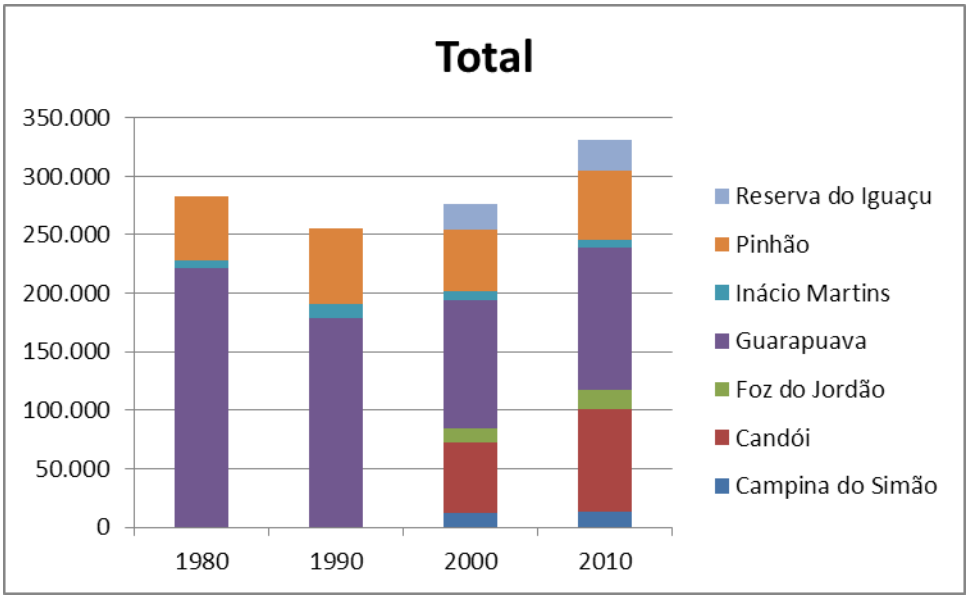
O *Quadro 3.2* apresenta os valores das áreas agrícolas colhidas totais nos anos de 1980, 2000 e 2010 nos municípios com território da Bacia do rio Jordão, com o cálculo das taxas médias anuais de crescimento no longo prazo (1980-2010) e no curto prazo (2000-2010). A *Figura 3.2*, elaborada a partir desses dados, compara os ritmos de crescimento de longo e de curto prazo.

Quadro 3.2. Área Colhida nos Municípios da bacia 1980-2010

Município	1980	1990	2000	2010
Campina do Simão	-	-	11.630	13.453
Candói	-	-	60.376	87.694
Foz do Jordão	-	-	12.428	15.849
Guarapuava	221.796	178.969	109.758	122.142
Inácio Martins	5.775	11.241	7.451	6.102
Pinhão	55.458	65.399	52.309	59.340
Reserva do Iguaçu	-	-	22.774	26.857
Total	**283.029**	**255.609**	**276.726**	**331.437**

FONTE: IPEADATA (IBGE).

Figura 3.2. Área Colhida entre 1980 e 2010



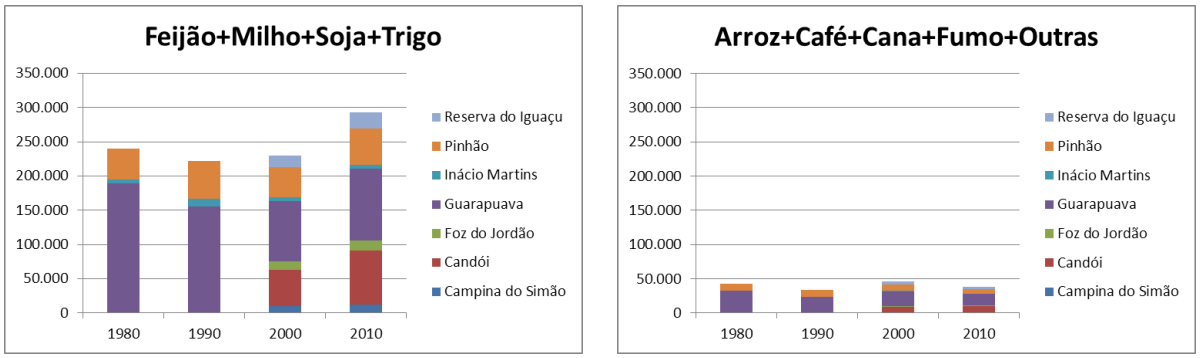
FONTE: Elaborado pela Consultora.

Pode ser observado que as áreas agrícolas (área colhida total) têm crescido a um ritmo mais acelerado na última década 2000-2010 (1,82% a.a.) do que nas três décadas anteriores (0,53% a.a.). Isso poderia estar indicando que o setor primário de agricultura

ainda tem uma expressão econômica importante na bacia, e deve permanecer assim no horizonte do Plano.

A ocupação do espaço da bacia pela agricultura tem diversos impactos sobre os recursos hídricos, dependendo do tipo de cultura e da intensidade do uso. No que diz respeito à evolução dos tipos de cultura, a *Figura 3.3* mostra as áreas colhidas por tipo de cultura com dados dos municípios que tem expressão territorial na Bacia.

Figura 3.3. Comparação das Áreas Colhidas por Tipo de Cultura e Município



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Conforme pode ser observado, a produção de grãos (soja, milho, trigo feijão e outras) é predominante, ocupando em 2010 88% dos 331 mil hectares da área agrícola colhida nesses municípios.

3.1.3. Áreas de Restrição Ambiental à Ocupação

A questão envolvendo as restrições ambientais está diretamente associada à manutenção da qualidade das águas da bacia; isso porque, a cobertura vegetal atua como uma barreira física ao carreamento de sedimentos e demais elementos encontrados no solo. Por isso, práticas de conservação dos solos têm uma importância significativa neste contexto.

As modificações ocasionadas na estrutura e nos processos dos ecossistemas aquáticos são ocasionadas pela forte influência antrópica, podendo ser diretas (usos diversos da água para navegação, geração de energia, depósito de poluentes, irrigação, controle de inundações, introduções de espécies exóticas, etc.) ou indiretas (desmatamentos, assoreamento, agricultura da terra firme, pastagens, e outras degradações difusas). Há ainda as perdas de biodiversidade e a diminuição da capacidade de sobrevivência de certas espécies. Com o intuito de proteger os recursos hídricos e também os ecossistemas, foram criadas áreas de restrição ambiental que resultam da compilação de diferentes informações, as quais serão apresentadas a seguir.

O objetivo da criação destes parâmetros de restrição foi a obtenção de dois cenários distintos, sendo um deles mais conservador, utilizando as informações da “Alta Restrição Ambiental”, e outro mais permissivo, utilizando as informações da “Baixa Restrição Ambiental”.

Alta Restrição Ambiental

Neste critério, que segue literalmente as diretrizes contidas no Novo Código Florestal – Lei Ordinária N° 12.651/12 –, se prioriza a preservação da vegetação através da "criação" de novas Unidades de Conservação e a manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e demais elementos que têm relação direta com a cobertura vegetal. As premissas adotadas para este critério foram as seguintes:

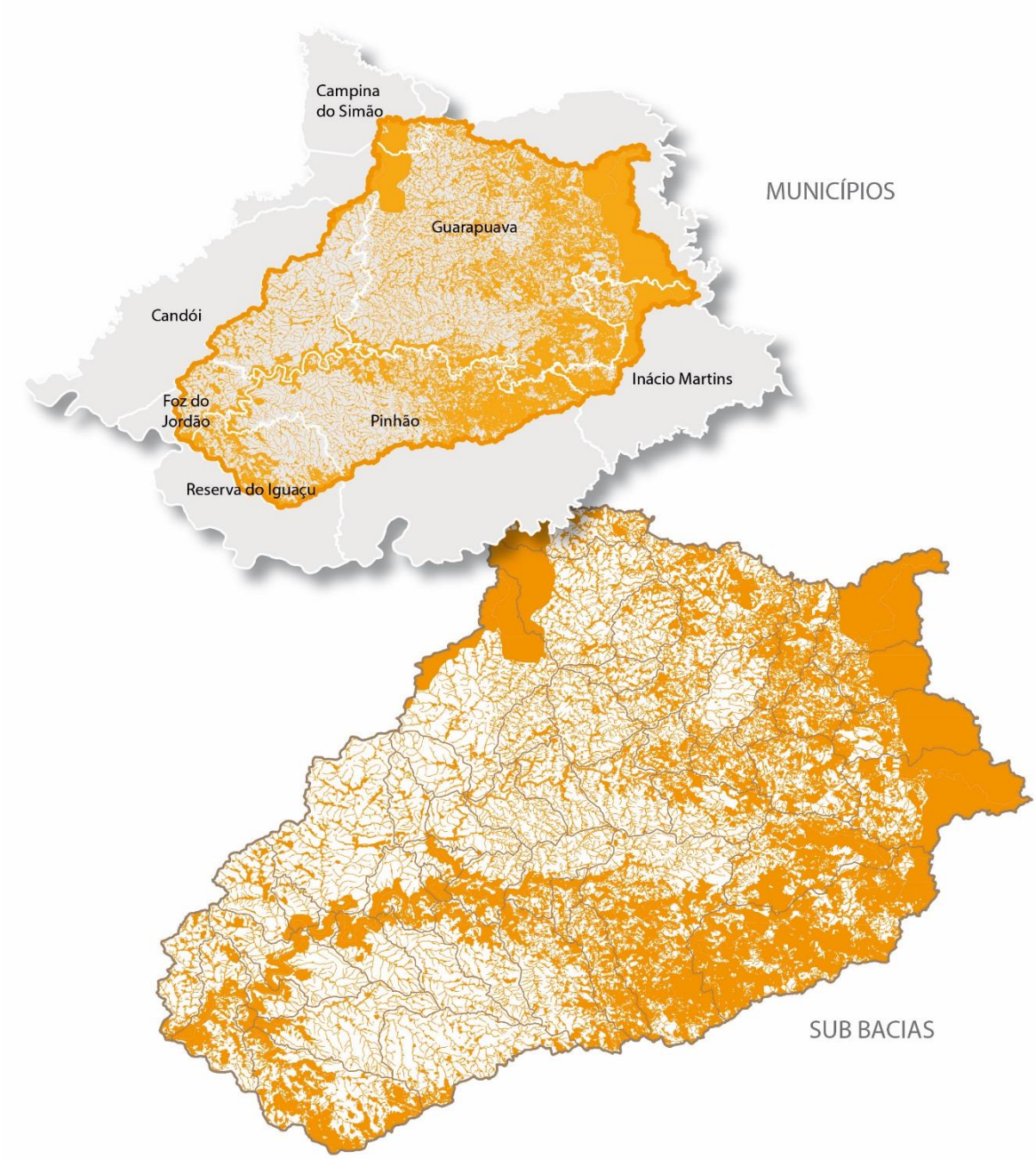
- APPs de 100 metros nas margens do rio Jordão, devido à sua largura estar entre 50 e 200 metros, de 30 metros nas margens dos demais cursos d'água, e de 50 metros para os reservatórios. Estes critérios foram definidos de acordo com o Novo Código Florestal de 2012, Lei Ordinária n° 12.651/12;

- Unidades de Conservação (SEMA, 2006): a manutenção de Unidades de Conservação propicia benefícios quanto à garantia da disponibilidade de água atual e futura, em termos de quantidade e qualidade, para os diversos usos da sociedade. Foram consideradas todas as Unidades de Conservação para a Bacia do Jordão, de Uso Sustentável e Proteção Integral;

- Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCBs):

    - Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007): em relação às APCBs, foram consideradas as áreas já protegidas, as áreas que, de acordo com os critérios do MMA, serão convertidas em Unidades de Conservação futuramente e áreas em recuperação ambiental.

Figura 3.4. Áreas Identificadas pelo Vetor "Alta Restrição Ambiental"



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Baixa Restrição Ambiental

Este critério atua de maneira oposta em relação ao anterior, ou seja, a cobertura vegetal não é priorizada. As premissas adotadas para este critério também foram baseados no Novo Código Florestal, porém com certas limitações. Tais premissas e suas respectivas justificativas estão dispostas a seguir:

- APPs de 50 metros nas margens do rio Jordão – O Novo Código Florestal estabelece que deve ser respeitado uma margem mínima de 50 metros para rios com largura entre 10 e 50 metros, fato este que acontece em alguns trechos do rio Jordão;

- APPs de 15 metros nas margens dos demais cursos d'água – O Código Florestal estabelece que em locais onde já existam áreas consolidadas de APP, reduz-se a largura mínima de matas ciliares para 15 metros, fato este que acontece em diversos cursos d'água na bacia do rio Jordão, e;

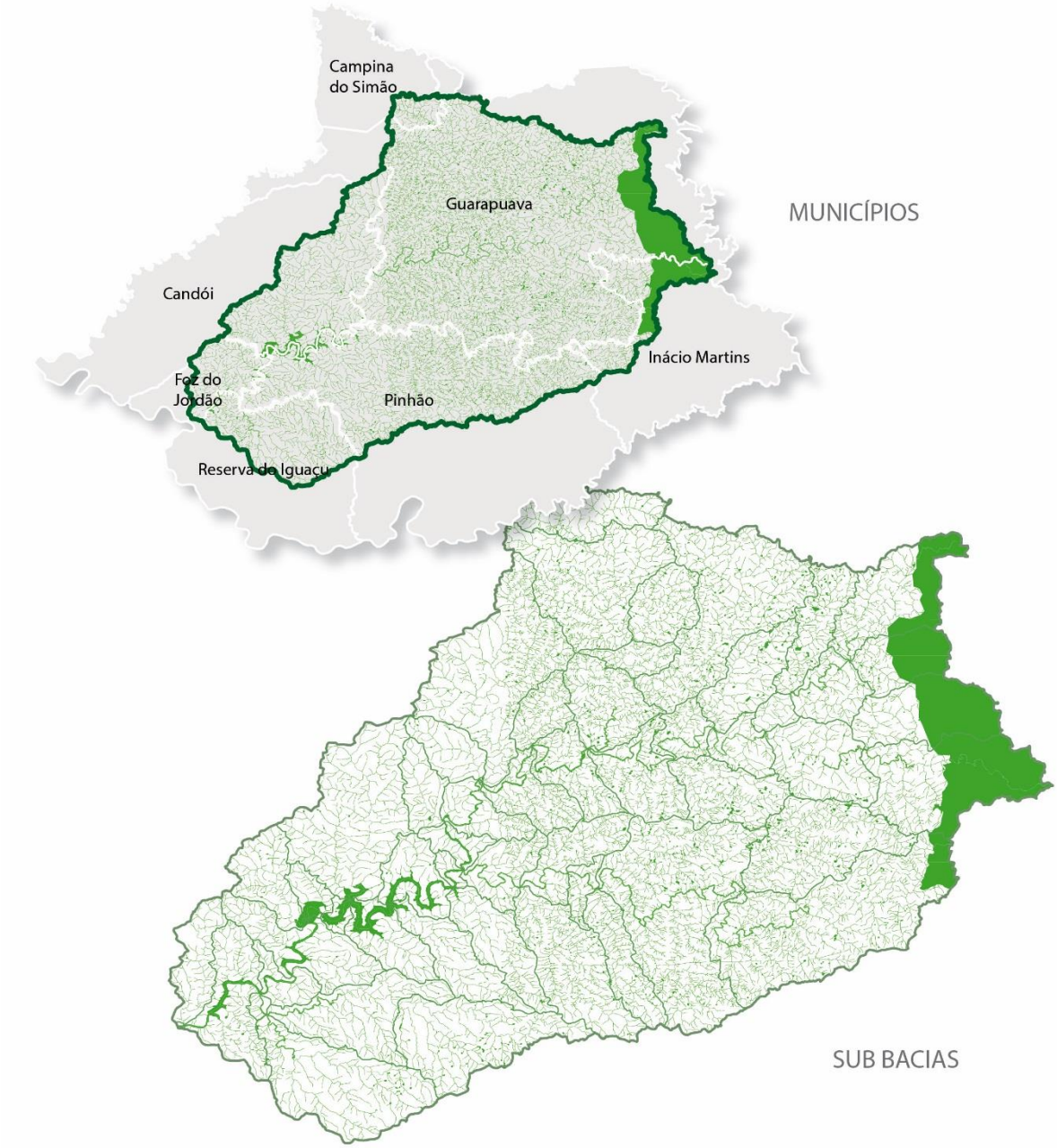
- APPs de 50 metros para os reservatórios – Mesmo critério adotado para a Alta Restrição Ambiental;

- Unidades de Conservação (SEMA, 2006): a manutenção de Unidades de Conservação propicia benefícios quanto à garantia da disponibilidade de água atual e futura, em termos de quantidade e qualidade, para os diversos usos da sociedade. Foram consideradas todas as Unidades de Conservação para a Bacia do Jordão, de Uso Sustentável e Proteção Integral;

- Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCBs):

    - Não foram consideradas as APCBs do MMA.

Figura 3.5. Áreas Identificadas pelo Vetor “Baixa Restrição Ambiental”



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Analisando as áreas de restrições ambientais por município, é possível ver as áreas resultantes de cada critério definido em cada restrição ambiental, tanto na “alta” quanto na “baixa”. No *Quadro 3.3* abaixo é possível avaliar essas áreas separadamente. É importante ressaltar que as áreas dos diferentes critérios podem estar sobrepostos entre si, por isso a área total da restrição ambiental não corresponde à soma direta entre os critérios.

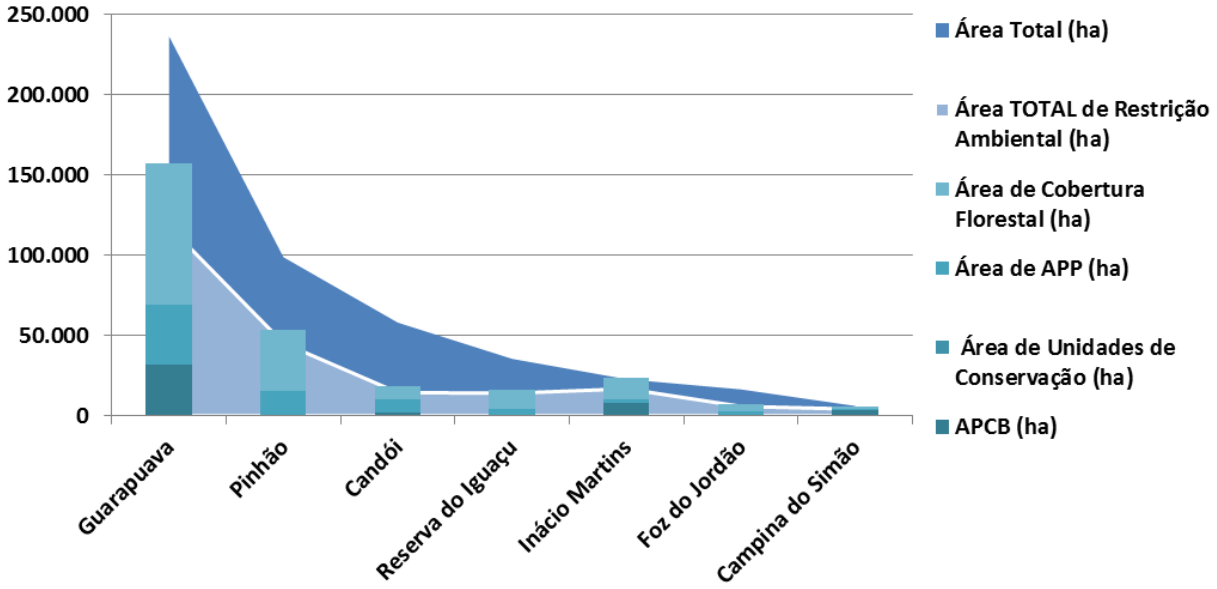
Quadro 3.3. Áreas de Restrição Ambiental por Municípios

Município	Área Total (ha)	APCB (ha)	Área de Unidades de Conservação (ha)	Área de APP (ha)	Área de Cobertura Florestal (ha)	Área TOTAL de Restrição Ambiental (ha)	APCB (ha)	Área de Unidades de Conservação (ha)	Área de APP (ha)	Área TOTAL de Restrição Ambiental (ha)
Guarapuava	236.174	31.664	0	37.415	88.355	**117.863**	17.759	0	21.116	**36.194**
Pinhão	98.740	0	175	14.926	38.216	**45.260**	0	175	8.773	**8.295**
Candói	58.039	1.758	306	8.020	8.388	**14.502**	0	306	5.023	**4.684**
Reserva do Iguaçu	35.461	0	0	4.201	12.062	**14.078**	0	0	2.417	**2.235**
Inácio Martins	22.813	7.688	0	2.840	13.252	**16.837**	7.688	0	1.540	**8.718**
Foz do Jordão	16.472	0	93	2.619	4.839	**5.883**	0	93	1.647	**1.460**
Campina do Simão	6.174	3.342	0	787	1.928	**4.190**	0	0	410	**404**
TOTA DA BACIA	**473.874**	**44.452**	**573**	**70.808**	**167.042**	**218.615**	**25.448**	**573**	**40.927**	**61.989**

FONTE: Elaborado pela Consultora.

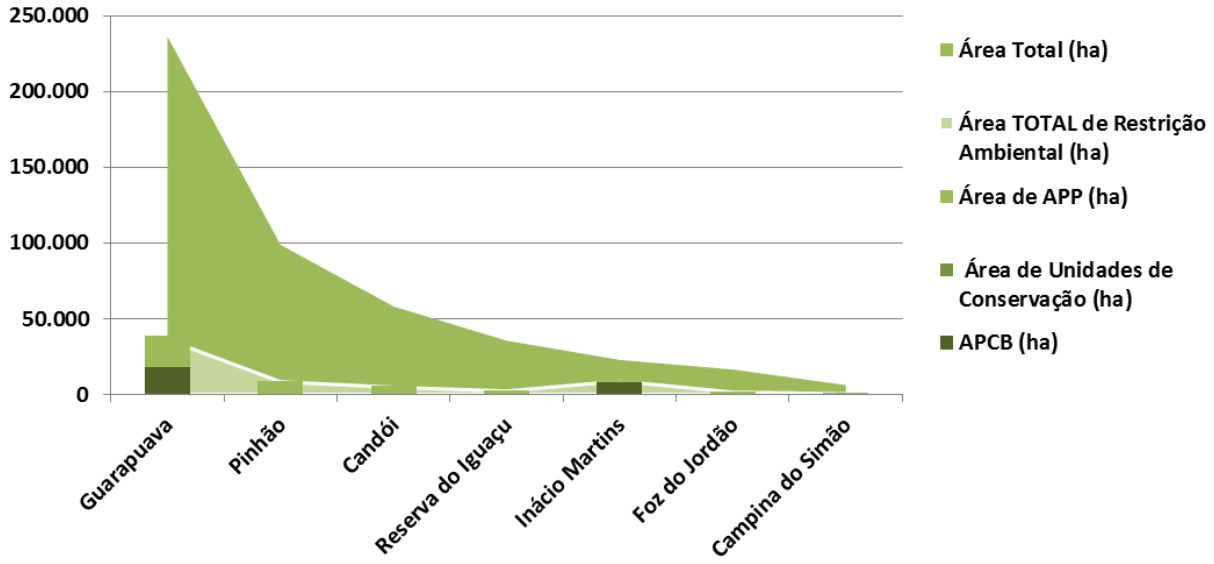
Fazendo a mesma análise, somente representada de outra maneira, estão distribuídas as áreas de alta e baixa restrição ambiental em ordem decrescente pela área total do município dentro da bacia. A área total do município dentro da bacia está com preenchimento no tom mais escuro no fundo do gráfico, e o preenchimento com tom mais claro está a área total da restrição ambiental, considerando as sobreposições.

Figura 3.6. Áreas de Alta Restrição Ambiental por município



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 3.7. Áreas de Baixa Restrição Ambiental por microrregião



FONTE: Elaborado pela Consultora.

3.2. O Cenário de Partida

O Cenário de Partida (também chamado de "Cenário Hoje", ou "Tempo Zero") é uma representação, em termos das variáveis que serão articuladas nos diversos cenários, da situação atual. Os valores das variáveis são determinados a partir das situações encontradas e identificadas nos Estudos de Diagnóstico, mas os seus impactos sobre os riscos dos balanços, quantitativo e qualitativo, são avaliados com a metodologia que será empregada, mais adiante, para avaliar os diversos cenários do Plano.

Neste sentido, o Cenário de Partida é uma releitura dos dados do diagnóstico traduzidos em termos dos modelos de avaliação dos impactos dos cenários e pode ser visto como a "calibragem" desses modelos para a situação atual.

O Cenário de Partida fornece uma linha-base, uma referência em relação à qual os impactos das diversas possibilidades de evolução serão comparados. Enquanto que o Cenário de Partida se refere a situações "de fato", como inferidas pelas informações coletadas até 2013, os cenários aqui projetados se referem a potenciais futuros, como já foi dito. O caminho da evolução de todas as variáveis e, consequentemente, dos seus impactos, é uma trajetória linear (ou *log-linear*) e contínua entre o Cenário de Partida e qualquer dos cenários projetados – não se prevê descontinuidades: estas são tratadas por diferentes cenários. Ao longo dessa trajetória é possível fazer, então, fotografias intermediárias nos diversos horizontes do Plano, nos anos de 2015, 2020 e 2030.

3.2.1. Balanço entre Disponibilidade e Demanda

Para o Cenário de Partida foram utilizadas as informações de demanda de retirada provenientes do *P-01 - Parcial - Atualização das Demandas Hídricas* e comparadas com as curvas de duração das vazões em cada sub-bacia. Os resultados numéricos são mostrados no *Quadro 3.4,* e a visualização da situação da Bacia pode ser feita na *Figura 3.9*.

Quadro 3.4. Níveis de Risco do Balanço entre Disponibilidade e Demanda por Sub-bacia – Cenário de Partida

Sub-bacias	$Q_{100\%}$ (L/s)	$Q_{95\%}$ (L/s)	$Q_{90\%}$ (L/s)	$Q_{70\%}$ (L/s)	$Q_{50\%}$ (L/s)	$Q_{MÉDIA}$ (L/s)	Demanda Total (L/s)	Nível de Risco	Balanço Hídrico
01	342,54	855,20	1.225,01	2.191,15	3.305,22	4.900,05	3,24	1	0,00
02	210,11	524,57	751,41	1.344,03	2.027,39	3.005,64	4,53	1	0,01
03	192,02	479,40	686,71	1.228,31	1.852,83	2.746,85	4,84	1	0,01
04	230,14	574,57	823,03	1.472,14	2.220,63	3.292,12	51,84	1	0,09
05	123,55	308,46	441,85	790,33	1.192,17	1.767,41	3,09	1	0,01
06	105,41	263,17	376,98	674,29	1.017,13	1.507,92	3,94	1	0,01
07	127,19	317,54	454,85	813,58	1.227,23	1.819,40	7,11	1	0,02
08	33,23	82,97	118,85	212,59	320,68	475,42	273,41	5	3,30
09	74,93	187,08	267,98	479,34	723,05	1.071,94	2,64	1	0,01
10	150,90	376,74	539,66	965,28	1.456,06	2.158,64	34,92	1	0,09
11	69,21	172,80	247,53	442,75	667,86	990,11	1,95	1	0,01
12	159,06	397,11	568,83	1.017,46	1.534,77	2.275,33	28,76	1	0,07
13	153,17	382,40	547,76	979,76	1.477,91	2.191,03	31,48	1	0,08
14	164,13	409,76	586,95	1.049,87	1.583,66	2.347,81	1,99	1	0,00
15	348,82	870,88	1.247,47	2.231,33	3.365,82	4.989,88	130,72	1	0,15
16	119,05	297,22	425,74	761,52	1.148,70	1.702,97	3,80	1	0,01
17	56,23	140,39	201,11	359,71	542,60	804,42	2,13	1	0,02
18	440,23	1.099,09	1.574,37	2.816,04	4.247,83	6.297,48	134,52	1	0,12
19	161,77	403,88	578,54	1.034,81	1.560,95	2.314,14	353,97	2	0,88
20	119,74	298,96	428,24	765,98	1.155,43	1.712,94	7,14	1	0,02
21	80,17	200,16	286,72	512,85	773,60	1.146,87	3,11	1	0,02
22	113,82	284,17	407,06	728,10	1.098,29	1.628,23	4,37	1	0,02
23	436,66	1.090,18	1.561,62	2.793,23	4.213,42	6.246,46	13,21	1	0,01
24	0,47	1,16	1,66	2,98	4,49	6,66	0,02	1	0,02
25	89,48	223,41	320,02	572,41	863,44	1.280,06	39,31	1	0,18
26	93,00	232,18	332,58	594,88	897,35	1.330,33	2,94	1	0,01
27	78,71	196,52	281,50	503,52	759,52	1.126,01	0,74	1	0,00
28	47,53	118,66	169,97	304,02	458,59	679,87	0,63	1	0,01
29	594,87	1.485,17	2.127,41	3.805,26	5.740,00	8.509,64	4,97	1	0,00
30	283,44	707,65	1.013,66	1.813,10	2.734,96	4.054,62	75,27	1	0,11
31	570,36	1.423,96	2.039,73	3.648,43	5.503,43	8.158,93	32,25	1	0,02
32	123,94	309,43	443,24	792,81	1.195,91	1.772,96	8,36	1	0,03
33	38,86	97,02	138,98	248,58	374,97	555,90	1,21	1	0,01
34	128,88	321,76	460,90	824,40	1.243,56	1.843,60	5,15	1	0,02
35	254,19	634,62	909,05	1.625,99	2.452,71	3.636,18	28,99	1	0,05
36	99,86	249,30	357,11	638,76	963,52	1.428,44	2,11	1	0,01
37	19,47	48,62	69,64	124,57	187,90	278,56	0,01	1	0,00
38	147,22	367,56	526,51	941,75	1.420,57	2.106,02	0,51	1	0,00
39	110,16	275,02	393,95	704,65	1.062,92	1.575,80	95,30	1	0,35
40	139,64	348,63	499,39	893,26	1.347,42	1.997,58	0,22	1	0,00
41	115,85	289,22	414,29	741,04	1.117,81	1.657,18	3,84	1	0,01
42	404,70	1.010,40	1.447,32	2.588,80	3.905,05	5.789,30	51,80	1	0,05

Sub-bacias	$Q_{100\%}$ (L/s)	$Q_{95\%}$ (L/s)	$Q_{90\%}$ (L/s)	$Q_{70\%}$ (L/s)	$Q_{50\%}$ (L/s)	$Q_{MÉDIA}$ (L/s)	Demanda Total (L/s)	Nível de Risco	Balanço Hídrico
43	20,03	50,00	71,62	128,10	193,23	286,47	0,03	1	0,00
44	42,35	105,74	151,47	270,92	408,67	605,86	0,35	1	0,00
45	122,07	304,76	436,55	780,84	1.177,85	1.746,19	1,70	1	0,01
46	183,19	457,35	655,12	1.171,79	1.767,58	2.620,47	1,47	1	0,00
47	59,64	148,89	213,27	381,48	575,43	853,09	0,65	1	0,00
48	294,39	734,98	1.052,81	1.883,15	2.840,61	4.211,26	2,68	1	0,00
49	217,68	543,48	778,49	1.392,47	2.100,46	3.113,97	12,88	1	0,02
50	334,03	833,94	1.194,56	2.136,68	3.223,05	4.778,23	4,70	1	0,01
51	11,80	29,46	42,20	75,48	113,86	168,80	0,17	1	0,01
52	185,72	463,67	664,17	1.187,99	1.792,01	2.656,69	8,90	1	0,02
53	110,10	274,88	393,74	704,28	1.062,36	1.574,96	9,68	1	0,04
54	1,16	2,90	4,16	7,44	11,22	16,64	0,02	1	0,01

FONTE: Elaborado pela Consultora.

A *Figura 3.8* a seguir apresentam a comparação entre as demandas hídricas e a disponibilidade hídrica para diversos tempos de recorrência. Essa comparação permite a definição de níveis de risco do “balanço quantitativo” em cada uma das 54 sub-bacias, 27 afluentes principais adotados no Diagnóstico e as 7 Seções de Controle em que a Bacia do rio Jordão foi dividida.

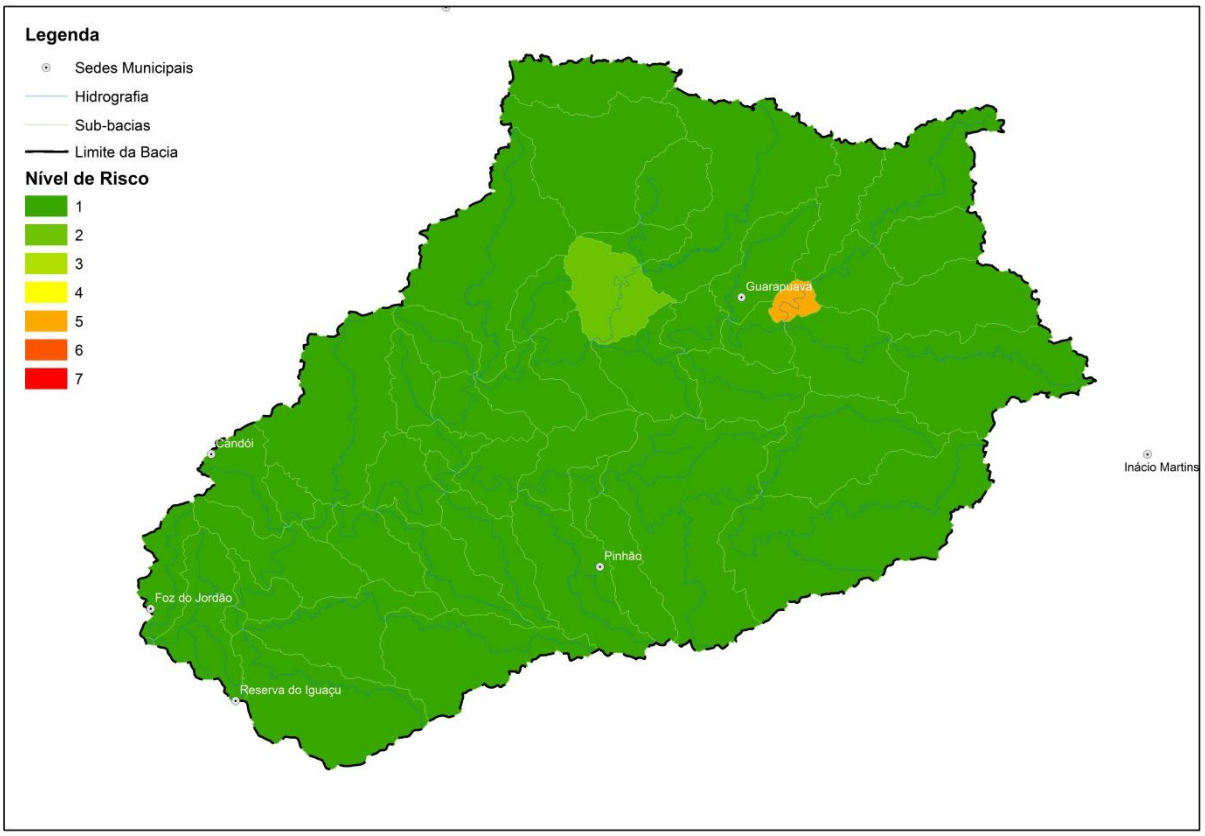
Figura 3.8. Cenário de Partida (C0): Comparação entre Demandas e Disponibilidade (L/s)

		1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) Sub-bacia do Diagnóstico (27) Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)	Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
01	339,39	-	619,52	1.546,71	2.215,56	4.803,73	5.977,84	8.862,27	1	0,2194
01 - Rio das Pedras	339,39	-	619,52	1.546,71	2.215,56	4.803,73	5.977,84	8.862,27	1	0,2194
04	51,84	-	230,14	574,57	823,03	1.784,47	2.220,63	3.292,12	1	0,0902
05	3,09	-	123,55	308,46	441,85	958,01	1.192,17	1.767,41	1	0,0100
06	3,94	-	105,41	263,17	376,98	817,36	1.017,13	1.507,92	1	0,0150
07	7,11	-	127,19	317,54	454,85	986,19	1.227,23	1.819,40	1	0,0224
08	273,41	-	33,23	82,97	118,85	257,70	320,68	475,42	5	3,2953
02	12,61	-	744,67	1.859,17	2.663,13	5.774,14	7.185,44	10.652,54	1	0,0068
02 - Rio Bananas	12,61	-	744,67	1.859,17	2.663,13	5.774,14	7.185,44	10.652,54	1	0,0068
01	3,24	-	342,54	855,20	1.225,01	2.656,04	3.305,22	4.900,05	1	0,0038
02	4,53	-	210,11	524,57	751,41	1.629,19	2.027,39	3.005,64	1	0,0086
03	4,84	-	192,02	479,40	686,71	1.488,91	1.852,83	2.746,85	1	0,0101
03	34,92	-	150,90	376,74	539,66	1.170,07	1.456,06	2.158,64	1	0,0927
03 - Rio Cascavel	34,92	-	150,90	376,74	539,66	1.170,07	1.456,06	2.158,64	1	0,0927
10	34,92	-	150,90	376,74	539,66	1.170,07	1.456,06	2.158,64	1	0,0927
04	627,64	-	1.290,23	3.221,22	4.614,18	10.004,34	12.449,56	18.456,70	1	0,1948
05 - Rio Passo Ruim	138,64	-	688,23	1.718,25	2.461,27	5.336,46	6.640,78	9.845,08	1	0,0807
14	1,99	-	164,13	409,76	586,95	1.272,61	1.583,66	2.347,81	1	0,0049
15	130,72	-	348,82	870,88	1.247,47	2.704,73	3.365,82	4.989,88	1	0,1501
16	3,80	-	119,05	297,22	425,74	923,08	1.148,70	1.702,97	1	0,0128
17	2,13	-	56,23	140,39	201,11	436,03	542,60	804,42	1	0,0152
06 - Rio Coutinho	489,00	-	602,00	1.502,97	2.152,91	4.667,87	5.808,78	8.611,62	1	0,3254
18	134,52	-	440,23	1.099,09	1.574,37	3.413,51	4.247,83	6.297,48	1	0,1224
19	353,97	-	161,77	403,88	578,54	1.254,36	1.560,95	2.314,14	2	0,8764
05	134,93	-	1.389,71	3.469,61	4.970,00	10.775,80	13.409,61	19.879,96	1	0,0389
04 - Rio Quebra Joelho	28,76	-	159,06	397,11	568,83	1.233,33	1.534,77	2.275,33	1	0,0724
12	28,76	-	159,06	397,11	568,83	1.233,33	1.534,77	2.275,33	1	0,0724
07 - Rio Cachoeirinha	3,11	-	80,17	200,16	286,72	621,66	773,60	1.146,87	1	0,0155
21	3,11	-	80,17	200,16	286,72	621,66	773,60	1.146,87	1	0,0155
08 - Rio Campo Real	13,21	-	436,66	1.090,18	1.561,62	3.385,85	4.213,42	6.246,46	1	0,0121
23	13,21	-	436,66	1.090,18	1.561,62	3.385,85	4.213,42	6.246,46	1	0,0121
09 - Rio Pai João	39,31	-	89,48	223,41	320,02	693,85	863,44	1.280,06	1	0,1760
25	39,31	-	89,48	223,41	320,02	693,85	863,44	1.280,06	1	0,1760
26 - PCH Salto Curucaca	14,47	-	327,03	816,47	1.169,54	2.535,77	3.155,56	4.678,16	1	0,0177
20	7,14	-	119,74	298,96	428,24	928,49	1.155,43	1.712,94	1	0,0239
22	4,37	-	113,82	284,17	407,06	882,57	1.098,29	1.628,23	1	0,0154
24	0,02	-	0,47	1,16	1,66	3,61	4,49	6,66	1	0,0172
26	2,94	-	93,00	232,18	332,58	721,10	897,35	1.330,33	1	0,0127
27 - PCH Três Capões	36,07	-	297,31	742,28	1.063,27	2.305,35	2.868,82	4.253,08	1	0,0486
09	2,64	-	74,93	187,08	267,98	581,04	723,05	1.071,94	1	0,0141
11	1,95	-	69,21	172,80	247,53	536,68	667,86	990,11	1	0,0113
13	31,48	-	153,17	382,40	547,76	1.187,63	1.477,91	2.191,03	1	0,0823
06	122,06	-	1.611,47	4.023,23	5.763,02	12.495,22	15.549,27	23.052,05	1	0,0303
11 - Rio São Jerônimo	4,97	-	594,87	1.485,17	2.127,41	4.612,60	5.740,00	8.509,64	1	0,0033
29	4,97	-	594,87	1.485,17	2.127,41	4.612,60	5.740,00	8.509,64	1	0,0033
12 - Rio Pinhãozinho I	75,27	-	283,44	707,65	1.013,66	2.197,78	2.734,96	4.054,62	1	0,1064
30	75,27	-	283,44	707,65	1.013,66	2.197,78	2.734,96	4.054,62	1	0,1064
13 - Rio Socorro	41,82	-	733,16	1.830,41	2.621,95	5.684,84	7.074,31	10.487,79	1	0,0228
31	32,25	-	570,36	1.423,96	2.039,73	4.422,50	5.503,43	8.158,93	1	0,0226
32	8,36	-	123,94	309,43	443,24	961,02	1.195,91	1.772,96	1	0,0270
33	1,21	-	38,86	97,02	138,98	301,32	374,97	555,90	1	0,0125

			1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) Sub-bacia do Diagnóstico (27) Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)		Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
07	232,53	-	3.128,37	7.810,36	11.187,79	24.257,07	30.185,90	44.751,17		1	0,0298
10 - Rio Buriti	0,74	-	78,71	196,52	281,50	610,34	759,52	1.126,01		1	0,0038
27	0,74	-	78,71	196,52	281,50	610,34	759,52	1.126,01		1	0,0038
14 - Rio Tapera	28,99	-	254,19	634,62	909,05	1.970,97	2.452,71	3.636,18		1	0,0457
35	28,99	-	254,19	634,62	909,05	1.970,97	2.452,71	3.636,18		1	0,0457
15 - Rio Pinhão	7,26	-	228,74	571,06	818,01	1.773,59	2.207,08	3.272,04		1	0,0127
34	5,15	-	128,88	321,76	460,90	999,31	1.243,56	1.843,60		1	0,0160
36	2,11	-	99,86	249,30	357,11	774,28	963,52	1.428,44		1	0,0085
16 - Rio Pinhãozinho II	0,51	-	147,22	367,56	526,51	1.141,55	1.420,57	2.106,02		1	0,0014
38	0,51	-	147,22	367,56	526,51	1.141,55	1.420,57	2.106,02		1	0,0014
17 - Rio Capivara	0,22	-	139,64	348,63	499,39	1.082,77	1.347,42	1.997,58		1	0,0006
40	0,22	-	139,64	348,63	499,39	1.082,77	1.347,42	1.997,58		1	0,0006
18 - Rio Caracu	51,80	-	404,70	1.010,40	1.447,32	3.138,05	3.905,05	5.789,30		1	0,0513
42	51,80	-	404,70	1.010,40	1.447,32	3.138,05	3.905,05	5.789,30		1	0,0513
19 - Rio Jacu	1,70	-	122,07	304,76	436,55	946,51	1.177,85	1.746,19		1	0,0056
45	1,70	-	122,07	304,76	436,55	946,51	1.177,85	1.746,19		1	0,0056
20 - Rio das Torres	4,70	-	334,03	833,94	1.194,56	2.590,01	3.223,05	4.778,23		1	0,0056
50	4,70	-	334,03	833,94	1.194,56	2.590,01	3.223,05	4.778,23		1	0,0056
21 - Rio Capão Grande	15,73	-	523,87	1.307,92	1.873,50	4.062,09	5.054,93	7.494,03		1	0,0120
48	2,68	-	294,39	734,98	1.052,81	2.282,68	2.840,61	4.211,26		1	0,0036
49	12,88	-	217,68	543,48	778,49	1.687,91	2.100,46	3.113,97		1	0,0237
51	0,17	-	11,80	29,46	42,20	91,50	113,86	168,80		1	0,0058
22 - Rio Passo da Cachoeira	9,68	-	110,10	274,88	393,74	853,70	1.062,36	1.574,96		1	0,0352
53	9,68	-	110,10	274,88	393,74	853,70	1.062,36	1.574,96		1	0,0352
23 - Foz do rio Jordão	9,57	-	246,52	615,46	881,60	1.911,47	2.378,66	3.526,42		1	0,0155
47	0,65	-	59,64	148,89	213,27	462,41	575,43	853,09		1	0,0044
52	8,90	-	185,72	463,67	664,17	1.440,04	1.792,01	2.656,69		1	0,0192
54	0,02	-	1,16	2,90	4,16	9,02	11,22	16,64		1	0,0069
24 - UHE Fundão	1,82	-	225,54	563,09	806,59	1.748,81	2.176,25	3.226,33		1	0,0032
44	0,35	-	42,35	105,74	151,47	328,40	408,67	605,86		1	0,0033
46	1,47	-	183,19	457,35	655,12	1.420,41	1.767,58	2.620,47		1	0,0032
25 - UHE Santa Clara	99,81	-	313,04	781,52	1.119,47	2.427,20	3.020,45	4.477,88		1	0,1277
28	0,63	-	47,53	118,66	169,97	368,52	458,59	679,87		1	0,0053
37	0,01	-	19,47	48,62	69,64	150,99	187,90	278,56		1	0,0002
39	95,30	-	110,16	275,02	393,95	854,15	1.062,92	1.575,80		1	0,3465
41	3,84	-	115,85	289,22	414,29	898,26	1.117,81	1.657,18		1	0,0133
43	0,03	-	20,03	50,00	71,62	155,28	193,23	286,47		1	0,0006
Total Geral	**1.504,08**	**-**	**8.934,87**	**22.307,04**	**31.953,34**	**69.280,37**	**86.213,68**	**127.813,33**		1	0,0674

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 3.9. Níveis de Risco do Balanço entre Disponibilidade e Demanda por Sub-bacia - Cenário de Partida

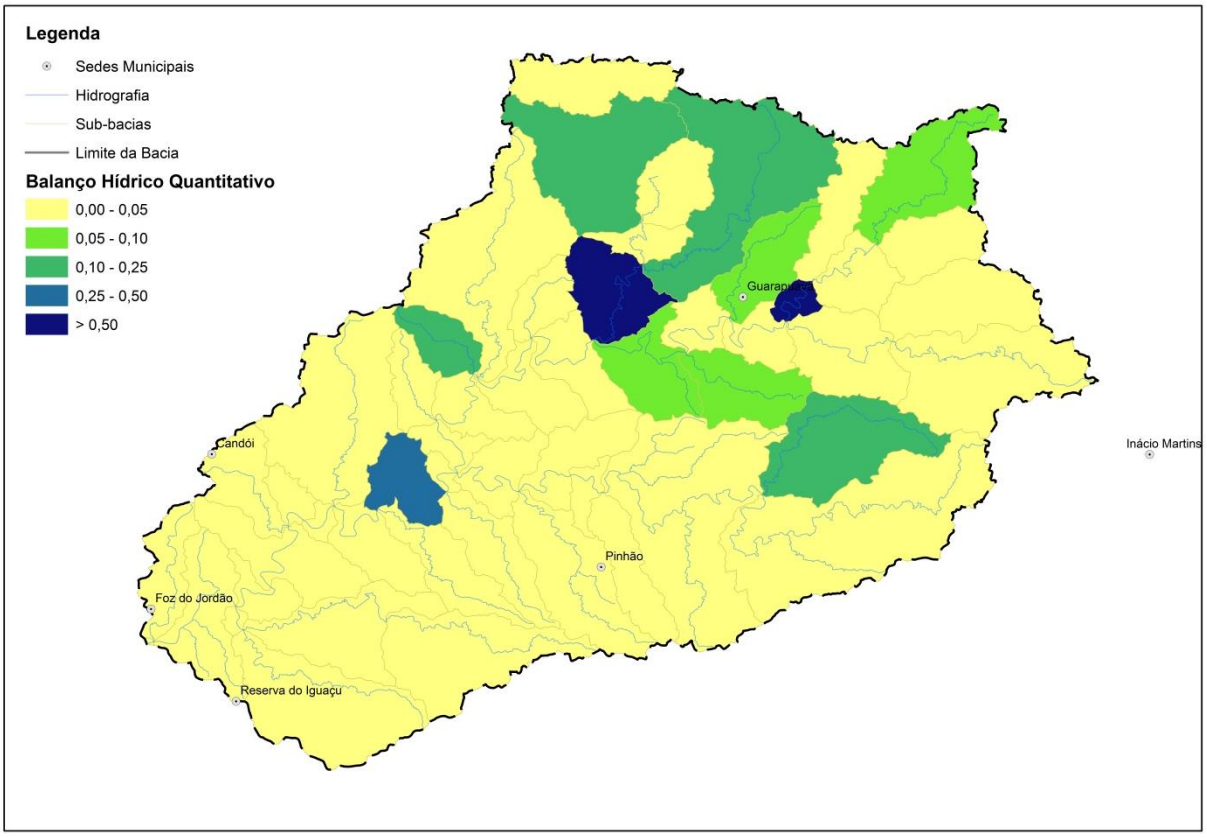


FONTE: Elaborado pela Consultora.

Como pode ser observado, somente a sub-bacia 08 apresenta risco significativo de não atendimento da demanda, representando um risco alto, considerado como limite da possibilidade prática da criação de volumes de regularização. Este nível de risco reflete o manancial de Guarapuava, que está localizado nesta sub-bacia.

Para agregar outro índice significativo para análise, a *Figura 3.10* a seguir apresenta a relação da demanda hídrica total captada com a vazão de 95% de permanência, utilizada como vazão de referência para a outorga.

Figura 3.10. Balanço entre Disponibilidade e Demanda por Sub-bacia - Cenário de Partida



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Pode-se observar acima que a maioria das sub-bacias não apresenta nem 10% (0,10 na legenda da figura anterior) de sua vazão outorgável comprometida, sendo que as situações menos confortáveis são verificadas na sub-bacia onde se localizam o manancial superficial do município de Guarapuava e na última sub-bacia do rio Coutinho antes da confluência com a calha principal, onde possui uma outorga de captação do setor industrial.

3.2.2. Análise da Capacidade de Diluição dos Corpos Hídricos

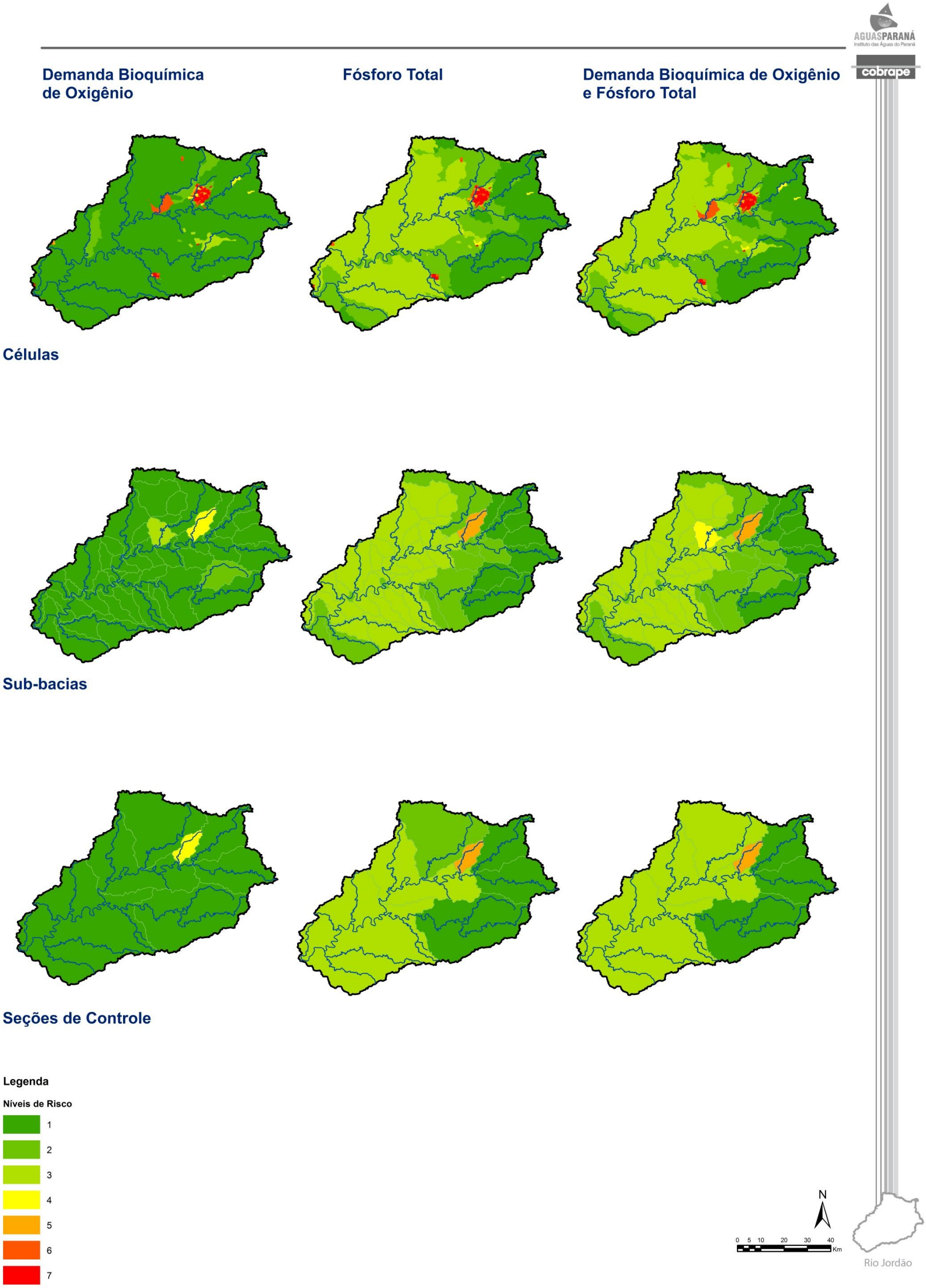
Para o Cenário de Partida foram utilizadas as informações de qualidade da água superficial atual, descritas no *item 2.3.2*, representadas pela vazão de diluição necessária, comparadas às curvas de duração das vazões em cada célula.

Para efeito de comparação serão mostrados os seguintes resultados (*Figura 3.11*), todos com base na Classe 3:

- Nível de Risco para a DBO, dimensões de célula, sub-bacia e Seção de Controle;
- Nível de Risco para o P, dimensões de célula, sub-bacia e Seção de Controle;
- Nível de Risco para a DBO e o P, dimensões de célula, sub-bacia e Seção de Controle.

Os resultados obtidos para as Classes 1 e 2 estão no *Anexo 01*.

Figura 3.11. Níveis de Risco - Cenário de Partida – Classe 3



Como podem ser observadas nessas imagens, as células com riscos significativos de não diluição, tanto da DBO quanto do fósforo, estão concentradas nas aglomerações urbanas, principalmente nos municípios de Guarapuava e Pinhão.

Se por um lado a poluição com cargas orgânicas é uma questão de intervenções dirigidas para o saneamento urbano, as concentrações de fósforo trazem consigo a possibilidade de eutrofização dos reservatórios das usinas hidrelétricas existentes e projetadas, com riscos adicionais sobre a qualidade dos recursos hídricos nesses locais.

Esses possíveis impactos são particularmente relevantes para a determinação dos mananciais de abastecimento das cidades e consequentemente dos critérios para enquadramento desses rios. Isso porque os corpos d'água devem possuir níveis qualitativos suficientes para atender às necessidades da sociedade.

Além disso, as informações que dizem respeito aos níveis de DBO e fósforo são fundamentais na etapa de consideração das estratégias para incremento da disponibilidade hídrica por meio da criação de volumes de regularização.

De forma a poder condensar os resultados das 521 células em um índice significativo, tomou-se como critério de seleção aquelas células em que a permanência das vazões necessárias para a diluição da DBO e do fósforo afluentes para permitir o enquadramento do trecho de rio em Classe 3, seria maior do que 50% do tempo (Nível de Risco maior ou igual a 5).

Desse modo, foram necessários os cálculos das células selecionadas conforme dois parâmetros: área e população existentes em 2010. Para a determinação da porcentagem da área em risco, foi realizado um comparativo entre o percentual da área de cada Seção de Controle em situação de risco com relação ao somatório total das áreas de risco de todas Seções de Controle. De forma similar, a porcentagem da população em área com nível de risco igual ou superior a 5 foi calculada correlacionando a quantidade de habitantes em risco de cada Seção de Controle e a quantidade total de habitantes em risco na bacia.

Fica evidente que as porcentagens descritas não são calculadas em referência ao total de área ou população da bacia. Na verdade, são relativas à área e população em que as vazões de diluição, para possibilitar o enquadramento 3, são maiores do 50% do tempo. Os resultados estão apresentados por Seção de Controle no *Quadro 3.5*.

Quadro 3.5. Áreas e População em Células com Nível de Risco de Não Diluição para Classe 3 Maior ou Igual a 5

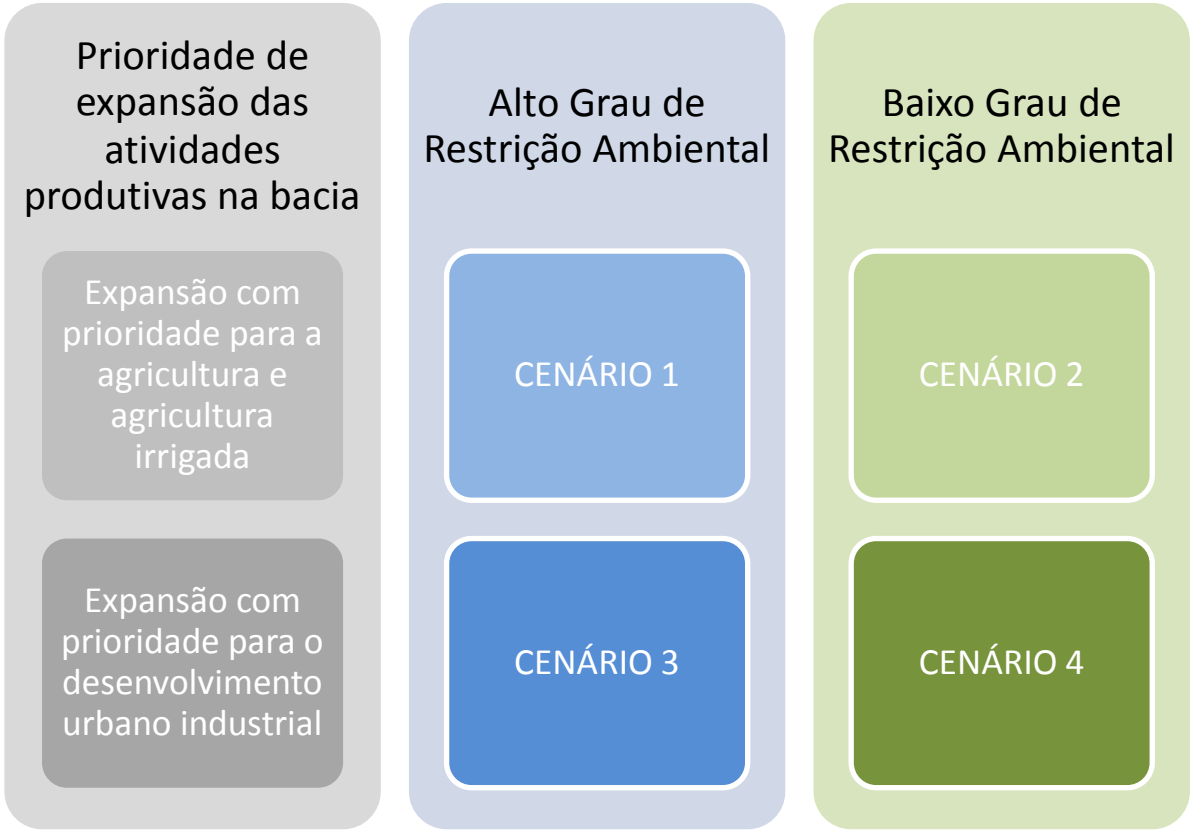
Seção de Controle	Área (ha)	Área (%)	Área em Risco ≥ 50% (ha)	Área em Risco ≥ 50% (%)	População Total (hab)	População Total (%)	População em Área com Nível de Risco ≥ 5 (hab)	População em Área com Nível de Risco ≥ 5 (%)
01	32.857,24	6,93%	334,56	2,95%	8.257,00	4,18%	5.602,00	3,22%
02	39.494,83	8,33%	74,04	0,65%	2.920,00	1,48%	391,00	0,23%
03	8.003,25	1,69%	4.260,98	37,51%	129.237,00	65,42%	127.822,00	73,56%
04	68.429,11	14,44%	3.932,76	34,62%	8.442,00	4,27%	5.430,00	3,12%
05	73.705,89	15,55%	588,39	5,18%	8.369,00	4,24%	5.987,00	3,45%
06	85.466,60	18,04%	833,51	7,34%	11.727,00	5,94%	5.664,00	3,26%
07	165.917,04	35,01%	1.334,41	11,75%	28.607,00	14,48%	22.876,00	13,16%
Total	**473.873,96**	**100,00%**	**11.358,66**	**100,00%**	**197.559,00**	**100,00%**	**173.772,00**	**100,00%**

4. CENÁRIOS PROSPECTIVOS

4.1. Variáveis Articuladas nos Cenários

Os cenários prospectivos para o *PBH-Jordão* foram definidos a partir da combinação de três hipóteses de expansão das atividades produtivas com maior impacto sobre os recursos hídricos na bacia, combinadas com duas hipóteses de graus de restrição a essa expansão, o que levou a quarto cenários, apresentados na *Figura 4.1*.

Figura 4.1. Cenários Prospectivos



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Os cenários 1 e 2 podem ser vistos como tendências de curto ou médio prazo na bacia, uma vez que contemplam a trajetória de expansão agrícola que já vem ocorrendo nos últimos 10 anos, considerando as expansões agrícolas, de várzeas irrigadas e áreas de reflorestamento. A diferença entre eles é tão somente a localização das novas áreas de agricultura dentro da bacia, limitada por critérios de restrição ambiental, já discutidos no *item 3.1.4* do capitulo anterior. Naturalmente, o cenário com maior restrição ambiental tende a apresentar impactos menores sobre os balanços quantitativo e qualitativo de recursos hídricos, o que será explorado em maior detalhe mais adiante.

Os cenários 3 e 4 procuram evidenciar não só a expansão ainda possível da agricultura e agroindústria, como também o crescimento expressivo do setor urbano e industrial na bacia, sendo os maiores consumidores do setor de recursos hídricos na bacia. A expansão desse importante setor se relaciona com demandas superficiais e subterrâneas em escala significativa. A diferença entre os cenários 3 e 4, assim como nos cenários anteriores, se dá

por conta dos critérios de ocupação com maior ou menor grau de restrição ambiental, respectivamente.

É necessário o entendimento que as atividades referentes ao setor secundário foram inicialmente correlacionadas com a indústria madeireira de reflorestamento, uma vez que esse é o cenário que mais se aproxima da dinâmica nacional. No entanto, segundo orientação do Comitê da bacia, as indústrias de papel e celulose do Jordão foram reanalisadas e associadas às indústrias de reciclagem de papéis e indústrias de celulose com produção externa aos limites da bacia. Com o intuito de aproximação do estudo com a configuração real e futura da bacia, essas considerações foram inseridas nas demais etapas do Plano.

Em todos os cenários considerou-se que o ritmo de crescimento populacional na bacia seria idêntico, determinado pelas taxas de crescimento médio anual nos municípios na última década (2000-2010). Essa hipótese foi adotada visto que não estão sendo observados movimentos demográficos que demonstrem condições particularmente diferenciadas a ponto de representar inflexões significativas nas taxas de crescimento médias dos últimos censos (2000 e 2010). Esse ritmo de crescimento foi também utilizado para a projeção de algumas demandas de água associada a setores econômicos tipicamente urbanos.

O objetivo específico dos cenários nos planos de bacias é a identificação e avaliação quantitativa de riscos nos balanços hídricos quantitativo e qualitativo, como previsto pela legislação (Lei 12.726/99). Para tanto são feitas projeções de demanda de captação (retiradas para abastecimento público, industrial, pecuária, etc.) e de lançamentos (diluição de efluentes) para o horizonte do Plano. Tais projeções são baseadas em dados existentes, na maior parte das vezes nos bancos de dados de outorgas individuais agregadas por setores, que por sua vez são correlacionadas com variáveis que permitem sua projeção, como as demandas de abastecimento público e as taxas de crescimento populacional, por exemplo.

As melhores projeções são, sem dúvidas, aquelas fornecidas pelos próprios usuários, advindas de suas expectativas particulares de crescimento o que deveria se refletir, necessariamente, em correspondentes pedidos de outorgas. Isso garante compromissos de uso futuro e poderia identificar, de antemão, possíveis conflitos. No entanto, não só essas projeções são normalmente inexistentes como também é muito difícil para as empresas (assim como para os planejadores) fazerem previsões com horizontes de dez ou vinte anos. As condições de mercado podem variar muito nesse período, assim com a evolução da tecnologia, condições logísticas e um sem-número de fatores que influenciam necessariamente o volume das atividades produtivas bem como seus fatores de transformação tecnológicos. No PBH-Jordão isso não foi diferente, portanto decidiu-se usar a metodologia de projeção apresentada.

Em alguns casos, como na agricultura, na irrigação, na pecuária e, particularmente, no setor da madeira, papel e celulose, as demandas estão associadas ao uso do solo, o que permite também uma projeção (extrapolação) uma vez que se pode, em princípio, inspecionar em uma bacia hidrográfica as áreas disponíveis para a expansão de uma determinada atividade que demanda recursos hídricos. Acredita-se que, nesses casos, tais informações podem dar uma ideia mais precisa do potencial de crescimento de um determinado setor em uma região particular do que simplesmente adotar números genéricos de crescimento dessa atividade vindo de estatísticas nacionais ou internacionais. Dessa forma, tendo-se as

demandas presentes (vindas dos bancos de dados de outorgas) e as áreas correspondentes ocupadas por aquela atividade no presente e também potencialmente, em sua expansão máxima, no futuro (vindas das análises geográficas do uso do solo e identificação de padrões), é possível projetar, com alguma racionalidade, qual seria a demanda máxima no horizonte do plano, ao menos potencialmente. Os cenários para o PBH-Jordão foram baseados em diferentes hipóteses de como tal expansão poderia ocorrer no futuro.

4.2. Estimativa das Demandas nos Cenários

A comparação entre as demandas e as disponibilidades hídricas nos cenários foi feita no nível de agregação das 54 sub-bacias e 7 Seções de Controle do Diagnóstico da Bacia em que a Bacia do rio Jordão foi dividida. Isso permitiu avaliar o Nível de Risco em cada um desses elementos, fornecendo subsídios para os programas de gestão que serão discutidos em outros relatórios deste plano.

As demandas de água na Bacia foram projetadas para o horizonte do Plano, em 2030, e contemplaram a soma das demandas consuntivas superficiais e subterrâneas nas seguintes categorias:

- Demanda para o Abastecimento Público Rural
- Demanda para o Setor Industrial
- Demanda para Comércio, Serviços, Mineração e Aquicultura
- Demanda para o Abastecimento Urbano
- Demanda para Irrigação
- Consumo para a Dessedentação Animal – BEDA – Bovino Equivalente para Demanda de Água
- Demanda de Prevenção Ambiental e Manutenção dos Ecossistemas Aquáticos
- Demanda de Água para Diluição do Lançamento de Efluentes

Os critérios e hipóteses para a sua determinação são descritos a seguir.

4.2.1. Demanda para o Abastecimento Público Rural

A estimativa da demanda de abastecimento rural partiu da projeção da população rural, que foi feita com base nos dados de projeção rural dos setores censitários de 2010 e projetada para 2030 pela taxa de crescimento médio de cada município observada no período de 2000 a 2010. Adotou-se como consumo per capita para essa população o valor de 100 L/hab.dia. Essa demanda permanece constante em todos os cenários.

4.2.2. Demanda Industrial

A demanda industrial foi dividida em três componentes para poder caracterizar suas trajetórias diferentes de evolução nos cenários: demanda industrial urbana, demanda agroindustrial e demanda da indústria da madeira, papel e celulose. A estimativa das demandas desses componentes foi feita por meio da inspeção e classificação nos bancos

de dados de outorgas do Instituto Águas do Paraná, atualizado até 2012, de onde partem as projeções.

A demanda industrial urbana estaria relacionada com as outorgas do setor industrial ligado a atividades tipicamente urbanas, com consumidores que são classificados como industriais e que não estão relacionados com a agroindústria ou com o setor de madeira, papel e celulose, e que estão localizados em áreas urbanizadas. Essa demanda é idêntica em todos os cenários e evoluiria com as taxas médias de crescimento populacional observadas no período 2000-2010 em cada microrregião.

Existem alguns casos que deverão ser examinados com mais precisão por ocasião dos programas de implementação do Plano. Para estes casos, o ritmo de evolução poderá ser diferente do ritmo de crescimento populacional do município de Guarapuava, embora para os cenários foram considerados como indústria urbana:

- A indústria de bebidas da Cooperativa Agrária Mista Entre Rios, o segundo maior consumidor de água do setor industrial registrado e localizada no rio Pinhãozinho;

- A usina térmica de geração de eletricidade da empresa Gaia Energia e Participações S/A, localizada em Guarapuava e que se abastece de poços.

A demanda agroindustrial, componente importante na bacia, foi determinada a partir da compilação das outorgas dos setores de agricultura, pecuária e misto, provenientes dos bancos de dados de outorgas. Esses valores, somados, foram relacionados com as áreas de agricultura e pastagem identificadas no mapa de uso do solo de 2005, com consideração para a defasagem de tempo entre esses dados. Com isso foi determinado um “padrão de consumo” da agroindústria, característico da bacia, que refletiria as diferenças regionais de tecnologias e de processos produtivos do setor. As projeções da demanda agroindustrial nos cenários utilizaram esses padrões, multiplicados pelas áreas projetadas de agricultura e pecuária determinadas nas simulações de usos do solo futuro, considerando que as outorgas evoluiriam na mesma proporção e continuariam sendo localizadas nas mesmas células de análise. A demanda agroindustrial não contempla o abastecimento do rebanho (dessedentação de animais), que foi considerado separadamente e é descrita mais adiante.

Já a evolução do setor industrial da madeira, papel e celulose está ligada à disponibilidade da matéria prima, hoje principalmente madeira proveniente de reflorestamentos, muito embora a produção não dependa só da madeira existente na bacia do rio Jordão. A projeção da demanda de água do setor foi feita com base na proporcionalidade da área de reflorestamento existente em 2005 em relação à área total de expansão de reflorestamentos simulada pelo modelo de uso do solo dos cenários, mantendo as demandas nas células onde já existem hoje outorgas do setor.

Cabe observar que, tanto no caso da agroindústria como na indústria da madeira, do papel e celulose, a localização futura dos pontos de consumo pode ser diferente dos pontos onde atualmente se localizam as outorgas. Isso se deve ao fato de existir uma rede logística na região que permite a concentração da produção (e do consumo de água associado a essas indústrias) em locais distintos de onde provém a sua matéria prima. Com valor agregado superior ao da cana, por exemplo, a economicidade do transporte de madeira sofre menos o efeito da distância, podendo inclusive viabilizar o processamento em bacias hidrográficas vizinhas. Embora os padrões de consumo regionais incorporem implicitamente os fluxos logísticos atuais, a projeção das demandas nos cenários admite que tais fluxos continuem

existindo na mesma proporção, o que pode não se verificar em função do surgimento de novas instalações industriais em locais que hoje não estão previstos, no horizonte do plano. A simulação de diferentes arranjos logísticos foge ao escopo deste plano de recursos hídricos.

4.2.3. Demandas para Comércio, Serviços, Mineração e Aquicultura

As demandas de comércio, serviços, mineração e aquicultura foram projetadas partindo dos valores das outorgas nesses segmentos em 2012 e evoluindo com a mesma taxa de crescimento populacional observada entre 2000 e 2010, individualizada por município, para 2030. Não foram articuladas como variáveis para os cenários, sendo as mesmas projeções em todos os cenários.

Para o setor de mineração, como não houver nenhuma demanda hídrica identificada pela *Revisão do Diagnóstico*, a mesma permanece nula.

Os impactos dessas demandas sobre os recursos hídricos tem um caráter mais pontual, com abrangência regional restrita, como por exemplo nas outorgas de poços pelos postos de gasolina, com pouco impacto sobre o balanço hídrico das sub-bacias.

4.2.4. Demanda para o Abastecimento Público Urbano

A projeção da demanda de abastecimento público urbano foi feita com base nas demandas de abastecimento público da Revisão do Diagnóstico, em cada célula de análise e na taxa média anual de crescimento populacional em cada município, observada entre os censos de 2000 e 2010. Foram utilizadas as informações obtidas pela SANEPAR para projetar as demandas para os cenários. As demandas projetadas permanecem iguais em todos os cenários.

4.2.5. Demanda de Irrigação

A demanda de irrigação tende a adquirir uma certa importância na Bacia do rio Jordão, caso a tendência de investimentos nessa tecnologia nos próximos anos se consolide. O valor da demanda em cada célula foi estimado partindo das simulações de uso do solo do modelo de cenários, identificando as áreas com alto potencial de irrigação, localizadas principalmente em áreas de várzea. Nessas áreas foi admitido um consumo específico de irrigação de 0,209 L/s*ha, proveniente dos estudos de diagnóstico.

4.2.6. Consumo de Dessedentação Animal – BEDA

Aplicou-se a metodologia BEDA – Bovino Equivalente para a Demanda da Água, calculando o BEDA conforme as estatísticas do rebanho existente na bacia. A esse valor foi associada a área de pastagens e de agricultura proveniente do mapa de uso do solo de 2005, com correção para a defasagem da data dessas informações, o que resultou num padrão de "BEDA por hectare" típico da bacia. Esse padrão foi então utilizado para a projeção do BEDA em cada um dos cenários, com base na soma das áreas de pastagens e de agricultura em cada célula. A demanda de água foi finalmente calculada com base no BEDA projetado e num consumo médio de 50 L/dia*BEDA.

4.2.7. Demanda de Prevenção Ambiental e Manutenção dos Ecossistemas Aquáticos

O Decreto 4.646/01, que dispõe sobre o regime de outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, no Item f do capítulo VII – "Dos Procedimentos Técnicos para a Análise dos Requerimentos de Outorga", prevê a outorga de "vazões para prevenção da degradação ambiental e manutenção dos ecossistemas aquáticos". O regime de outorgas atualmente praticado no Estado do Paraná contempla uma vazão de referência com permanência de 95% do tempo ($Q_{95\%}$), porém a disponibilidade de outorga, para todos os usos indiscriminadamente, é de 50% dessa vazão.[8]

Neste Plano foi considerado, portanto, que a vazão de prevenção ambiental e manutenção dos ecossistemas aquáticos (também chamada de "vazão ecológica"), que seria de 50% da $Q_{95\%}$ e seria idêntica em todos os cenários.

4.2.8. Demanda de Água para Diluição do Lançamento de Efluentes

O Decreto 4.646/01 estabelece ainda, no Art. 6, que podem estar sujeitos à outorga usos relacionados com lançamento de efluentes, líquidos ou gasosos, tratados ou não, com fim de diluição. Sendo assim, esta demanda está abordada nos estudos seguintes ao Produto 03 - Cenários Alternativos, para aproximar-se da real configuração da bacia.

4.3. Balanço entre Demandas e Disponibilidades Hídricas

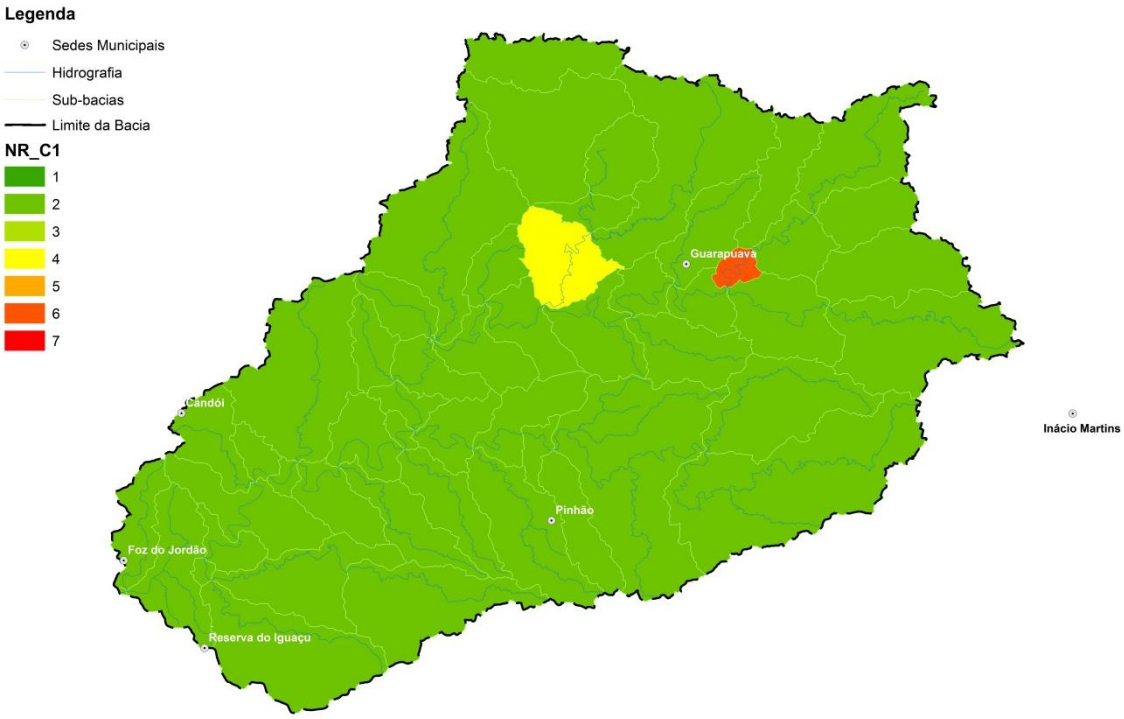
A comparação entre as demandas em cada sub-bacia e a disponibilidade hídrica é comumente chamado de "balanço hídrico quantitativo", embora essa denominação seja inadequada[9].

As *Figuras 4.6 a 4.9* a seguir apresentam um mapa da situação do nível de risco em cada um dos quatro cenários gerados, de acordo com as variáveis articuladas em cada cenário. O nível de risco quantitativo varia do verde ao vermelho, sendo o verde o menor nível de risco (1) e o vermelho o maior nível de risco (7).

[8] A $Q_{95\%}$ é aquela vazão igualada ou superada em 95% do tempo nos registros existentes, portanto, uma vazão muito baixa. Há duas interpretações possíveis para a disponibilidade de 50% da $Q_{95\%}$: a primeira seria que os 50% seria um "fator de segurança" para diminuir o risco. Essa parece ser equivocada, pois a real probabilidade da ocorrência dessa vazão poderia ser menor que a vazão mínima já registrada, o que não contribui para a real identificação do risco de outorga. Outra interpretação contempla 50% da $Q_{95\%}$ como "vazão de prevenção ambiental e manutenção dos ecossistemas aquáticos", prevista no Decreto 4.646/01 e que deve ser mantida no rio mesmo em situações de estiagem extrema. Esta interpretação é a aqui utilizada.

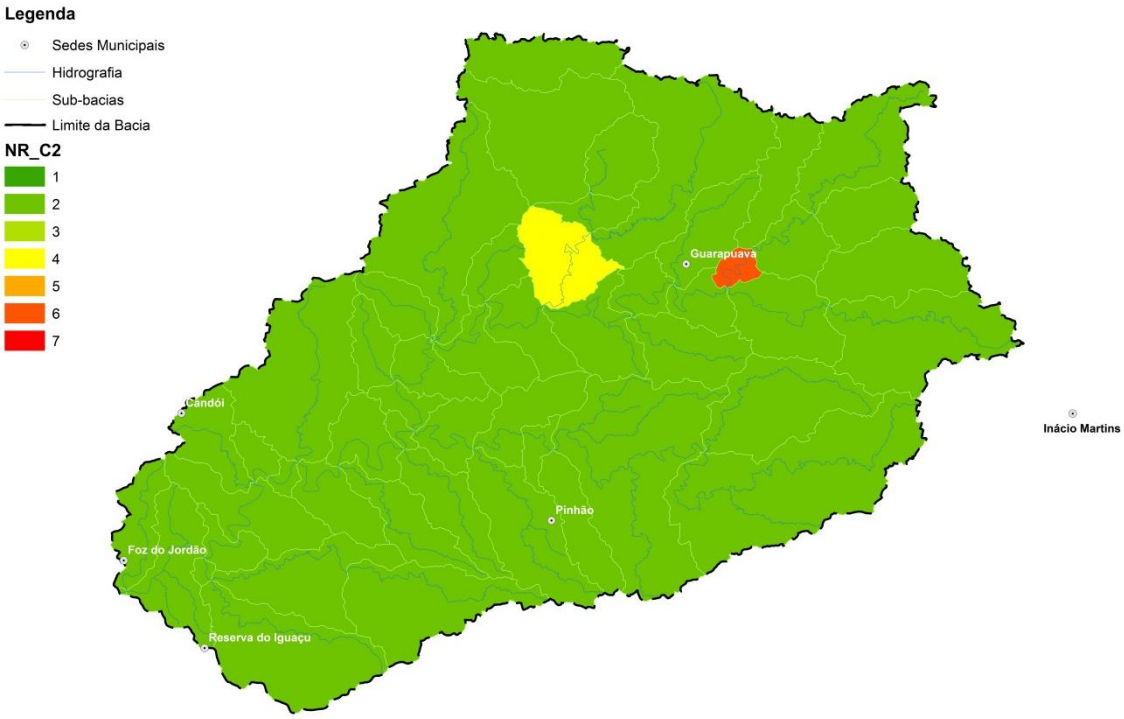
[9] Teoricamente, um balanço hídrico deve levar em consideração muitos outros fatores participantes do ciclo hidrológico além das demandas, como por exemplo, a evapotranspiração e infiltração. Neste Plano o termo será sempre usado entre aspas para ressaltar essa limitação.

Figura 4.6. Níveis de Risco para o Cenário 1 por Sub-bacia



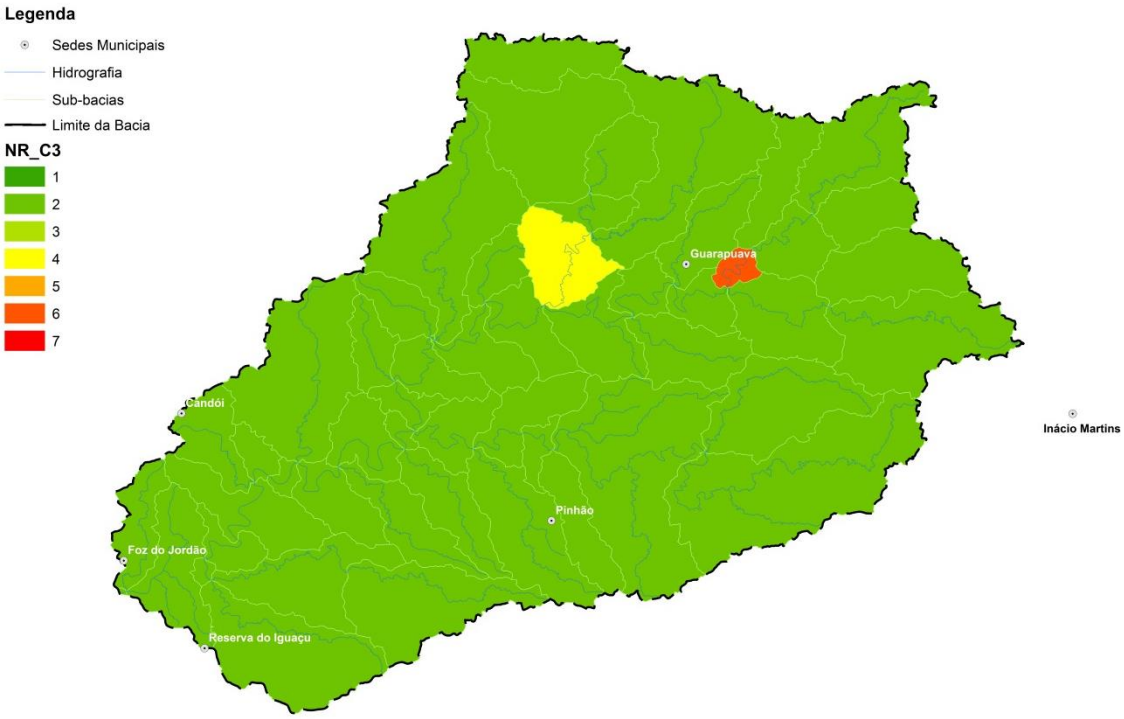
FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 4.7. Níveis de Risco para o Cenário 2 por Sub-bacia



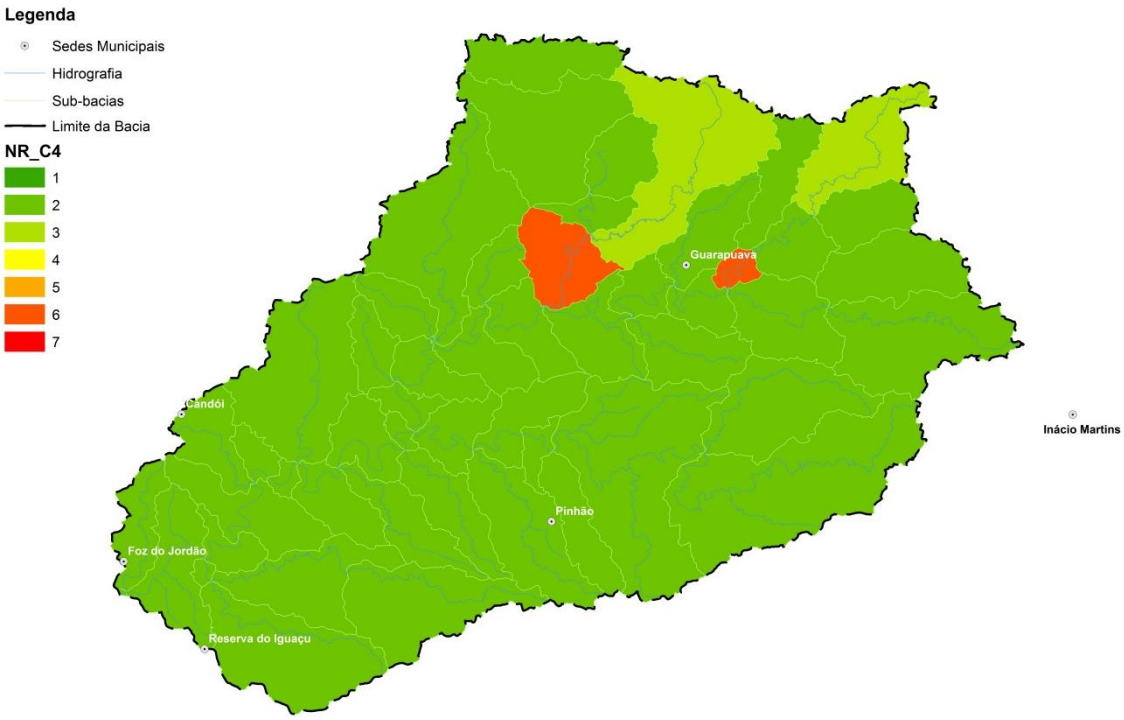
FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 4.8. Níveis de Risco para o Cenário 3 por Sub-bacia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 4.9. Níveis de Risco para o Cenário 4 por Sub-bacia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Nota-se, a partir das Figuras anteriores, que os Níveis de Risco entre os Cenários não são alterados, apenas no Cenário 4 onde a variável articulada é a expansão do reflorestamento considerando a Baixa Restrição Ambiental. A alteração dos Níveis de Risco é apenas para algumas sub-bacias específicas, para as sub-bacias restantes não há alteração significativa em seu Nível de Risco.

As *Figuras 4.10 a 4.13* mostradas a seguir apresentam a comparação entre as demandas projetadas em cada um dos cenários e a disponibilidade hídrica para diversos tempos de recorrência. Essa comparação permite a definição de níveis de risco do "balanço quantitativo" em cada uma das 54 sub-bacias, 27 afluentes principais adotados no Diagnóstico e as 7 Seções de Controle em que a Bacia do rio Jordão foi dividida.

Figura 4.10. Cenário 1: Comparação entre Demandas e Disponibilidade (L/s)

		1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) Sub-bacia do Diagnóstico (27) Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)	Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
01	1.253,65	-	619,52	1.546,71	2.215,56	4.803,73	5.977,84	8.862,27	2	0,8105
01 - Rio das Pedras	1.253,65	-	619,52	1.546,71	2.215,56	4.803,73	5.977,84	8.862,27	2	0,8105
04	377,07	-	230,14	574,57	823,03	1.784,47	2.220,63	3.292,12	2	0,6563
05	169,25	-	123,55	308,46	441,85	958,01	1.192,17	1.767,41	2	0,5487
06	154,46	-	105,41	263,17	376,98	817,36	1.017,13	1.507,92	2	0,5869
07	199,73	-	127,19	317,54	454,85	986,19	1.227,23	1.819,40	2	0,6290
08	353,15	-	33,23	82,97	118,85	257,70	320,68	475,42	6	4,2563
02	982,54	-	744,67	1.859,17	2.663,13	5.774,14	7.185,44	10.652,54	2	0,5285
02 - Rio Bananas	982,54	-	744,67	1.859,17	2.663,13	5.774,14	7.185,44	10.652,54	2	0,5285
01	442,46	-	342,54	855,20	1.225,01	2.656,04	3.305,22	4.900,05	2	0,5174
02	273,05	-	210,11	524,57	751,41	1.629,19	2.027,39	3.005,64	2	0,5205
03	267,04	-	192,02	479,40	686,71	1.488,91	1.852,83	2.746,85	2	0,5570
03	282,09	-	150,90	376,74	539,66	1.170,07	1.456,06	2.158,64	2	0,7488
03 - Rio Cascavel	282,09	-	150,90	376,74	539,66	1.170,07	1.456,06	2.158,64	2	0,7488
10	282,09	-	150,90	376,74	539,66	1.170,07	1.456,06	2.158,64	2	0,7488
04	2.562,96	-	1.290,23	3.221,22	4.614,18	10.004,34	12.449,56	18.456,70	2	0,7956
05 - Rio Passo Ruim	1.016,27	-	688,23	1.718,25	2.461,27	5.336,46	6.640,78	9.845,08	2	0,5915
14	206,10	-	164,13	409,76	586,95	1.272,61	1.583,66	2.347,81	2	0,5030
15	517,54	-	348,82	870,88	1.247,47	2.704,73	3.365,82	4.989,88	2	0,5943
16	203,65	-	119,05	297,22	425,74	923,08	1.148,70	1.702,97	2	0,6852
17	88,97	-	56,23	140,39	201,11	436,03	542,60	804,42	2	0,6338
06 - Rio Coutinho	1.546,69	-	602,00	1.502,97	2.152,91	4.667,87	5.808,78	8.611,62	3	1,0291
18	854,51	-	440,23	1.099,09	1.574,37	3.413,51	4.247,83	6.297,48	2	0,7775
19	692,18	-	161,77	403,88	578,54	1.254,36	1.560,95	2.314,14	4	1,7138
05	2.212,98	-	1.389,71	3.469,61	4.970,00	10.775,80	13.409,61	19.879,96	2	0,6378
04 - Rio Quebra Joelho	252,26	-	159,06	397,11	568,83	1.233,33	1.534,77	2.275,33	2	0,6352
12	252,26	-	159,06	397,11	568,83	1.233,33	1.534,77	2.275,33	2	0,6352
07 - Rio Cachoeirinha	162,88	-	80,17	200,16	286,72	621,66	773,60	1.146,87	2	0,8137
21	162,88	-	80,17	200,16	286,72	621,66	773,60	1.146,87	2	0,8137
08 - Rio Campo Real	613,59	-	436,66	1.090,18	1.561,62	3.385,85	4.213,42	6.246,46	2	0,5628
23	613,59	-	436,66	1.090,18	1.561,62	3.385,85	4.213,42	6.246,46	2	0,5628
09 - Rio Pai João	112,32	-	89,48	223,41	320,02	693,85	863,44	1.280,06	2	0,5027
25	112,32	-	89,48	223,41	320,02	693,85	863,44	1.280,06	2	0,5027
26 - PCH Salto Curucaca	566,44	-	327,03	816,47	1.169,54	2.535,77	3.155,56	4.678,16	2	0,6938
20	224,03	-	119,74	298,96	428,24	928,49	1.155,43	1.712,94	2	0,7494
22	212,67	-	113,82	284,17	407,06	882,57	1.098,29	1.628,23	2	0,7484
24	0,58	-	0,47	1,16	1,66	3,61	4,49	6,66	2	0,5018
26	129,15	-	93,00	232,18	332,58	721,10	897,35	1.330,33	2	0,5562
27 - PCH Três Capões	505,50	-	297,31	742,28	1.063,27	2.305,35	2.868,82	4.253,08	2	0,6810
09	101,07	-	74,93	187,08	267,98	581,04	723,05	1.071,94	2	0,5403
11	105,63	-	69,21	172,80	247,53	536,68	667,86	990,11	2	0,6113
13	298,80	-	153,17	382,40	547,76	1.187,63	1.477,91	2.191,03	2	0,7814
06	2.732,63	-	1.611,47	4.023,23	5.763,02	12.495,22	15.549,27	23.052,05	2	0,6792
11 - Rio São Jerônimo	1.124,99	-	594,87	1.485,17	2.127,41	4.612,60	5.740,00	8.509,64	2	0,7575
29	1.124,99	-	594,87	1.485,17	2.127,41	4.612,60	5.740,00	8.509,64	2	0,7575
12 - Rio Pinhãozinho I	553,01	-	283,44	707,65	1.013,66	2.197,78	2.734,96	4.054,62	2	0,7815
30	553,01	-	283,44	707,65	1.013,66	2.197,78	2.734,96	4.054,62	2	0,7815
13 - Rio Socorro	1.054,63	-	733,16	1.830,41	2.621,95	5.684,84	7.074,31	10.487,79	2	0,5762
31	828,75	-	570,36	1.423,96	2.039,73	4.422,50	5.503,43	8.158,93	2	0,5820
32	167,58	-	123,94	309,43	443,24	961,02	1.195,91	1.772,96	2	0,5416
33	58,30	-	38,86	97,02	138,98	301,32	374,97	555,90	2	0,6009

		1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) Sub-bacia do Diagnóstico (27) Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)	Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
07	4.148,08	-	3.128,37	7.810,36	11.187,79	24.257,07	30.185,90	44.751,17	2	0,5311
10 - Rio Buriti	98,41	-	78,71	196,52	281,50	610,34	759,52	1.126,01	2	0,5008
27	98,41	-	78,71	196,52	281,50	610,34	759,52	1.126,01	2	0,5008
14 - Rio Tapera	370,98	-	254,19	634,62	909,05	1.970,97	2.452,71	3.636,18	2	0,5846
35	370,98	-	254,19	634,62	909,05	1.970,97	2.452,71	3.636,18	2	0,5846
15 - Rio Pinhão	341,53	-	228,74	571,06	818,01	1.773,59	2.207,08	3.272,04	2	0,5981
34	205,11	-	128,88	321,76	460,90	999,31	1.243,56	1.843,60	2	0,6375
36	136,41	-	99,86	249,30	357,11	774,28	963,52	1.428,44	2	0,5472
16 - Rio Pinhãozinho II	197,84	-	147,22	367,56	526,51	1.141,55	1.420,57	2.106,02	2	0,5383
38	197,84	-	147,22	367,56	526,51	1.141,55	1.420,57	2.106,02	2	0,5383
17 - Rio Capivara	179,22	-	139,64	348,63	499,39	1.082,77	1.347,42	1.997,58	2	0,5141
40	179,22	-	139,64	348,63	499,39	1.082,77	1.347,42	1.997,58	2	0,5141
18 - Rio Caracu	588,28	-	404,70	1.010,40	1.447,32	3.138,05	3.905,05	5.789,30	2	0,5822
42	588,28	-	404,70	1.010,40	1.447,32	3.138,05	3.905,05	5.789,30	2	0,5822
19 - Rio Jacu	152,96	-	122,07	304,76	436,55	946,51	1.177,85	1.746,19	2	0,5019
45	152,96	-	122,07	304,76	436,55	946,51	1.177,85	1.746,19	2	0,5019
20 - Rio das Torres	419,02	-	334,03	833,94	1.194,56	2.590,01	3.223,05	4.778,23	2	0,5025
50	419,02	-	334,03	833,94	1.194,56	2.590,01	3.223,05	4.778,23	2	0,5025
21 - Rio Capão Grande	656,55	-	523,87	1.307,92	1.873,50	4.062,09	5.054,93	7.494,03	2	0,5020
48	369,31	-	294,39	734,98	1.052,81	2.282,68	2.840,61	4.211,26	2	0,5025
49	272,05	-	217,68	543,48	778,49	1.687,91	2.100,46	3.113,97	2	0,5006
51	15,19	-	11,80	29,46	42,20	91,50	113,86	168,80	2	0,5155
22 - Rio Passo da Cachoeira	140,91	-	110,10	274,88	393,74	853,70	1.062,36	1.574,96	2	0,5126
53	140,91	-	110,10	274,88	393,74	853,70	1.062,36	1.574,96	2	0,5126
23 - Foz do rio Jordão	326,00	-	246,52	615,46	881,60	1.911,47	2.378,66	3.526,42	2	0,5297
47	74,54	-	59,64	148,89	213,27	462,41	575,43	853,09	2	0,5006
52	250,00	-	185,72	463,67	664,17	1.440,04	1.792,01	2.656,69	2	0,5392
54	1,46	-	1,16	2,90	4,16	9,02	11,22	16,64	2	0,5027
24 - UHE Fundão	282,02	-	225,54	563,09	806,59	1.748,81	2.176,25	3.226,33	2	0,5008
44	53,11	-	42,35	105,74	151,47	328,40	408,67	605,86	2	0,5023
46	228,91	-	183,19	457,35	655,12	1.420,41	1.767,58	2.620,47	2	0,5005
25 - UHE Santa Clara	394,35	-	313,04	781,52	1.119,47	2.427,20	3.020,45	4.477,88	2	0,5046
28	59,35	-	47,53	118,66	169,97	368,52	458,59	679,87	2	0,5002
37	24,32	-	19,47	48,62	69,64	150,99	187,90	278,56	2	0,5002
39	137,54	-	110,16	275,02	393,95	854,15	1.062,92	1.575,80	2	0,5001
41	148,12	-	115,85	289,22	414,29	898,26	1.117,81	1.657,18	2	0,5121
43	25,02	-	20,03	50,00	71,62	155,28	193,23	286,47	2	0,5003
Total Geral	**14.174,93**	**-**	**8.934,87**	**22.307,04**	**31.953,34**	**69.280,37**	**86.213,68**	**127.813,33**	2	0,6354

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 4.11. Cenário 2: Comparação entre Demandas e Disponibilidade (L/s)

		1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) / Sub-bacia do Diagnóstico (27) / Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)	Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
01	1.356	-	620	1.547	2.216	4.804	5.978	8.862	2	0,8764
01 - Rio das Pedras	1.356	-	620	1.547	2.216	4.804	5.978	8.862	2	0,8764
04	465	-	230	575	823	1.784	2.221	3.292	2	0,8097
05	171	-	124	308	442	958	1.192	1.767	2	0,5535
06	156	-	105	263	377	817	1.017	1.508	2	0,5910
07	211	-	127	318	455	986	1.227	1.819	2	0,6632
08	353	-	33	83	119	258	321	475	6	4,2598
02	985	-	745	1.859	2.663	5.774	7.185	10.653	2	0,5297
02 - Rio Bananas	985	-	745	1.859	2.663	5.774	7.185	10.653	2	0,5297
01	443	-	343	855	1.225	2.656	3.305	4.900	2	0,5183
02	274	-	210	525	751	1.629	2.027	3.006	2	0,5219
03	268	-	192	479	687	1.489	1.853	2.747	2	0,5584
03	306	-	151	377	540	1.170	1.456	2.159	2	0,8134
03 - Rio Cascavel	306	-	151	377	540	1.170	1.456	2.159	2	0,8134
10	306	-	151	377	540	1.170	1.456	2.159	2	0,8134
04	3.246	-	1.290	3.221	4.614	10.004	12.450	18.457	3	1,0078
05 - Rio Passo Ruim	1.064	-	688	1.718	2.461	5.336	6.641	9.845	2	0,6190
14	205	-	164	410	587	1.273	1.584	2.348	2	0,5009
15	551	-	349	871	1.247	2.705	3.366	4.990	2	0,6328
16	213	-	119	297	426	923	1.149	1.703	2	0,7182
17	94	-	56	140	201	436	543	804	2	0,6680
06 - Rio Coutinho	2.183	-	602	1.503	2.153	4.668	5.809	8.612	4	1,4523
18	1.047	-	440	1.099	1.574	3.414	4.248	6.297	2	0,9524
19	1.136	-	162	404	579	1.254	1.561	2.314	4	2,8126
05	2.349	-	1.390	3.470	4.970	10.776	13.410	19.880	2	0,6771
04 - Rio Quebra Joelho	265	-	159	397	569	1.233	1.535	2.275	2	0,6672
12	265	-	159	397	569	1.233	1.535	2.275	2	0,6672
07 - Rio Cachoeirinha	177	-	80	200	287	622	774	1.147	2	0,8837
21	177	-	80	200	287	622	774	1.147	2	0,8837
08 - Rio Campo Real	647	-	437	1.090	1.562	3.386	4.213	6.246	2	0,5932
23	647	-	437	1.090	1.562	3.386	4.213	6.246	2	0,5932
09 - Rio Pai João	112	-	89	223	320	694	863	1.280	2	0,5022
25	112	-	89	223	320	694	863	1.280	2	0,5022
26 - PCH Salto Curucaca	613	-	327	816	1.170	2.536	3.156	4.678	2	0,7512
20	247	-	120	299	428	928	1.155	1.713	2	0,8274
22	232	-	114	284	407	883	1.098	1.628	2	0,8147
24	1	-	0	1	2	4	4	7	2	0,5017
26	134	-	93	232	333	721	897	1.330	2	0,5767
27 - PCH Três Capões	535	-	297	742	1.063	2.305	2.869	4.253	2	0,7209
09	102	-	75	187	268	581	723	1.072	2	0,5460
11	113	-	69	173	248	537	668	990	2	0,6528
13	320	-	153	382	548	1.188	1.478	2.191	2	0,8373
06	2.825	-	1.611	4.023	5.763	12.495	15.549	23.052	2	0,7021
11 - Rio São Jerônimo	1.169	-	595	1.485	2.127	4.613	5.740	8.510	2	0,7871
29	1.169	-	595	1.485	2.127	4.613	5.740	8.510	2	0,7871
12 - Rio Pinhãozinho I	564	-	283	708	1.014	2.198	2.735	4.055	2	0,7976
30	564	-	283	708	1.014	2.198	2.735	4.055	2	0,7976
13 - Rio Socorro	1.091	-	733	1.830	2.622	5.685	7.074	10.488	2	0,5963
31	858	-	570	1.424	2.040	4.422	5.503	8.159	2	0,6027
32	172	-	124	309	443	961	1.196	1.773	2	0,5558
33	61	-	39	97	139	301	375	556	2	0,6313

		1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) / Sub-bacia do Diagnóstico (27) / Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)	Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
07	4.281	-	3.128	7.810	11.188	24.257	30.186	44.751	2	0,5481
10 - Rio Buriti	98	-	79	197	282	610	760	1.126	2	0,5005
27	98	-	79	197	282	610	760	1.126	2	0,5005
14 - Rio Tapera	381	-	254	635	909	1.971	2.453	3.636	2	0,6010
35	381	-	254	635	909	1.971	2.453	3.636	2	0,6010
15 - Rio Pinhão	364	-	229	571	818	1.774	2.207	3.272	2	0,6382
34	223	-	129	322	461	999	1.244	1.844	2	0,6921
36	142	-	100	249	357	774	964	1.428	2	0,5686
16 - Rio Pinhãozinho II	204	-	147	368	527	1.142	1.421	2.106	2	0,5539
38	204	-	147	368	527	1.142	1.421	2.106	2	0,5539
17 - Rio Capivara	181	-	140	349	499	1.083	1.347	1.998	2	0,5200
40	181	-	140	349	499	1.083	1.347	1.998	2	0,5200
18 - Rio Caracu	676	-	405	1.010	1.447	3.138	3.905	5.789	2	0,6686
42	676	-	405	1.010	1.447	3.138	3.905	5.789	2	0,6686
19 - Rio Jacu	153	-	122	305	437	947	1.178	1.746	2	0,5017
45	153	-	122	305	437	947	1.178	1.746	2	0,5017
20 - Rio das Torres	419	-	334	834	1.195	2.590	3.223	4.778	2	0,5028
50	419	-	334	834	1.195	2.590	3.223	4.778	2	0,5028
21 - Rio Capão Grande	656	-	524	1.308	1.874	4.062	5.055	7.494	2	0,5019
48	369	-	294	735	1.053	2.283	2.841	4.211	2	0,5023
49	272	-	218	543	778	1.688	2.100	3.114	2	0,5004
51	15	-	12	29	42	91	114	169	2	0,5202
22 - Rio Passo da Cachoeira	141	-	110	275	394	854	1.062	1.575	2	0,5125
53	141	-	110	275	394	854	1.062	1.575	2	0,5125
23 - Foz do rio Jordão	329	-	247	615	882	1.911	2.379	3.526	2	0,5342
47	75	-	60	149	213	462	575	853	2	0,5005
52	253	-	186	464	664	1.440	1.792	2.657	2	0,5452
54	1	-	1	3	4	9	11	17	2	0,5027
24 - UHE Fundão	282	-	226	563	807	1.749	2.176	3.226	2	0,5008
44	53	-	42	106	151	328	409	606	2	0,5023
46	229	-	183	457	655	1.420	1.768	2.620	2	0,5004
25 - UHE Santa Clara	396	-	313	782	1.119	2.427	3.020	4.478	2	0,5063
28	59	-	48	119	170	369	459	680	2	0,5002
37	24	-	19	49	70	151	188	279	2	0,5002
39	138	-	110	275	394	854	1.063	1.576	2	0,5001
41	149	-	116	289	414	898	1.118	1.657	2	0,5168
43	25	-	20	50	72	155	193	286	2	0,5003
Total Geral	**15.347,77**	**-**	**8.934,87**	**22.307,04**	**31.953,34**	**69.280,37**	**86.213,68**	**127.813,33**	2	0,6880

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 4.12. Cenário 3: Comparação entre Demandas e Disponibilidade (L/s)

		1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) / Sub-bacia do Diagnóstico (27) / Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)	Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
01	1.260	-	620	1.547	2.216	4.804	5.978	8.862	2	0,8148
01 - Rio das Pedras	1.260	-	620	1.547	2.216	4.804	5.978	8.862	2	0,8148
04	446	-	230	575	823	1.784	2.221	3.292	2	0,7765
05	157	-	124	308	442	958	1.192	1.767	2	0,5091
06	134	-	105	263	377	817	1.017	1.508	2	0,5103
07	172	-	127	318	455	986	1.227	1.819	2	0,5428
08	350	-	33	83	119	258	321	475	6	4,2229
02	937	-	745	1.859	2.663	5.774	7.185	10.653	2	0,5042
02 - Rio Bananas	937	-	745	1.859	2.663	5.774	7.185	10.653	2	0,5042
01	430	-	343	855	1.225	2.656	3.305	4.900	2	0,5023
02	267	-	210	525	751	1.629	2.027	3.006	2	0,5083
03	241	-	192	479	687	1.489	1.853	2.747	2	0,5032
03	237	-	151	377	540	1.170	1.456	2.159	2	0,6301
03 - Rio Cascavel	237	-	151	377	540	1.170	1.456	2.159	2	0,6301
10	237	-	151	377	540	1.170	1.456	2.159	2	0,6301
04	2.702	-	1.290	3.221	4.614	10.004	12.450	18.457	2	0,8387
05 - Rio Passo Ruim	863	-	688	1.718	2.461	5.336	6.641	9.845	2	0,5020
14	206	-	164	410	587	1.273	1.584	2.348	2	0,5030
15	437	-	349	871	1.247	2.705	3.366	4.990	2	0,5019
16	149	-	119	297	426	923	1.149	1.703	2	0,5008
17	71	-	56	140	201	436	543	804	2	0,5028
06 - Rio Coutinho	1.839	-	602	1.503	2.153	4.668	5.809	8.612	3	1,2236
18	894	-	440	1.099	1.574	3.414	4.248	6.297	2	0,8136
19	945	-	162	404	579	1.254	1.561	2.314	4	2,3394
05	1.751	-	1.390	3.470	4.970	10.776	13.410	19.880	2	0,5048
04 - Rio Quebra Joelho	199	-	159	397	569	1.233	1.535	2.275	2	0,5023
12	199	-	159	397	569	1.233	1.535	2.275	2	0,5023
07 - Rio Cachoeirinha	101	-	80	200	287	622	774	1.147	2	0,5021
21	101	-	80	200	287	622	774	1.147	2	0,5021
08 - Rio Campo Real	546	-	437	1.090	1.562	3.386	4.213	6.246	2	0,5011
23	546	-	437	1.090	1.562	3.386	4.213	6.246	2	0,5011
09 - Rio Pai João	112	-	89	223	320	694	863	1.280	2	0,5027
25	112	-	89	223	320	694	863	1.280	2	0,5027
26 - PCH Salto Curucaca	418	-	327	816	1.170	2.536	3.156	4.678	2	0,5120
20	159	-	120	299	428	928	1.155	1.713	2	0,5311
22	142	-	114	284	407	883	1.098	1.628	2	0,5006
24	1	-	0	1	2	4	4	7	2	0,5018
26	116	-	93	232	333	721	897	1.330	2	0,5015
27 - PCH Três Capões	375	-	297	742	1.063	2.305	2.869	4.253	2	0,5050
09	95	-	75	187	268	581	723	1.072	2	0,5090
11	87	-	69	173	248	537	668	990	2	0,5014
13	193	-	153	382	548	1.188	1.478	2.191	2	0,5046
06	2.127	-	1.611	4.023	5.763	12.495	15.549	23.052	2	0,5287
11 - Rio São Jerônimo	745	-	595	1.485	2.127	4.613	5.740	8.510	2	0,5016
29	745	-	595	1.485	2.127	4.613	5.740	8.510	2	0,5016
12 - Rio Pinhãozinho I	439	-	283	708	1.014	2.198	2.735	4.055	2	0,6205
30	439	-	283	708	1.014	2.198	2.735	4.055	2	0,6205
13 - Rio Socorro	943	-	733	1.830	2.622	5.685	7.074	10.488	2	0,5152
31	734	-	570	1.424	2.040	4.422	5.503	8.159	2	0,5154
32	160	-	124	309	443	961	1.196	1.773	2	0,5178
33	49	-	39	97	139	301	375	556	2	0,5046

		1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) / Sub-bacia do Diagnóstico (27) / Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)	Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
07	4.005	-	3.128	7.810	11.188	24.257	30.186	44.751	2	0,5128
10 - Rio Buriti	98	-	79	197	282	610	760	1.126	2	0,5008
27	98	-	79	197	282	610	760	1.126	2	0,5008
14 - Rio Tapera	348	-	254	635	909	1.971	2.453	3.636	2	0,5490
35	348	-	254	635	909	1.971	2.453	3.636	2	0,5490
15 - Rio Pinhão	287	-	229	571	818	1.774	2.207	3.272	2	0,5021
34	162	-	129	322	461	999	1.244	1.844	2	0,5033
36	125	-	100	249	357	774	964	1.428	2	0,5006
16 - Rio Pinhãozinho II	184	-	147	368	527	1.142	1.421	2.106	2	0,5007
38	184	-	147	368	527	1.142	1.421	2.106	2	0,5007
17 - Rio Capivara	175	-	140	349	499	1.083	1.347	1.998	2	0,5006
40	175	-	140	349	499	1.083	1.347	1.998	2	0,5006
18 - Rio Caracu	553	-	405	1.010	1.447	3.138	3.905	5.789	2	0,5477
42	553	-	405	1.010	1.447	3.138	3.905	5.789	2	0,5477
19 - Rio Jacu	153	-	122	305	437	947	1.178	1.746	2	0,5019
45	153	-	122	305	437	947	1.178	1.746	2	0,5019
20 - Rio das Torres	419	-	334	834	1.195	2.590	3.223	4.778	2	0,5023
50	419	-	334	834	1.195	2.590	3.223	4.778	2	0,5023
21 - Rio Capão Grande	656	-	524	1.308	1.874	4.062	5.055	7.494	2	0,5017
48	369	-	294	735	1.053	2.283	2.841	4.211	2	0,5025
49	272	-	218	543	778	1.688	2.100	3.114	2	0,5006
51	15	-	12	29	42	91	114	169	2	0,5014
22 - Rio Passo da Cachoeira	141	-	110	275	394	854	1.062	1.575	2	0,5126
53	141	-	110	275	394	854	1.062	1.575	2	0,5126
23 - Foz do rio Jordão	315	-	247	615	882	1.911	2.379	3.526	2	0,5111
47	75	-	60	149	213	462	575	853	2	0,5006
52	239	-	186	464	664	1.440	1.792	2.657	2	0,5145
54	1	-	1	3	4	9	11	17	2	0,5027
24 - UHE Fundão	282	-	226	563	807	1.749	2.176	3.226	2	0,5008
44	53	-	42	106	151	328	409	606	2	0,5023
46	229	-	183	457	655	1.420	1.768	2.620	2	0,5005
25 - UHE Santa Clara	394	-	313	782	1.119	2.427	3.020	4.478	2	0,5043
28	59	-	48	119	170	369	459	680	2	0,5002
37	24	-	19	49	70	151	188	279	2	0,5002
39	138	-	110	275	394	854	1.063	1.576	2	0,5001
41	148	-	116	289	414	898	1.118	1.657	2	0,5113
43	25	-	20	50	72	155	193	286	2	0,5003
Total Geral	**13.020,44**	**-**	**8.934,87**	**22.307,04**	**31.953,34**	**69.280,37**	**86.213,68**	**127.813,33**	2	0,5837

FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 4.13. Cenário 4: Comparação entre Demandas e Disponibilidade (L/s)

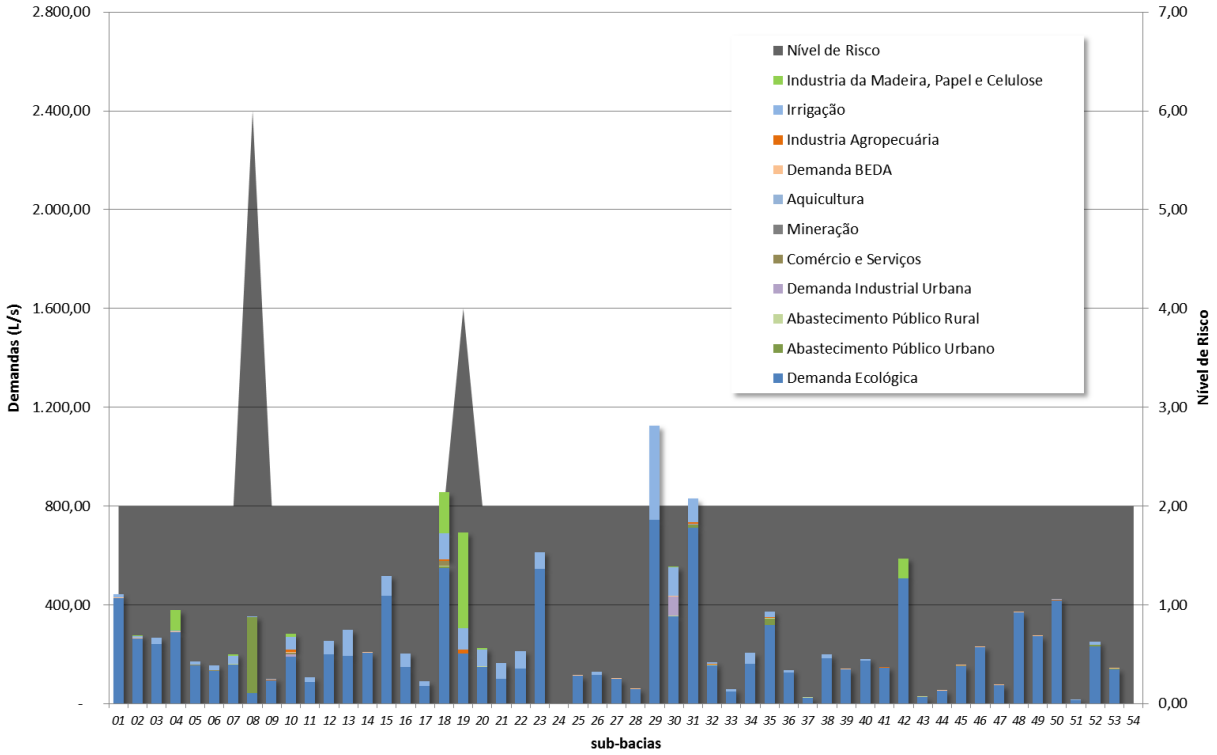
		1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) / Sub-bacia do Diagnóstico (27) / Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)	Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
01	1.563	-	620	1.547	2.216	4.804	5.978	8.862	3	1,0102
01 - Rio das Pedras	1.563	-	620	1.547	2.216	4.804	5.978	8.862	3	1,0102
04	728	-	230	575	823	1.784	2.221	3.292	3	1,2666
05	157	-	124	308	442	958	1.192	1.767	2	0,5089
06	134	-	105	263	377	817	1.017	1.508	2	0,5098
07	193	-	127	318	455	986	1.227	1.819	2	0,6088
08	350	-	33	83	119	258	321	475	6	4,2223
02	937	-	745	1.859	2.663	5.774	7.185	10.653	2	0,5042
02 - Rio Bananas	937	-	745	1.859	2.663	5.774	7.185	10.653	2	0,5042
01	429	-	343	855	1.225	2.656	3.305	4.900	2	0,5022
02	267	-	210	525	751	1.629	2.027	3.006	2	0,5089
03	241	-	192	479	687	1.489	1.853	2.747	2	0,5026
03	274	-	151	377	540	1.170	1.456	2.159	2	0,7285
03 - Rio Cascavel	274	-	151	377	540	1.170	1.456	2.159	2	0,7285
10	274	-	151	377	540	1.170	1.456	2.159	2	0,7285
04	4.608	-	1.290	3.221	4.614	10.004	12.450	18.457	3	1,4305
05 - Rio Passo Ruim	861	-	688	1.718	2.461	5.336	6.641	9.845	2	0,5010
14	205	-	164	410	587	1.273	1.584	2.348	2	0,5009
15	436	-	349	871	1.247	2.705	3.366	4.990	2	0,5008
16	149	-	119	297	426	923	1.149	1.703	2	0,5007
17	71	-	56	140	201	436	543	804	2	0,5028
06 - Rio Coutinho	3.747	-	602	1.503	2.153	4.668	5.809	8.612	4	2,4932
18	1.466	-	440	1.099	1.574	3.414	4.248	6.297	3	1,3342
19	2.281	-	162	404	579	1.254	1.561	2.314	6	5,6474
05	1.767	-	1.390	3.470	4.970	10.776	13.410	19.880	2	0,5092
04 - Rio Quebra Joelho	199	-	159	397	569	1.233	1.535	2.275	2	0,5020
12	199	-	159	397	569	1.233	1.535	2.275	2	0,5020
07 - Rio Cachoeirinha	100	-	80	200	287	622	774	1.147	2	0,5019
21	100	-	80	200	287	622	774	1.147	2	0,5019
08 - Rio Campo Real	546	-	437	1.090	1.562	3.386	4.213	6.246	2	0,5004
23	546	-	437	1.090	1.562	3.386	4.213	6.246	2	0,5004
09 - Rio Pai João	112	-	89	223	320	694	863	1.280	2	0,5022
25	112	-	89	223	320	694	863	1.280	2	0,5022
26 - PCH Salto Curucaca	435	-	327	816	1.170	2.536	3.156	4.678	2	0,5323
20	175	-	120	299	428	928	1.155	1.713	2	0,5868
22	142	-	114	284	407	883	1.098	1.628	2	0,5005
24	1	-	0	1	2	4	4	7	2	0,5017
26	116	-	93	232	333	721	897	1.330	2	0,5013
27 - PCH Três Capões	375	-	297	742	1.063	2.305	2.869	4.253	2	0,5046
09	95	-	75	187	268	581	723	1.072	2	0,5081
11	87	-	69	173	248	537	668	990	2	0,5011
13	193	-	153	382	548	1.188	1.478	2.191	2	0,5044
06	2.134	-	1.611	4.023	5.763	12.495	15.549	23.052	2	0,5304
11 - Rio São Jerônimo	745	-	595	1.485	2.127	4.613	5.740	8.510	2	0,5014
29	745	-	595	1.485	2.127	4.613	5.740	8.510	2	0,5014
12 - Rio Pinhãozinho I	447	-	283	708	1.014	2.198	2.735	4.055	2	0,6321
30	447	-	283	708	1.014	2.198	2.735	4.055	2	0,6321
13 - Rio Socorro	942	-	733	1.830	2.622	5.685	7.074	10.488	2	0,5145
31	733	-	570	1.424	2.040	4.422	5.503	8.159	2	0,5148
32	160	-	124	309	443	961	1.196	1.773	2	0,5164
33	49	-	39	97	139	301	375	556	2	0,5040

		1	2	3	4	5	6	7		
Seção de Controle (7) / Sub-bacia do Diagnóstico (27) / Sub-bacia (54)	Soma de Total Demandas Hídricas (L/s)	Soma de Q0	Soma de Q100% (L/s)	Soma de Q95% (L/s)	Soma de Q90% (L/s)	Soma de Vazão reguralizada Intra-anual (L/s)	Soma de Q50% (L/s)	Soma de QMLT (L/s)	Nível de Risco	Demanda / Disponibilidade (Q95%)
07	4.393	-	3.128	7.810	11.188	24.257	30.186	44.751	2	0,5625
10 - Rio Buriti	98	-	79	197	282	610	760	1.126	2	0,5005
27	98	-	79	197	282	610	760	1.126	2	0,5005
14 - Rio Tapera	348	-	254	635	909	1.971	2.453	3.636	2	0,5484
35	348	-	254	635	909	1.971	2.453	3.636	2	0,5484
15 - Rio Pinhão	287	-	229	571	818	1.774	2.207	3.272	2	0,5020
34	162	-	129	322	461	999	1.244	1.844	2	0,5031
36	125	-	100	249	357	774	964	1.428	2	0,5005
16 - Rio Pinhãozinho II	184	-	147	368	527	1.142	1.421	2.106	2	0,5007
38	184	-	147	368	527	1.142	1.421	2.106	2	0,5007
17 - Rio Capivara	175	-	140	349	499	1.083	1.347	1.998	2	0,5006
40	175	-	140	349	499	1.083	1.347	1.998	2	0,5006
18 - Rio Caracu	943	-	405	1.010	1.447	3.138	3.905	5.789	2	0,9331
42	943	-	405	1.010	1.447	3.138	3.905	5.789	2	0,9331
19 - Rio Jacu	153	-	122	305	437	947	1.178	1.746	2	0,5017
45	153	-	122	305	437	947	1.178	1.746	2	0,5017
20 - Rio das Torres	419	-	334	834	1.195	2.590	3.223	4.778	2	0,5021
50	419	-	334	834	1.195	2.590	3.223	4.778	2	0,5021
21 - Rio Capão Grande	656	-	524	1.308	1.874	4.062	5.055	7.494	2	0,5015
48	369	-	294	735	1.053	2.283	2.841	4.211	2	0,5023
49	272	-	218	543	778	1.688	2.100	3.114	2	0,5004
51	15	-	12	29	42	91	114	169	2	0,5011
22 - Rio Passo da Cachoeira	141	-	110	275	394	854	1.062	1.575	2	0,5125
53	141	-	110	275	394	854	1.062	1.575	2	0,5125
23 - Foz do rio Jordão	314	-	247	615	882	1.911	2.379	3.526	2	0,5110
47	75	-	60	149	213	462	575	853	2	0,5005
52	239	-	186	464	664	1.440	1.792	2.657	2	0,5144
54	1	-	1	3	4	9	11	17	2	0,5027
24 - UHE Fundão	282	-	226	563	807	1.749	2.176	3.226	2	0,5008
44	53	-	42	106	151	328	409	606	2	0,5023
46	229	-	183	457	655	1.420	1.768	2.620	2	0,5004
25 - UHE Santa Clara	394	-	313	782	1.119	2.427	3.020	4.478	2	0,5040
28	59	-	48	119	170	369	459	680	2	0,5002
37	24	-	19	49	70	151	188	279	2	0,5002
39	138	-	110	275	394	854	1.063	1.576	2	0,5001
41	148	-	116	289	414	898	1.118	1.657	2	0,5105
43	25	-	20	50	72	155	193	286	2	0,5003
Total Geral	**15.675,97**	**-**	**8.934,87**	**22.307,04**	**31.953,34**	**69.280,37**	**86.213,68**	**127.813,33**	2	0,7027

FONTE: Elaborado pela Consultora.

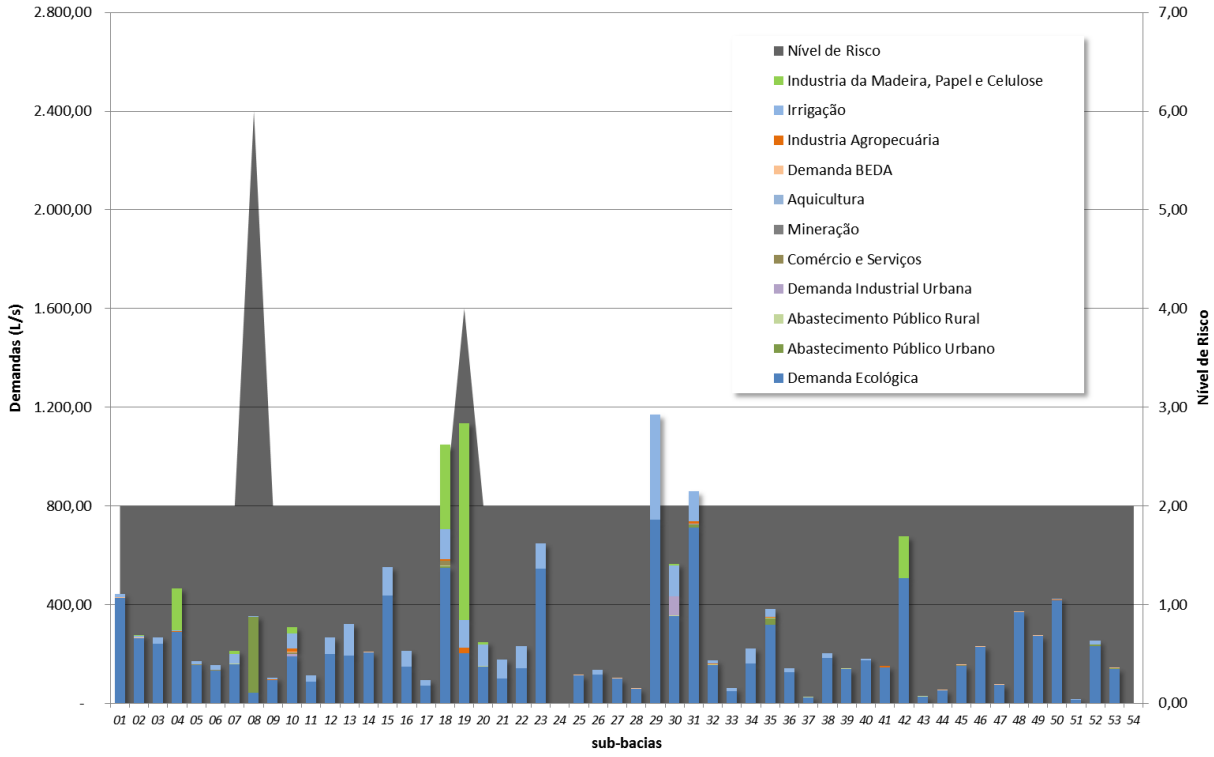
As *Figuras 4.14 a 4.17* apresentam as mesmas informações dos quadros acima para cada uma das sub-bacias, permitindo uma comparação entre elas. Elas mostram a localização das sub-bacias e o nível de risco em cada um deles em tons de cinza (mais claros indicam maior risco). As demandas em cada sub-bacia dos cenários são mostradas como barras, cujas cores representam o tipo de demanda e o valor total é lido na escala esquerda em litros por segundo (L/s).

Figura 4.14. Cenário 1: Demandas e Nível de Risco em cada Sub-bacia



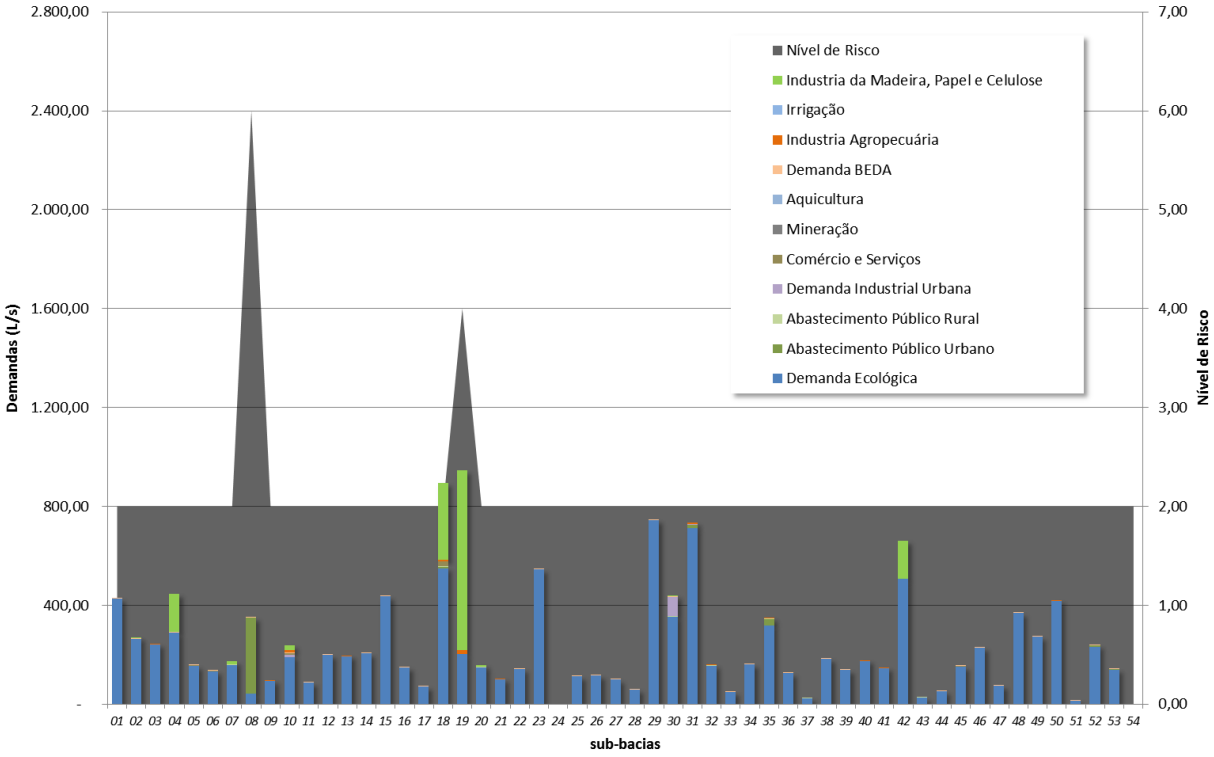
FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 4.15. Cenário 2: Demandas e Nível de Risco em cada Sub-bacia



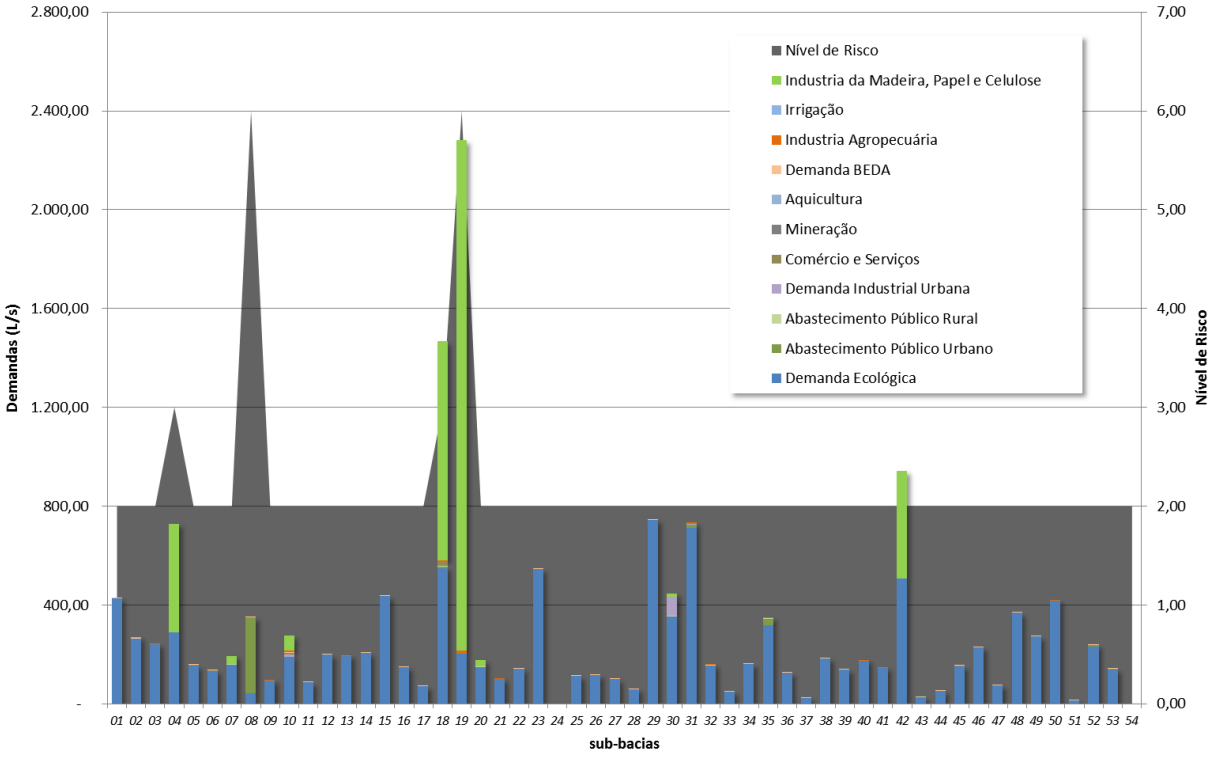
FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 4.16. Cenário 3: Demandas e Nível de Risco em cada Sub-bacia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Figura 4.17. Cenário 4: Demandas e Nível de Risco em cada Sub-bacia



FONTE: Elaborado pela Consultora.

Nas figuras acima, as demandas projetadas nos cenários, em suas diversas categorias, são representadas por barrinhas coloridas superpostas. Como pode ser observado, três conjuntos de barrinhas chamam a atenção por seu tamanho relativo, em todos os cenários:

- As barras azuis mais escuras que representam a “demanda ecológica” (50% da Q95%), distribuídas em todas as sub-bacias e idênticas em todos os cenários;
- As barras em verde claro, que representam as demandas do setor industrial da madeira, papel e celulose, de grande magnitude, porém concentradas em algumas das sub-bacias, principalmente as 19, 18 (rio Coutinho), 42 (rio Caracu) e a 04 (rio das Pedras). Estas são mais proeminentes nos cenários 3 e 4;
- As barras azul claro, que representam a demanda de irrigação, concentradas nas sub-bacias localizadas ao norte da bacia com maior proeminência nas sub-bacias 29 (rio São Jerônimo) e 30 (rio Pinhãozinho), principalmente nos cenários 1 e 3.

4.4. Aproveitamentos Hidrelétricos

O potencial de aproveitamento hidrelétrico da bacia do rio Jordão é uma questão importante que deverá ser considerada nos cenários do *PBH-Jordão*, isso porque a implementação de UHEs e PCHs ao longo da bacia limitam o uso da água dos demais setores usuários e, se não forem operados de maneira correta, contribuem com a deterioração da qualidade dos corpos hídricos.

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2020 (2011) apresenta estudos de previsão de expansão da demanda e da oferta de recursos energéticos para um horizonte de dez anos com o objetivo de garantir a expansão equilibrada da oferta energética, com sustentabilidade técnica, econômica e socioambiental.

A estimativa do estudo é de que o Sistema Interligado Nacional (SIN) apresente uma expansão de 61.560 MW (considerando fontes alternativas, hidrelétricas, nuclear e térmica) até dezembro de 2020, sendo a região Sul responsável pelo aumento de 6.777 MW. Em dezembro de 2010, a região Sul possuía uma potência instalada total de 17.808 MW, o que correspondia a 16% da oferta total.

Em se tratando especificamente da expansão hidrelétrica, a capacidade de geração hidráulica aumentará de 83 GW para 115 GW no país.

O Plano Nacional de Energia 2030 (2007), por sua vez, caracteriza a bacia do Paraná como a região hidrográfica com maior índice de aproveitamento de potencial hidrelétrico. Todavia, em uma perspectiva de longo prazo esta bacia perde importância relativa devido ao elevado índice de aproveitamento já realizado. As principais informações sobre o potencial hidrelétrico estão no *Quadro 4.1*.

Quadro 4.1. Potencial Hidrelétrico (MW) da sub-bacia Iguaçu, na região hidrográfica do Paraná

Sub-bacia	Aproveitado	Inventário	Estimado	Total
Iguaçu	7.360	1.654	793	9.807

Nota: 1) potencial aproveitado inclui usinas existentes em dezembro de 2005 e os aproveitamentos em construção ou com concessão outorgada; 2) inventário indica o nível mínimo de estudo do qual foi objeto o potencial.

FONTE: ANA (2005) *apud* BRASIL (2007).

Entretanto, os Planos não apresentam detalhamento sobre aproveitamentos hidrelétricos na Bacia do rio Jordão. Assim, as informações disponíveis foram obtidas junto à Aneel e seguem apresentadas nos *Quadros* abaixo:

Quadro 4.2. Usinas Hidrelétricas na Bacia do rio Jordão

UHE	Estágio	Município	Rio	Potência[1] (kW)	Área de Drenagem (km²)	Proprietário
Fundão	Operação	Foz do Jordão	Jordão	120.000 [2]	Sem Informação	Centrais Elétricas do Rio Jordão S/A
Santa Clara	Operação	Candói e Pinhão	Jordão	120.000 [2]	Sem Informação	Centrais Elétricas do Rio Jordão S/A
Salto Curucaca	Outorga	Candói	Jordão	44.384	2.240,00	Santa Maria Companhia Papel e Celulose

[1] Aneel (2013)

[2] ELEJOR (2013).

Quadro 4.3. Pequenas Centrais Hidrelétricas na Bacia do Jordão

PCH	Estágio	Município	Rio	Potência[1] (kW)	Área de Drenagem (km²)	Proprietário
Barra	Operação	Reserva do Iguaçu	Jordão	5.200	Sem Informação	Rio Jordão Papéis S.A
Cambará	Inventariado	Guarapuava	Jordão	2.800	1.883,51	não identificado
Candói	-	Candói	Caracu	824	Sem Informação	Santa Clara Indústria de Pasta e Papel
Capela	PB com	Reserva do Iguaçu	Lajeado das	6.100	148,00	-

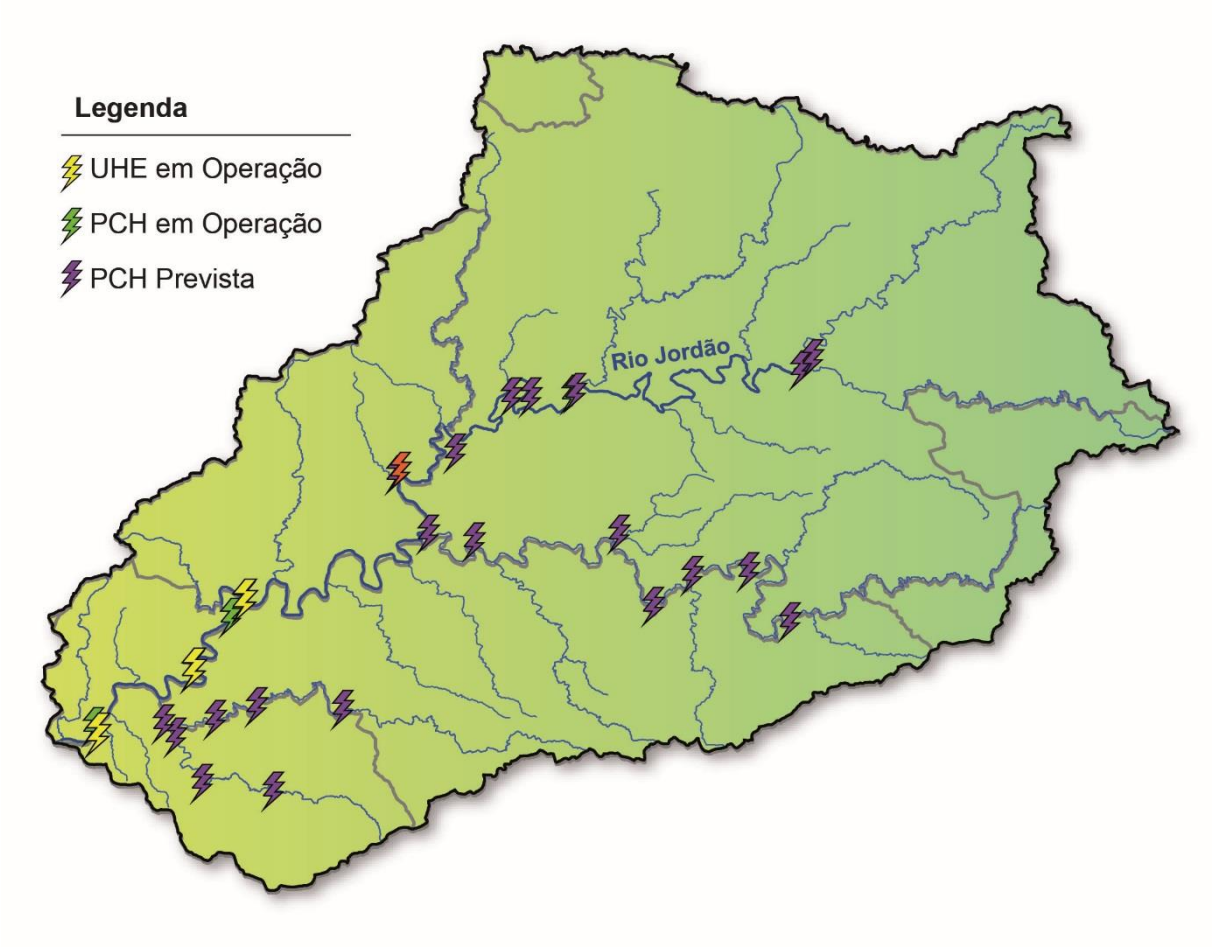
PCH	Estágio	Município	Rio	Potência[1] (kW)	Área de Drenagem (km²)	Proprietário
	Registro		Torres			
Derivação do Rio Jordão	Operação	Reserva do Iguaçu	Jordão	6.500	4.700,00	Copel Geração e Transmissão S.A.
Descadeirado	Inventariado	Pinhão	Pinhão	1.700	503,00	não identificado
Esperança	PB com Registro	Guarapuava	Jordão	3.200	1.800,43	não identificado
Foz do Capão Grande	PB com Registro	Reserva do Iguaçu e Pinhão	Capão Grande	9.700	451,00	-
Foz do Pinhão	Inventariado	Guarapuava	Pinhão	3.500	1.113,00	não identificado
Fundão I	Operação	Foz do Jordão e Pinhão	Jordão	2.500 [2]	4.090,00	Centrais Elétricas do Rio Jordão S/A
Laranjal	Inventariado	Guarapuava	Pinhão	3.000	474,00	não identificado
Nascente	Inventariado	Reserva do Iguaçu	Lajeado das Torres	1.500	52,00	-
Parque	Inventariado	Guarapuava	Jordão	2.900	728,18	não identificado
Pinhal Ralo	PB com Aceite	Guarapuava	Pinhão	5.700	1.093,00	não identificado
Pituquinhas	Inventariado	Pinhão e Reserva do Iguaçu	Capão Grande	11.800	248,00	-
Ponte	Inventariado	Recreio	Santana	2.400	107,01	não identificado
Reinholfer	Inventariado	Pinhão e Reserva do Iguaçu	Capão Grande	2.050	232,00	-
Santa Clara I	Operação	Candói e Pinhão	Jordão	3.600 [2]	3.900,00	Centrais Elétricas do Rio Jordão S/A
Santa Paula	PB com Aceite	Guarapuava	Jordão	3.100	736,16	não identificado
São Jerônimo	Outorga	Guarapuava e Pinhão	São Jerônimo	15.000	Sem Informação	Brookfield Energia Renovável S/A
Socorro	Inventariado	Guarapuava	Pinhão	2.950	636,00	-
Taguá	PB com Registro	Guarapuava	Jordão	6.700	2.210,03	não identificado
Três Capões	Operação	Guarapuava	Jordão	1.268	Sem Informação	Indústrias de Madeiras Santa Maria Ltda.
Três Capões Novos	PB com Aceite	Guarapuava	Jordão	9.200	2.210,00	não identificado
Volta do Atalho	Inventariado	Reserva do Iguaçu	Lajeado das Torres	2.200	174,00	-
Volta Grande	PB com Aceite	Guarapuava	Pinhão	3.700	625,00	Cooperzem Cooperativa de Geração de Energia e Desenvolvimento

Nota: [1] ANEEL (2013).

[2] ELEJOR (2013).

A localização dos aproveitamentos hidrelétricos caracterizados anteriormente é apresentada na *Figura 4.18* a seguir.

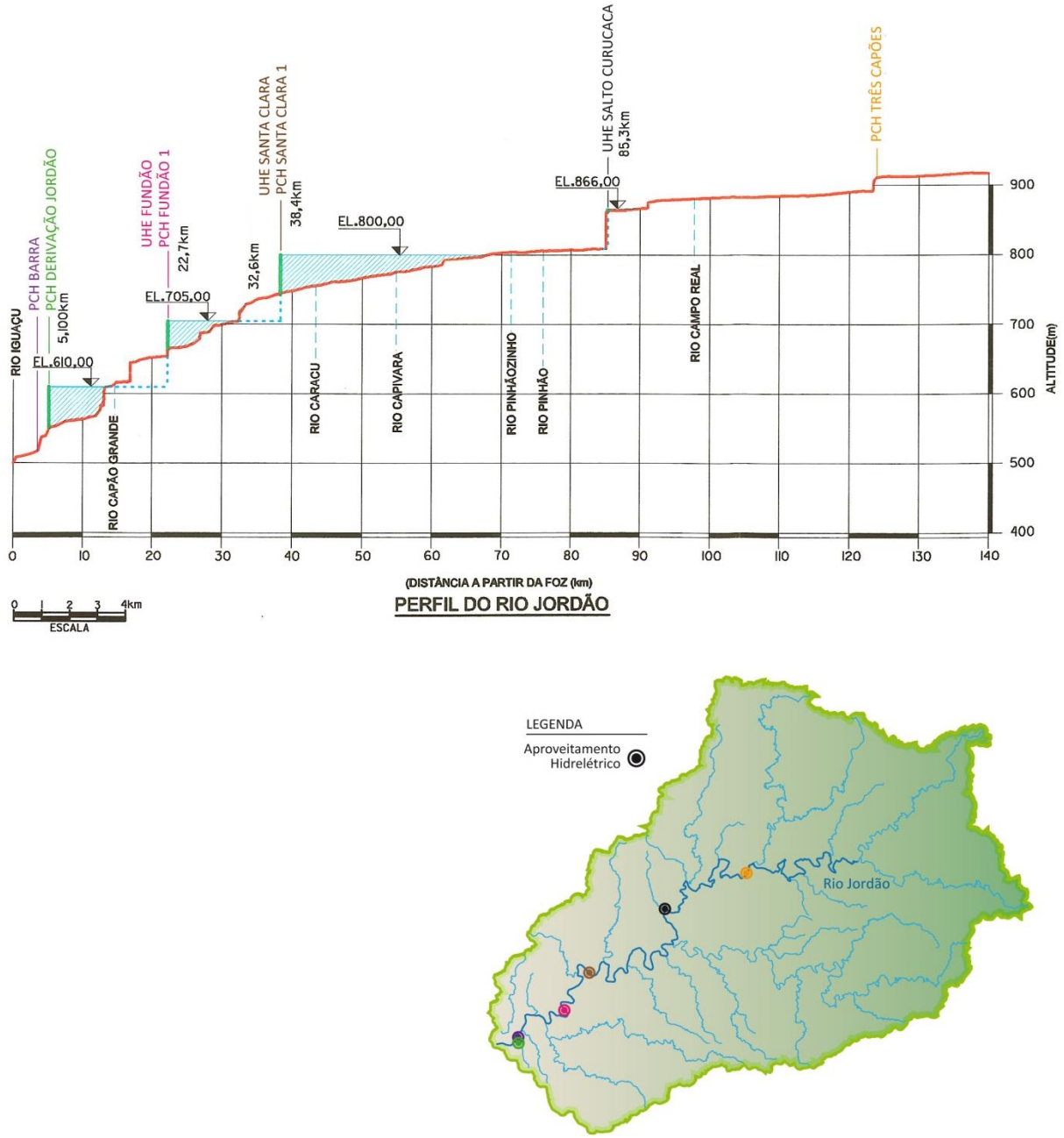
Figura 4.18. Localização dos Aproveitamentos Hidrelétricos – Bacia do Jordão



FONTE: SIGEL – Aneel (2013).

O perfil topográfico com os aproveitamentos hidrelétricos operando na calha do rio Jordão é apresentado na *Figura 4.19*. O perfil corresponde a uma adaptação do relatório de Estudos de Impacto Ambiental – UHE Santa Clara e UHE Fundão (COPEL, 1998) através de informações da ANEEL (2013).

Figura 4.19. Perfil Topográfico do rio Jordão



FONTE: Adaptado de COPEL (1998) com base em informações da ANEEL (2013).

4.5. Estimativa das Cargas nos Cenários

A comparação entre as cargas remanescentes e as disponibilidades hídricas nos cenários foi feita no nível das células de análise. Da mesma forma que o balanço hídrico quantitativo, esta análise permitiu avaliar o nível de risco em cada um desses elementos, fornecendo subsídios para os programas de gestão que serão discutidos em outros relatórios deste plano.

As cargas remanescentes na bacia foram projetadas para o horizonte do Plano, em 2030, e contemplaram os parâmetros de DBO e Fósforo, nas seguintes categorias:

- Cargas de Origem Doméstica;
- Cargas de Origem Agrícola;
- Cargas de Origem Pecuária;
- Cargas de Origem Industrial, dividida em três componentes: Carga Industrial Urbana, Carga Agroindustrial e Carga da Indústria do Papel e Celulose;
- Cargas para Comércio e Serviços.

Os critérios e hipóteses para a sua determinação são descritos a seguir.

4.5.1. Cargas de Origem Doméstica

Para a estimativa da carga doméstica foi trabalhado o conceito da eficiência global, que representa a percentagem pela qual a carga gerada é multiplicada de modo a obter o valor da carga remanescente. A eficiência global expressa a composição dada pela percentagem do índice de coleta, pelo índice de tratamento e pela eficiência de tratamento.

Os valores de índice de coleta atual, índice de tratamento atual e as eficiências do sistema de fossa séptica e das ETEs em operação na bacia foram trabalhados de modo a gerar valores de eficiência média. No *Quadro 4.4* são apresentados os valores de eficiência global do Cenário de Partida.

Quadro 4.4. Eficiência Global – Base Cenário de Partida

Município	Eficiência Global de DBO da População Urbana de 2010	Eficiência Global de Fósforo da População Urbana de 2010
Campina do Simão	30,0%	30,0%
Candói	49,9%	19,9%
Foz do Jordão	30,0%	30,0%
Guarapuava	60,8%	10,9%
Inácio Martins	33,9%	27,1%
Pinhão	51,1%	18,0%
Reserva do Iguaçu	57,2%	16,6%

FONTE: Elaborado pela Consultora.

A máxima eficiência global de DBO está no município de Guarapuava, com 60,8%. Em termos de fósforo total, a máxima eficiência global está nos municípios de Campina do Simão e Foz do Jordão, com 30%. De modo a articular o critério de alta restrição ambiental dos Cenários 1 e 3, e o critério de baixa restrição ambiental dos Cenários 2 e 4, foi considerado os valores de eficiência global de 90% e 50%, tanto para o parâmetro de DBO quanto para o de fósforo total, nos respectivos Cenários.

4.5.2. Cargas de Origem Agrícola

As cargas de origem agrícola, primeiramente calculadas para o período atual conforme a descrição já apresentada no *Capítulo 2.3.2*, variam de acordo com a modificação dos usos do solo projetados pelos cenários. Ou seja, na medida em que cada cenário possui um uso do solo característico, as cargas de origem agrícola serão calculadas dependendo desta variação, já que esta é calculada a partir da multiplicação das cargas unitárias pela área.

4.5.3. Cargas de Origem Pecuária

Para as cargas de origem pecuária, assim como na estimativa das demandas, utilizou-se o padrão de "BEDA por hectare" típico de cada município, o qual já foi descrito no *item 4.3.6*. Esse padrão foi então aplicado para a projeção da carga em cada um dos cenários, com base na soma das áreas projetadas de pastagem e de agricultura em cada célula.

4.5.4. Cargas de Origem Industrial

Para a distribuição e composição do quadro qualitativo dos Cenários, as cargas foram espacializadas nas células de análise, segundo as respectivas coordenadas de lançamento. Nos casos onde houve mais de um lançamento as cargas foram somadas, estimando, portanto, um total de quilos por dia de carga gerada e remanescente em cada célula. Ressalta-se que estas foram categorizadas conforme a classificação industrial apresentada no *item 4.3*, (Papel e Celulose, Industrial Urbano e Agroindustrial), segundo as características das indústrias que possuem as outorgas de lançamento de efluentes.

O prospecto das cargas nos cenários se deu pela variação proporcional às demandas por setor, em relação ao Cenário de Partida, já que estas refletem as articulações das proposições. Em outras palavras, à carga da célula foi aplicado um fator que traduz a diferença entre demanda total do setor por sub-bacia em cada cenário em 2030, e a mesma demanda em 2010, estando, portanto, a variação das cargas nos cenários atrelada à variação das respectivas demandas.

Para exemplificar, observa-se o comportamento da carga remanescente de 12,0 kg/dia da célula GUA0700118 para o setor Urbano-Industrial em 2010. A referida célula está situada na seção de controle de código 4, portanto, a variação da demanda Urbano-Industrial referente ao Cenário 2 desta sub-bacia determina a carga remanescente da célula. No caso, a demanda em 2030 do setor Urbano-Industrial no Cenário de Partida é 42,56 L/s, e no Cenário 2 é 52,43 L/s, ou seja, em acréscimo de 32%. Aplicando este acréscimo aos 12 quilos diários, obtêm-se a carga do Cenário 2 de 15,84 kg/dia, e assim sucessivamente para os demais cenários, sub-bacias e setores.

4.5.5. Cargas para Comércio e Serviços

Da mesma forma que foi trabalhada as cargas de origem industrial, o prospecto das cargas para comércio e serviços nos cenários se deu pela variação proporcional às demandas por setor em relação ao Cenário de Partida, ou seja, à carga da célula foi aplicado um fator que traduz a diferença entre demanda total do setor por sub-bacia em cada cenário em 2030, e a mesma demanda em 2010.

4.6. "Balanço Hídrico" Qualitativo

Para os Cenários Prospectivos foram utilizadas as informações de cargas projetadas, descritas no *Capítulo 4.6* representadas pela vazão de diluição necessária, comparadas às curvas de duração das vazões em cada célula.

Os resultados obtidos para a Classe 3 estão apresentados nas *Figuras 4.20 a 4.23* a seguir. Os resultados obtidos para as Classes 1 e 2 estão no *Anexo 02*.

Figura 4.20. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo - Cenário 1 – Classe 3

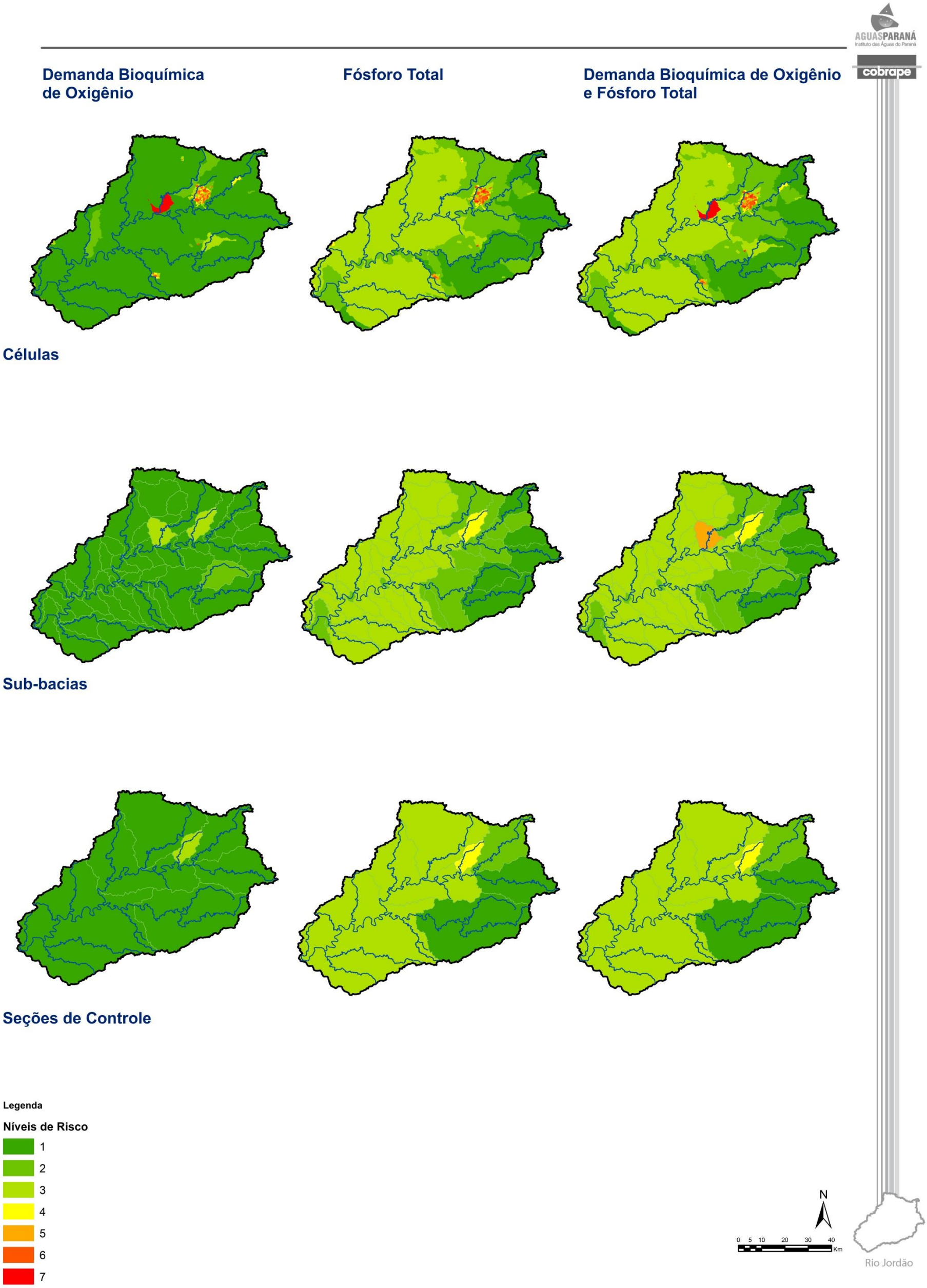


Figura 4.21. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo - Cenário 2 – Classe 3

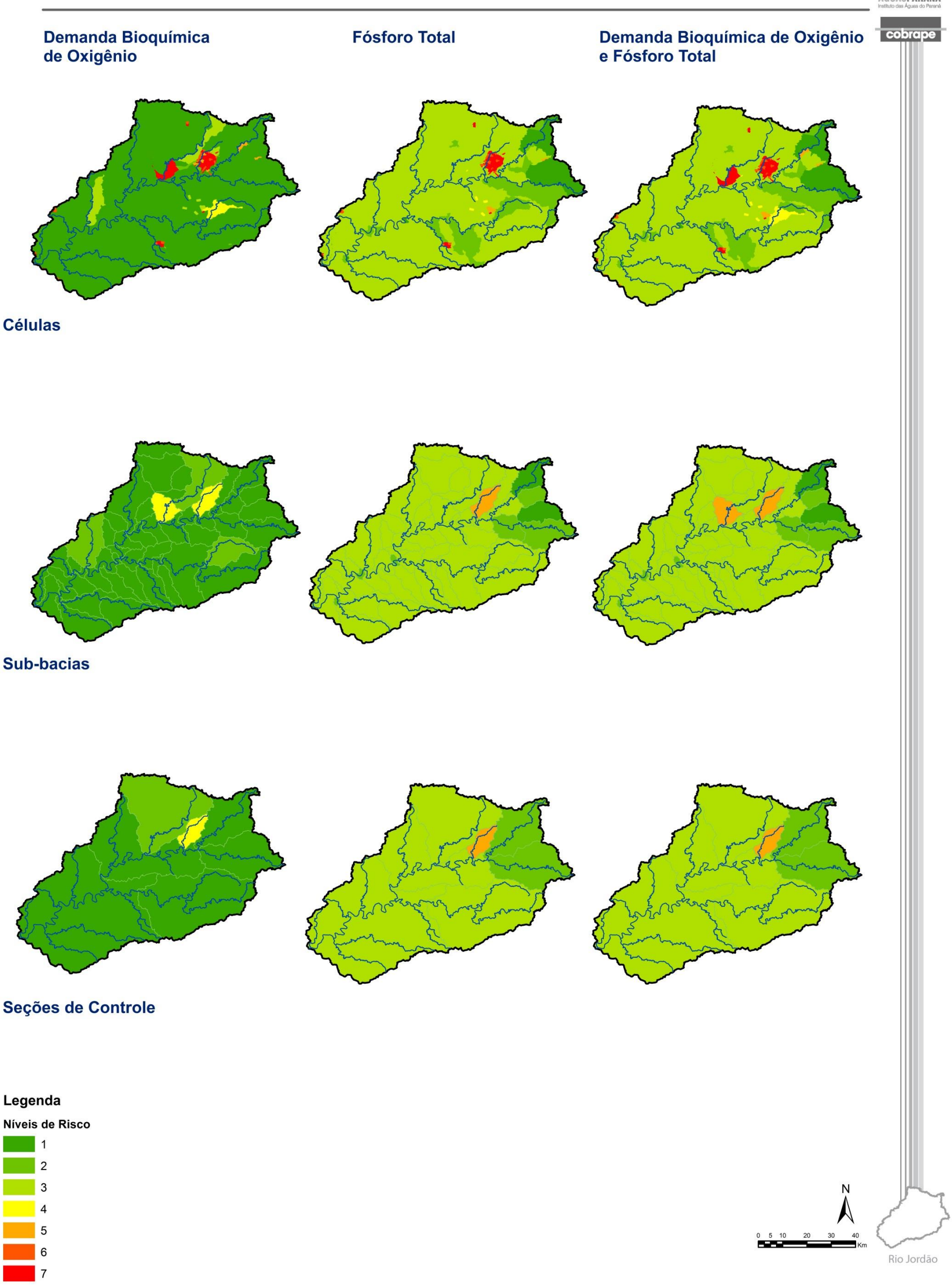


Figura 4.22. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo - Cenário 3 – Classe 3

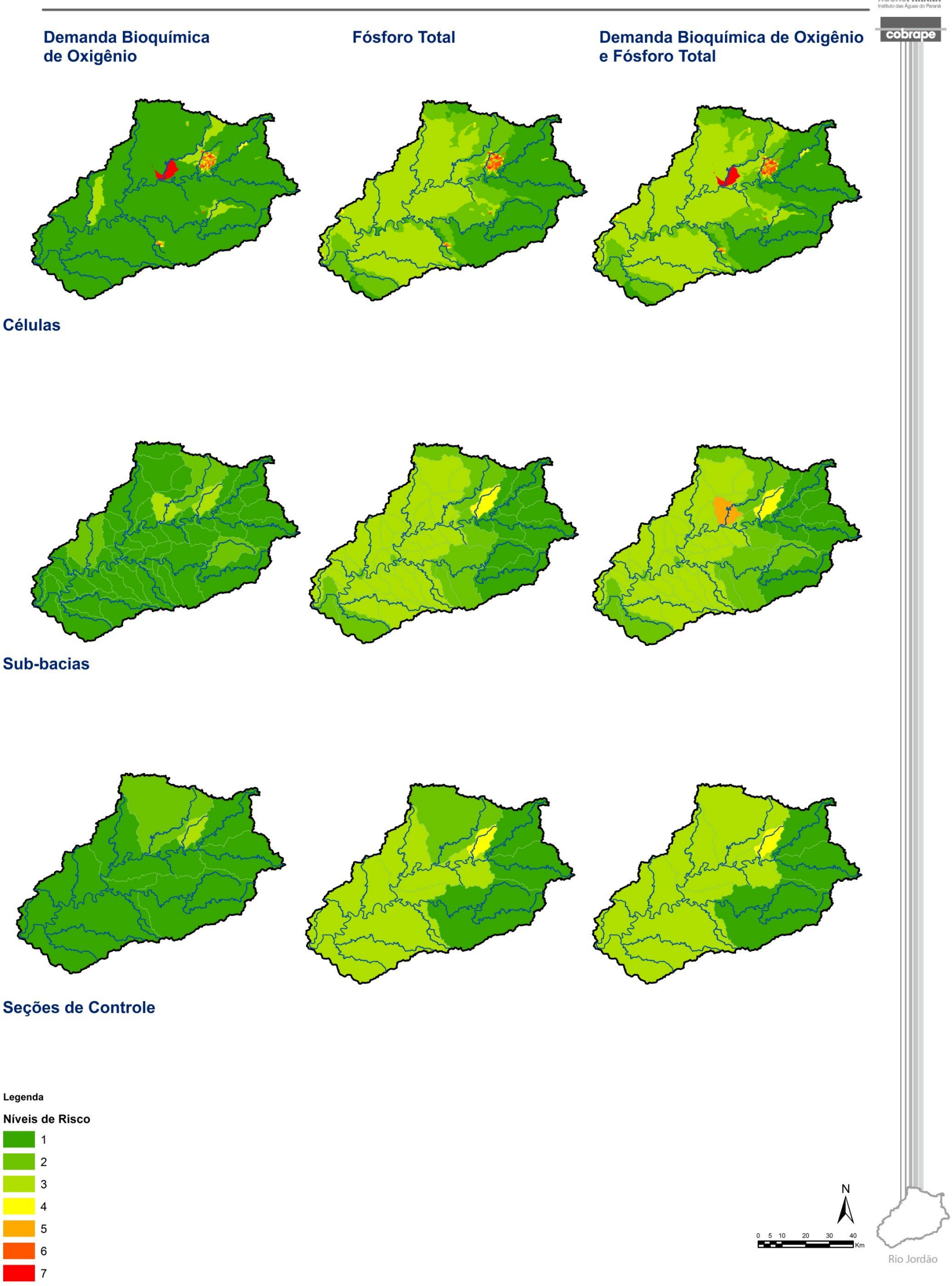
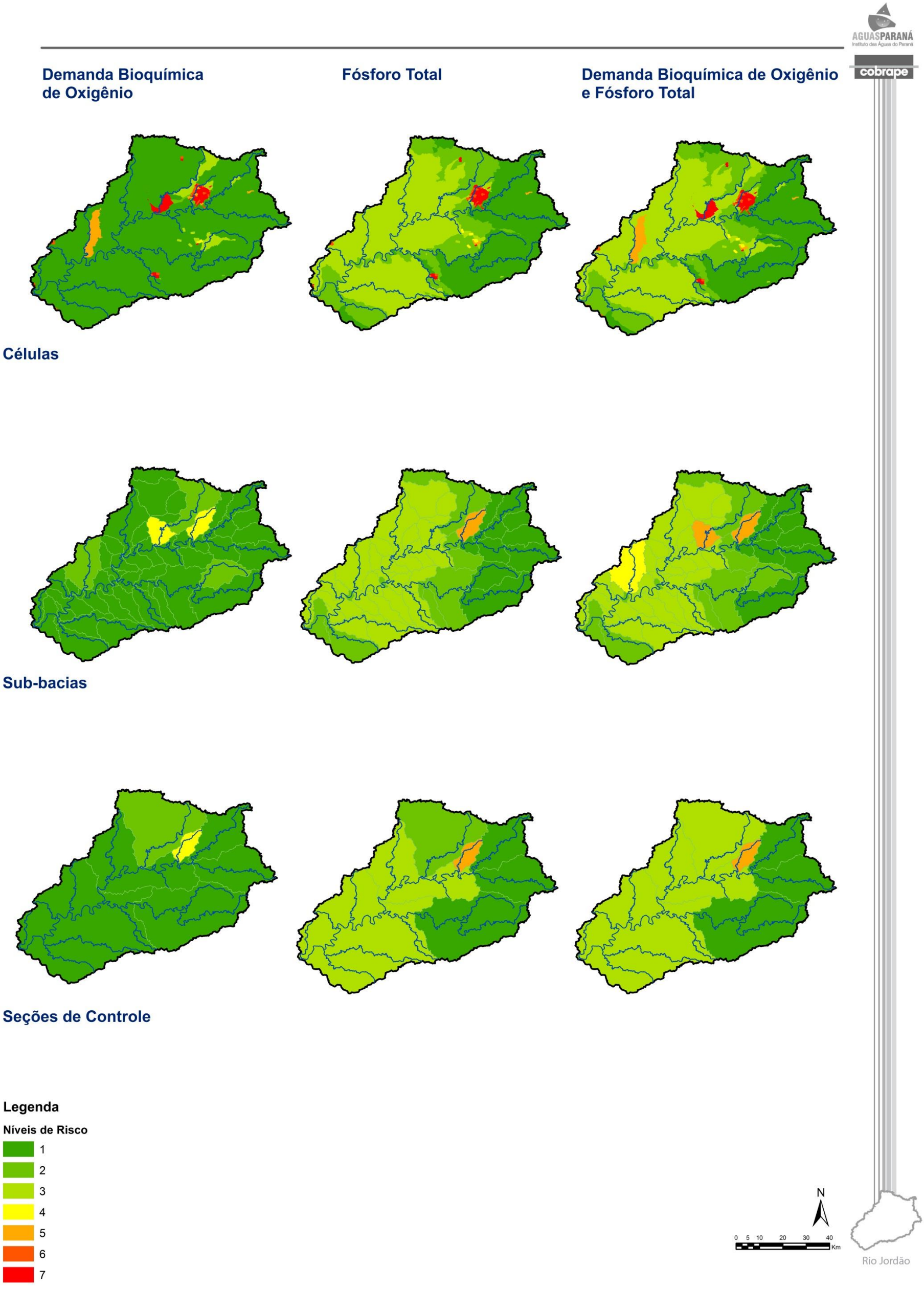


Figura 4.23. Nível de Risco do "Balanço Hídrico" Qualitativo - Cenário 4 – Classe 3



Assim como no Cenário de Partida, as células com riscos significativos de não diluição continuam concentradas nas aglomerações urbanas, principalmente nos municípios de Guarapuava e Pinhão. Além disso, uma grande mancha, próxima à sede do município de Guarapuava, se destaca por ter alta demanda do setor industrial.

Como pode se observar nas *Figuras 4.20 a 4.23*, a situação mais crítica se dá no Cenário 2, onde são articulados os vetores de baixa restrição ambiental e expansão da agricultura. De modo geral, a região norte concentra os piores níveis de risco.

5. CONCLUSÃO

A análise dos cenários nos permite identificar um conjunto de situações críticas em algumas áreas específicas, bem como outras áreas com pouca chance de ocorrerem tais situações. Como já foi dito, os cenários procuraram articular variáveis que estariam fora do controle do sistema de gestão de recursos hídricos, ou ao menos fora do escopo dos instrumentos e dispositivos previstos na Lei 9.433/97. Em outras palavras, as situações críticas identificadas podem todas acontecer, uma vez que qualquer cenário pode acontecer.

Sendo assim, o foco não é a identificação de qualquer cenário (o "melhor" ou o "pior") em particular, mas sim as possibilidades de situações piores ou melhores em cada local, contemplando simultaneamente todos os cenários. Só assim é possível definir uma "estratégia robusta", ou seja, aquela que contemplaria todos os cenários.

A seguir são elencados alguns pontos principais sobre as conclusões obtidas da elaboração do *Produto 03: Cenários Alternativos – Revisão 3:*

- *Consequências das Análises de Cenários*

Da análise dos impactos dos cenários sobre os balanços hídricos quantitativo e qualitativo podem ser traçadas diversas diretrizes que poderão levar à definição de uma estratégia robusta para a gestão dos recursos hídricos da Bacia do rio Jordão. Algumas dizem respeito à questão mais fundamentais de gestão, como a determinação de critérios de gestão e de análise técnica. Outras se referem à forma de aplicação dos diferentes instrumentos previstos na legislação de recursos hídricos. Todas essas diretrizes visam a definir alternativas de incremento da disponibilidade hídrica da bacia, gestão das demandas e controle da poluição.

- *Decisões Estratégicas – Critérios de Risco*

A principal decisão do sistema de gestão de recursos hídricos é, provavelmente, a definição do nível de risco aceitável para os "balanços hídricos" quantitativo e qualitativo. É com base nesse critério fundamental que se poderá justificar ações e intervenções estruturais e não estruturais para aumentar as disponibilidades hídricas ou programas para controlar as demandas.

Uma questão estratégica da maior importância é a consideração de níveis de risco distintos para diferentes setores usuários. Isto parece ser uma decisão com grande potencial de sucesso para a questão da gestão e das outorgas em conflitos que envolvam o setor agroindustrial, uma vez que em diversas regiões de expansão da agricultura irrigada (como na bacia do rio Paranaíba, por exemplo) o setor tem demonstrado que consegue conviver bem com níveis altos de risco. Naquele local, a Bacia do Alto São Marcos apresenta hoje o maior nível de risco na bacia. Mesmo assim, essa região foi a que tem apresentado um ritmo de crescimento de longo prazo da área agrícola acima da média da bacia e o maior ritmo de crescimento nos últimos dez anos. Esse padrão deverá se repetir em outras áreas de expansão da agricultura irrigada no país, e o nordeste da bacia do rio Jordão se enquadra neste padrão.

Nesses casos, o conflito normalmente não é gerado pela escassez de água, mas sim pelo conflito entre usos múltiplos, e até entre um uso consuntivo e outro não-consuntivo, irrigação

e geração de energia, por exemplo. O instrumento de outorga, ao considerar todos os usos como idênticos do ponto de vista de risco, pode ter sua eficácia limitada.

Enquanto que na competição entre usos consuntivos concorrentes alguns merecem prioridade de abastecimento, como o uso humano, e devem conviver com riscos menores, o uso agroindustrial demonstra poder conviver com riscos maiores e lucrar com isso. A pergunta estratégica que fica é que se tal padrão de demanda supõe que os usuários estejam preparados a arcar com as consequências da eventualidade de secas excepcionalmente profundas.

Persistindo um ambiente de baixa integração das políticas setoriais, a estratégia de gestão acabará por se apoiar em instrumentos de comando e controle, recaindo sobre outorgas e fiscalização e, com algum caminho ainda a avançar, a cobrança pelo uso da água.

Nesses casos, o risco pode ainda ser levado em conta, tanto numa equalização do nível de risco por usos, o que se refletiria em outorgas condicionais, ou nos valores de cobrança, que deveriam refletir o valor da água e equalizar a questão do risco, de forma a não distorcer o valor econômico da água.

Para que esta estratégia possa ser viabilizada, o sistema de gestão deverá prever contratos que possam coordenar sincronizadamente as necessidades dos diversos usos/usuários. São exemplos as outorgas sazonais e a outorga coletiva.

- *Regionalização: Determinação das Áreas Estratégicas de Gestão do Plano de Bacia do rio Jordão*

Uma segunda decisão estratégica também da maior importância vem a ser a da regionalização, ou seja, a determinação de como o território será dividido em unidades/áreas para fins de planejamento. O estudo dos “balanços hídricos” dos cenários foi baseado, em princípio, na determinação de níveis de risco em 54 sub-bacias. O que se observou é que em poucas delas as demandas atuais e as projetadas superam a disponibilidade hídrica local (alto Nível de Risco), que são regiões específicas como captações de mananciais de abastecimento de Guarapuava e captações pontuais de grandes indústrias localizadas dentro da Bacia.

Isso é observado principalmente nas sub-bacias 18 e 19 (rio Coutinho), 08 e 04 (rio das Pedras). Nessas sub-bacias as demandas existentes exigirão recursos hídricos vindos de bacias de montante para que possam ser abastecidas, implicando limites de uso nessas bacias.

Desta forma, a regionalização é importante, por exemplo, na questão montante-jusante, ou seja, na determinação de onde devem vir os recursos hídricos necessários para satisfazer o risco aceitável para os “balanços hídricos” quantitativo e qualitativo em uma determinada região, e isso é em si uma decisão de gestão. Embora o raciocínio hidráulico nos leve a pensar que a água disponível em seções de montante possa ser automaticamente alocada para satisfazer demandas em seções de jusante, do ponto de vista da racionalidade de gestão isso não é necessariamente verdade. Há restrições de quantidade e de qualidade a serem respeitadas, o que pode impor restrições ao uso nas de montante e, portanto, criando um vínculo entre essas duas seções, levando-as a serem geridas como se fossem uma só – há uma comunicação entre elas, independentemente dos limites municipais ou estaduais.

A questão da regionalização deve ser cuidadosamente revista principalmente na questão dos mananciais de abastecimento a montante das áreas urbanas densamente ocupadas, como em Guarapuava. É crescente o comprometimento da qualidade da água nas bacias de mananciais, que são exíguos e já sofrem pressão da expansão urbana local, uma das tendências mais consolidadas nessas regiões, ou da existência de empresas do setor da madeira, papel e celulose que não só são consumidores intensivos de água, mas também fazem uso dos rios para lançar seus efluentes.

Tudo isso contribui para que a definição das unidades de planejamento hídrico seja um instrumento estratégico de gestão.

- *O Investimento em Volumes de Regularização*

A construção de barragens de regularização é um investimento alto, e na medida em que os níveis de regularização necessários cresçam, assim também crescerão os volumes necessários e o investimento a ser aplicado. Uma das possibilidades é fazer com que os reservatórios de barragens já existentes ou projetadas, como das hidrelétricas ou PCHs, por exemplo, sejam operados de forma a proporcionar uma regularização. Em outras palavras, utilizando os reservatórios existentes em uma configuração de usos múltiplos, com as consequentes restrições operacionais a cada um dos usos individuais, porém buscando uma situação em que os benefícios desse investimento em infraestrutura sejam maximizados.

Essa decisão não faz parte dos cenários analisados, uma vez que isso hoje ainda não ocorre. Qualquer intervenção nas regras de operação das usinas tem implicações sobre as concessões existentes, mas que tem prazo limitado para serem revistas, o que poderia indicar uma estratégia de longo prazo. Tais intervenções, no ambiente atual, levariam necessariamente a negociações técnica e politicamente complexas, envolvendo compensações, baseadas nas concessões e outorgas hoje existentes, com risco de não serem bem sucedidas. No entanto, num ambiente de maior integração institucional seria de esperar que tais soluções que contemplem os usos múltiplos possam ter sucesso, se não por outra razão que o simples cumprimento da legislação federal e estadual de recursos hídricos.

Por outro lado, a estratégia da criação de reservatórios de regularização de vazões ou do aumento da dependência sobre eles, como alternativa única para o incremento da disponibilidade hídrica, deve ser analisada com cuidado. Caso esses reservatórios se localizem em áreas que receberão uma grande quantidade de nutrientes proveniente de esgotos urbanos, efluentes industriais ou das áreas com agricultura ou pastagem com adensamento para gado leiteiro e granjas, os riscos de eutrofização podem subir significativamente, como foi observado nas análises dos “balanços qualitativos” dos cenários. Isso traz um risco para a eficácia de programas de criação de reservatórios de regularização.

Sendo assim, esta medida de incremento da disponibilidade hídrica deverá, em primeiro lugar, analisar cuidadosamente a questão da localização desses reservatórios e das perspectivas da evolução do uso do solo nas bacias de montante. Outra medida deverá ser o condicionamento das outorgas desses empreendimentos hidrelétricos à manutenção de uma vazão “sanitária” a jusante dos reservatórios, visando não só diluir esgotos (um uso múltiplo de alta prioridade), mas também promover a renovação da água nos estratos mais profundos dos reservatórios, o que conflita com a operação das turbinas em níveis ótimos. Da mesma forma, tais medidas deverão sempre vir acompanhadas de um programa

competente de controle de poluentes nas bacias contribuintes, sob pena de se ver inviabilizada em curto prazo.

- *Grau de restrição ambiental à expansão da monocultura*

As áreas de restrição ambiental desempenham dois papéis distintos nos estudos de cenários. Por um lado, elas representam restrições à expansão dos outros usos sobre o território, principalmente a agricultura, e ao fazê-lo restringem as demandas por água nessas áreas. Mas, ao impedirem que determinadas áreas venham a serem ocupadas por algum tipo de uso que imponha riscos à qualidade dos recursos hídricos, elas aumentam a disponibilidade hídrica com água de alta qualidade[10].

O recente debate sobre a reforma do Código Florestal trouxe à tona pontos polêmicos da questão da proteção dos rios e cursos d´água, como por exemplo, a faixa de APP que poderão trazer impactos significativos sobre a disponibilidade hídrica, como foi atestado pelo posicionamento da ANA através da publicação da Nota Técnica nº 045/2010-SIP-ANA, de 25 de junho de 2010.

As áreas com potencial de serem transformadas em áreas adicionais de proteção em função de critérios de prioridade para a conservação da biodiversidade somam cerca de 25 mil hectares. Certamente a consolidação dessas áreas poderia trazer benefícios para o "balanço hídrico" em algumas regiões caso venham a ser implantadas, fornecendo uma base quantitativa racional para a aplicação de PSAs (Pagamentos por Serviços Ambientais).

O impacto da criação de áreas de proteção, tanto sobre a expansão da agricultura, como sobre os "balanços hídricos", foi avaliado pelos cenários do Plano e o que se observou é que nos cenários com maior restrição ambiental os "balanços hídricos" mostram melhores resultados, o que não é também nenhuma novidade. O que é novidade é que isso pode ser então considerado como uma alternativa interessante da aplicação desse instrumento previsto em lei como parte do arsenal de gestão da bacia, tendo em vista a escala de abrangência regional deste Plano.

Tal instrumento deve ser considerado também como um instrumento eficaz para aumento da disponibilidade hídrica, uma vez que a criação de volumes de regularização corre o risco de ter sua eficácia comprometida em razão de problemas de poluição e eutrofização.

Nas bacias rurais, os problemas com poluição difusa determinarão a qualidade das águas e os riscos de eutrofização. Nestas bacias, portanto, será o caso da implantação de extensas áreas protegidas, podendo ser articuladas com os critérios de APP e de Reserva Legal, para as famílias de cenários com maior integração interinstitucional.

Já nas áreas urbanas, onde o problema da poluição pontual é mais premente e as áreas estão valorizadas, talvez a estratégia de implantação de áreas protegidas devesse ser conduzida como um conjunto de pequenas áreas, na forma de parques urbanos ou metropolitanos, localizadas estrategicamente próximas às áreas de mananciais. Neste caso

[10] Não é por outra razão que um dos objetivos previstos dos Planos de Recursos Hídricos pela Lei 9.433/97 em seu Artigo 7º, e da Lei Estadual 12.726/99 em seu Artigo 9º, vem a ser a elaboração de "propostas para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos" e dois Ecossistemas aquáticos. Esse é um dos poucos instrumentos disponíveis no arsenal da gestão de recursos hídricos com a capacidade de aumentar a disponibilidade hídrica qualitativa e quantitativa, simultaneamente.

o tamanho e localização dessas áreas poderia ter um caráter de usos múltiplos e ser articulada com políticas urbanas de diminuição de densidades médias nas bacias urbanas.

- *Articulação entre Gestão de Recursos Hídricos e Gestão Territorial*

As políticas de controle da qualidade da água através do controle do uso do solo, ou vice-versa, apresentam eficácia limitada especialmente onde a competição pelos recursos hídricos é intensa, como nas grandes regiões urbanizadas. O que se tem visto é que, no máximo, tais intervenções conseguem diminuir o ritmo de ocupação inadequada, porem são raros os casos em que realmente ocorre uma reversão da situação já instalada.

O padrão urbano de ocupação do espaço nas grandes aglomerações urbano-industriais brasileiras se manifesta na Bacia do rio Jordão como em qualquer outro lugar no país. Este se caracteriza pela aglomeração desordenada em torno de um centro metropolitano razoavelmente bem estruturado em termos de infraestrutura de saneamento. Na periferia essa infraestrutura, quando existe, é insuficiente.

Os problemas para o setor de recursos hídricos acabam por se manifestar nos “balanços hídricos” qualitativos, onde a poluição urbana acaba por prejudicar a disponibilidade hídrica, o que tem exigido investimentos vultosos na construção de redes de coleta e sistemas de tratamento de esgotos, bem como na extensão e ampliação dos sistemas de abastecimento de água.

Em ambientes de baixa integração das políticas setoriais o que ocorre é que o setor de recursos hídricos chega por último, restando como instrumentos de gestão apenas a implantação da infraestrutura de saneamento, quando ainda é possível fazê-lo.

Num ambiente de alta integração institucional seria de se esperar que as estratégias de gestão de recursos hídricos estivessem também articuladas com as estratégias de gestão territorial e de expansão urbana. Embora isso aconteça de forma conceitual e se reflita na determinação de áreas de proteção de mananciais, com implicações sobre as leis de usos do solo nos planos diretores municipais, o que se observa na realidade é que esse tipo de gestão ainda tem muito que evoluir.

No entanto, uma participação mais efetiva do setor de recursos hídricos na elaboração e condução da política de uso e ocupação do solo é possível. Existem programas e instrumentos legais do setor que poderiam ser aplicados com vistas a tornar mais efetivas as medidas de proteção aos mananciais, como por exemplo a criação das áreas de proteção associadas ao PSA – Pagamento por Serviços Ambientais.

Os estudos de diagnóstico e de cenários deste Plano deixam claro que a preservação das nascentes da bacia, nas áreas com maior disponibilidade hídrica por hectare, deveria receber então uma prioridade altíssima. Isso é agravado pelo fato de que as principais aglomerações urbanas na bacia situam-se nas cabeceiras e já enfrentam problemas de “balanço hídrico”.

A mesma coisa se aplica em áreas rurais com uso agrícola intenso. Como se viu, a situação do fósforo já é preocupante e tende a se agravar, levantando a questão dos riscos de eutrofização de reservatórios.

Num ambiente de alta integração institucional deveriam ser apoiadas as iniciativas de ampliação das áreas de APP regionalmente, além dos limites federais, com base em critérios de qualidade da água, determinados pelo sistema de gestão de recursos hídricos. Nesses casos, como forma de compensação das perdas de áreas potencialmente agricultáveis, o instrumento do PSA poderia desempenhar seu papel de forma eficaz e os benefícios seriam percebidos pelos setores de saneamento e ambiental.

As conclusões e resultados deste produto de cenários serão fundamentais para direcionar os programas de intervenções da Bacia, estudos específicos (cobrança, outorga e enquadramento), a proposta de enquadramento dos corpos hídricos e as demais etapas deste Plano de Recursos Hídricos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAPAR – Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Cálculo de Fósforo de Origem Agropecuária a Montante da Usina de Mauá**. Apresentação Power point. 09 de agosto de 2012.

Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informações de Geração. Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em: Fevereiro de 2013.

Agência Nacional de Energia Elétrica. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Disponível em: < http://sigel.aneel.gov.br/>. Acesso em: Fevereiro de 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020**. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Empresa de Pesquisa Energética (colaboração). Brasília, 2007.

COMITÊS PCJ. 2011. **Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**. 2008

COPEL – Companhia Paranaense de Energia. **Estudos de Impacto Ambiental** – UH Santa Clara e UH Fundão. Curitiba, 1998.

ELEJOR. **Ficha Técnica**. Disponível em: < http://elejor.com.br>. Acesso em: Fevereiro de 2013.

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – Instituto de Licenciamento Ambiental do Rio Grande do Sul. **Programa de Lançamento de Efluentes**. Disponível em http://eta.fepam.rs.gov.br:81/documentacoes/uruguai/relatorio03/Cap%208.4%20e%208.5.pdf. Visitado em 04 de fevereiro de 2013.

IBGE. **Produção Pecuária Municipal**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, 2011.

VON SPERLING (2005). **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. In: Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. Minas Gerais vol. 3 ed. 2005.

ANEXO 01

O *Anexo 01* contém os resultados obtidos do “Balanço Hídrico” Qualitativo para o Cenário de Partida para as Classes 1 e 2, complementando o *item 3.2.2.*

Figura 1. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo - Cenário de Partida – Classe 1

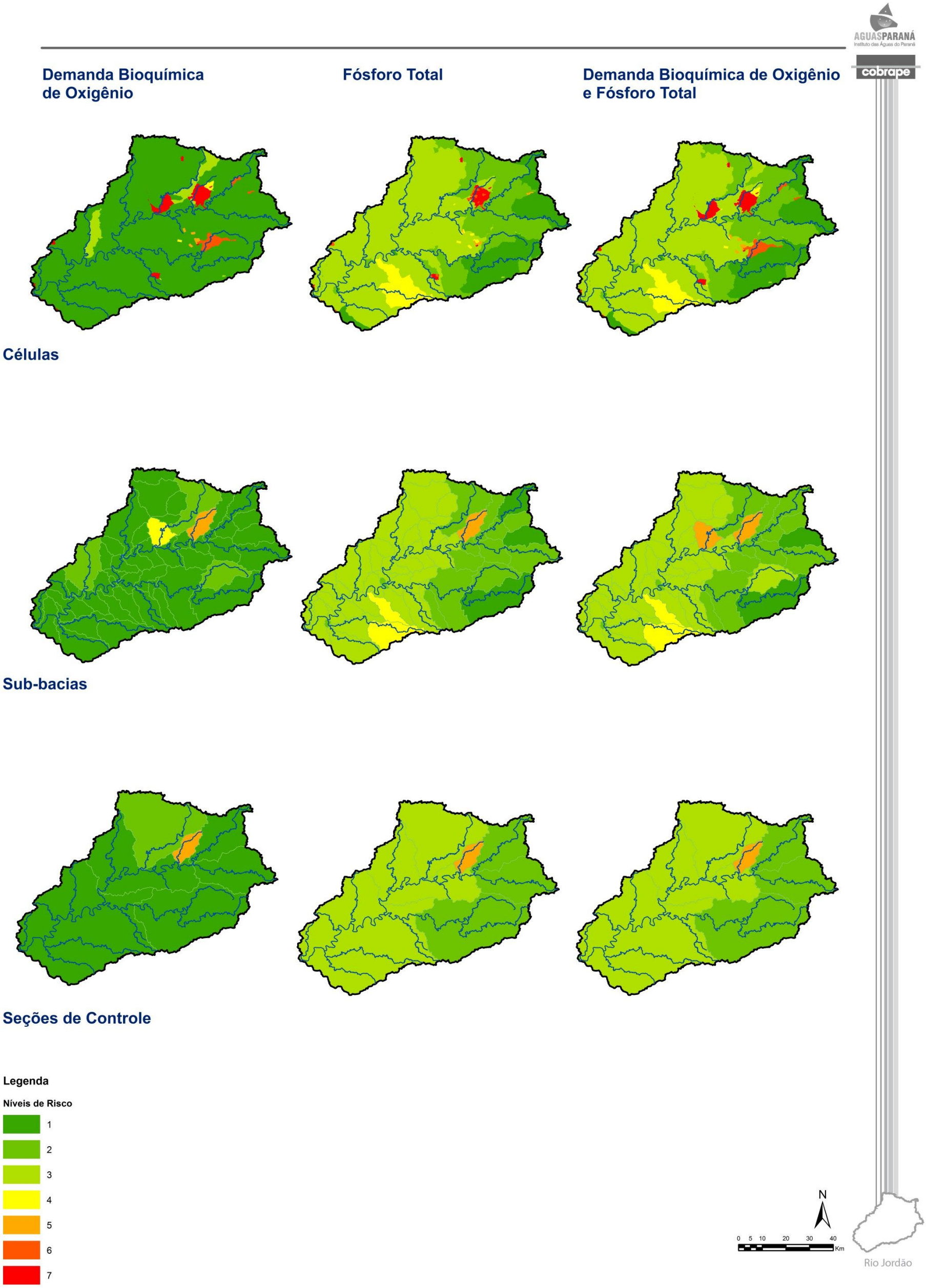
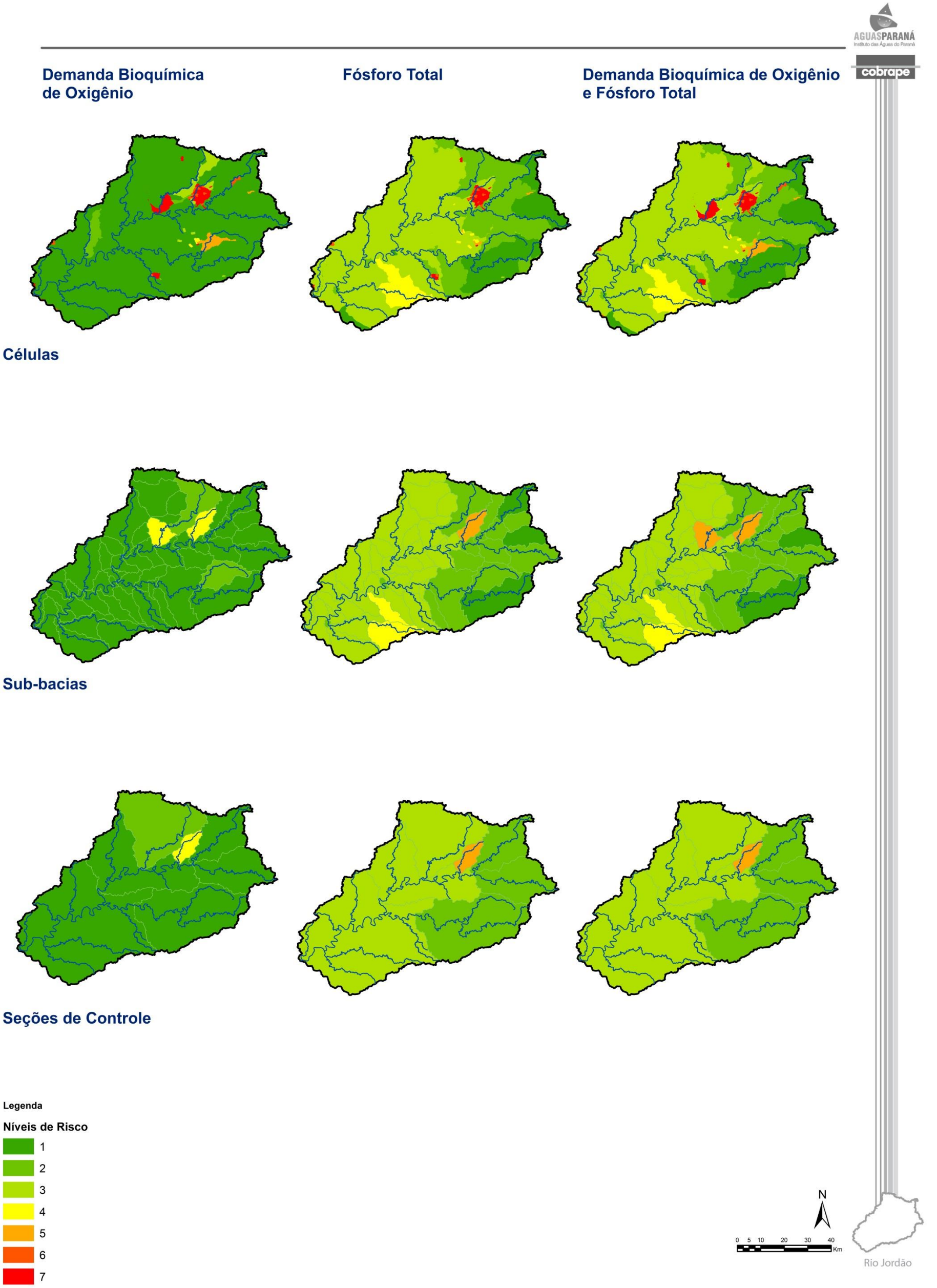


Figura 2. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo - Cenário de Partida – Classe 2



ANEXO 02

O *Anexo 02* contém os resultados obtidos do “Balanço Hídrico” Qualitativo para os Cenários 1, 2, 3 e 4 para as Classes 1 e 2, complementando o *item 4.6*.

Figura 1. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo – Cenário 1 – Classe 1

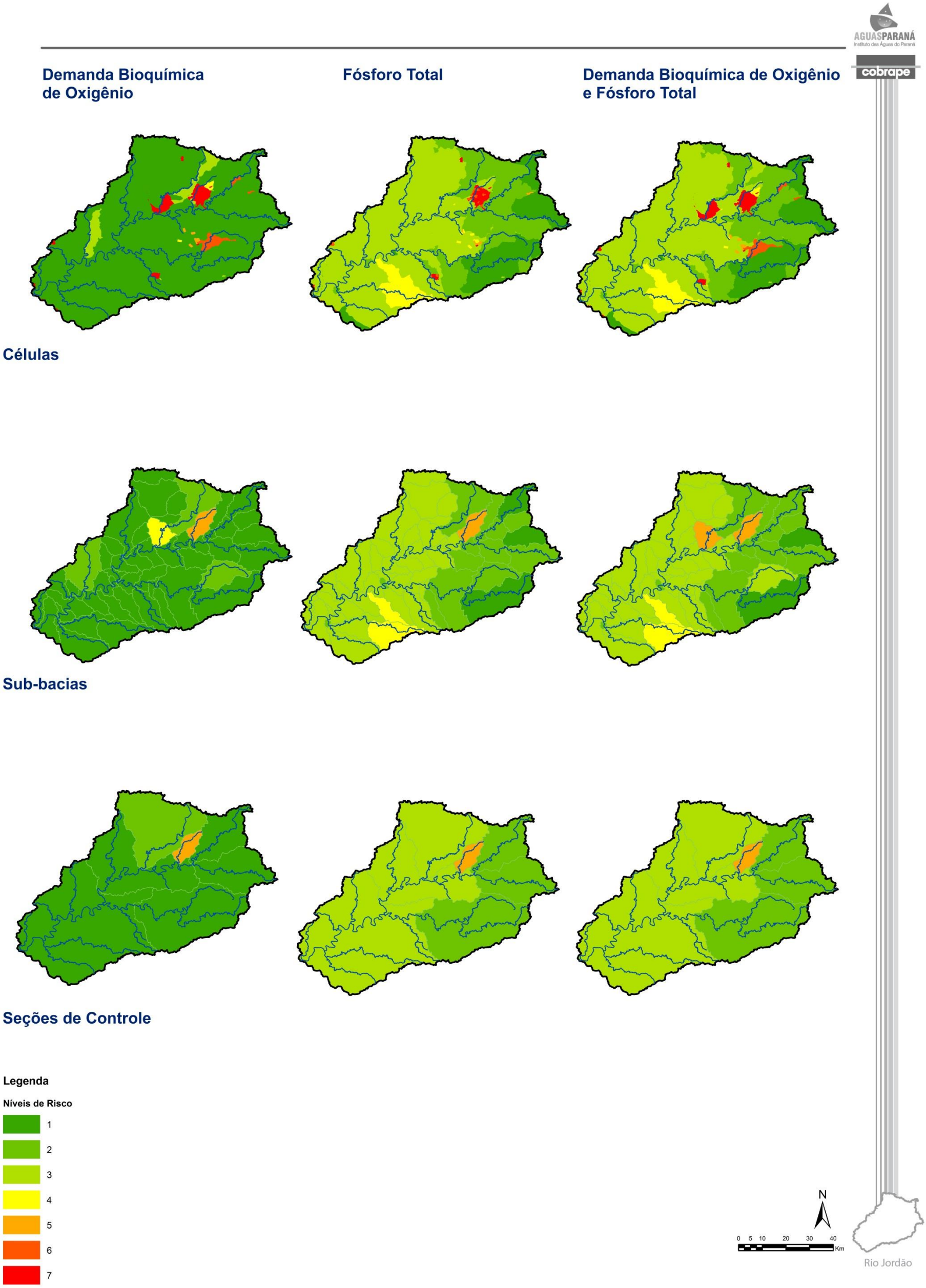


Figura 2. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo – Cenário 1 – Classe 2

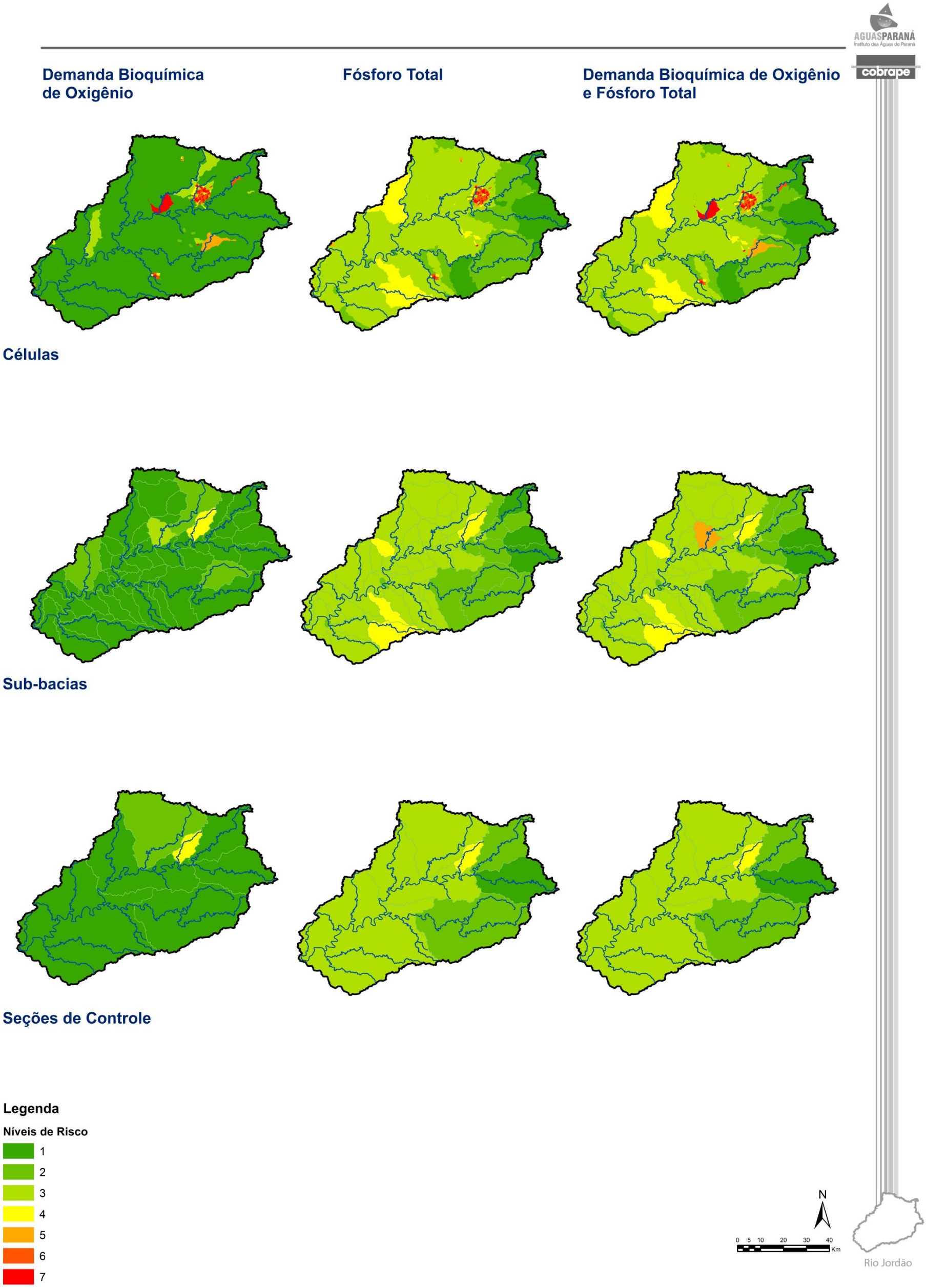


Figura 3. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo – Cenário 2 – Classe 1

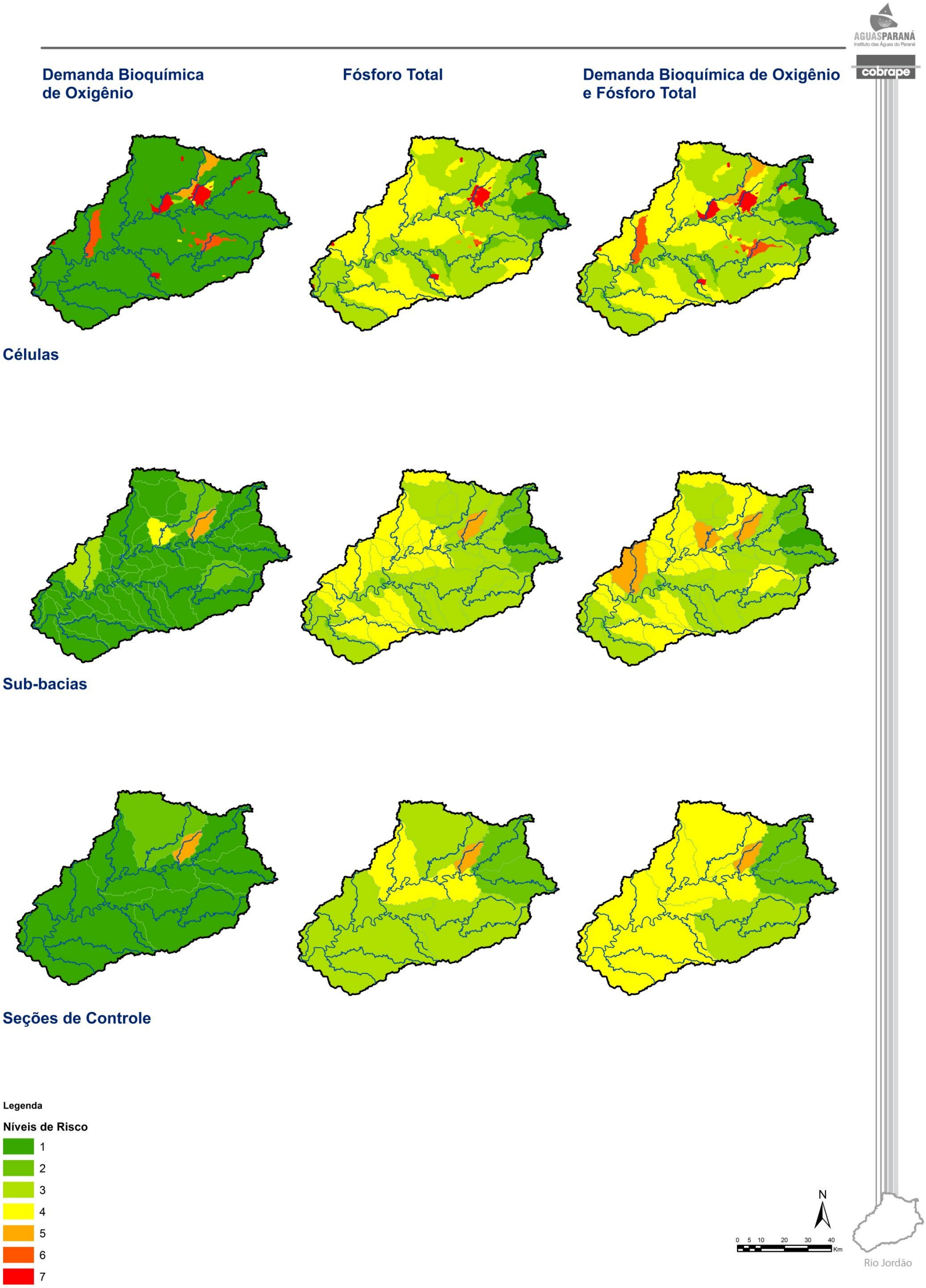


Figura 4. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo – Cenário 2 – Classe 2

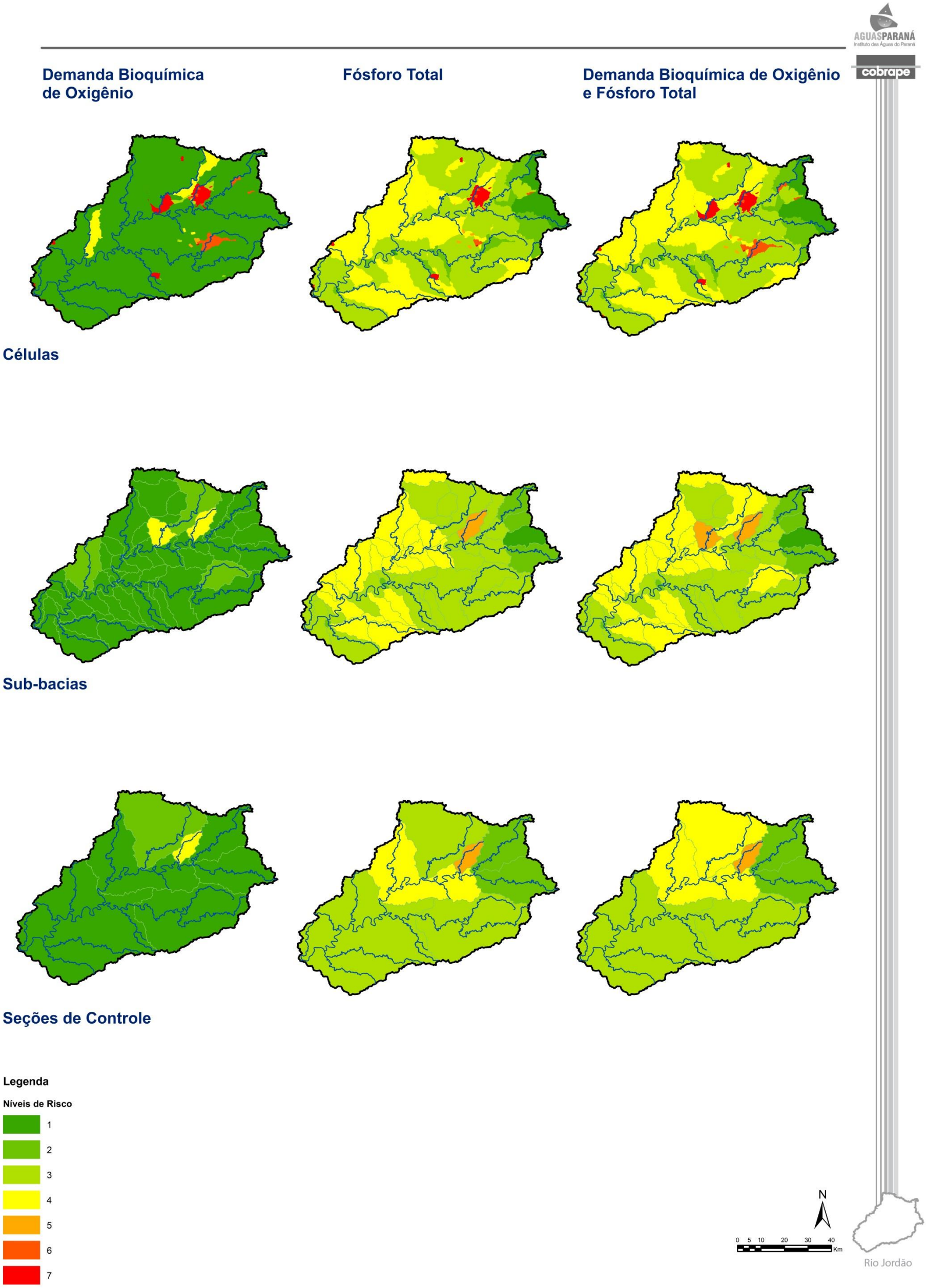


Figura 5. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo – Cenário 3 – Classe 1

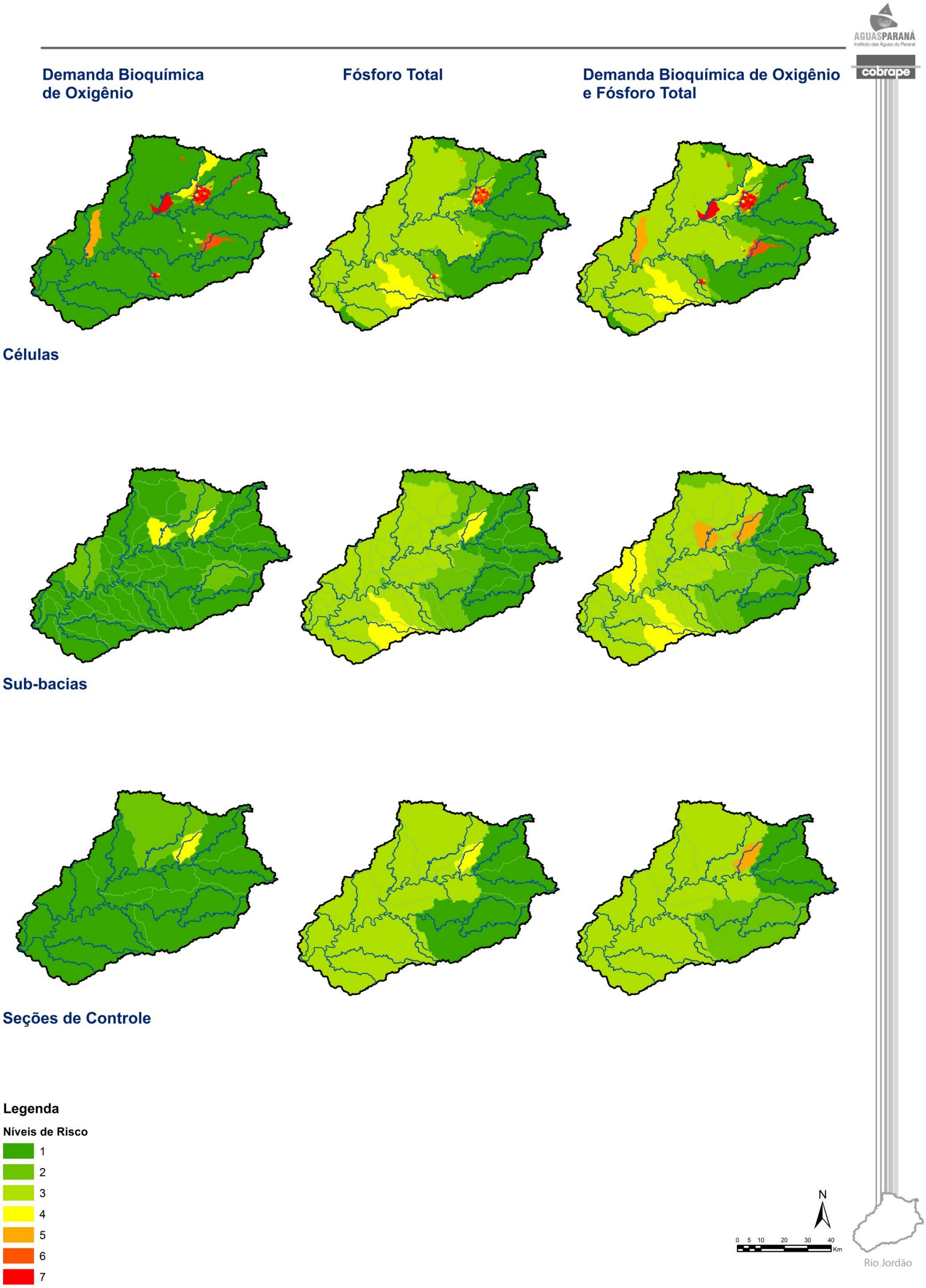


Figura 6. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo – Cenário 3 – Classe 2

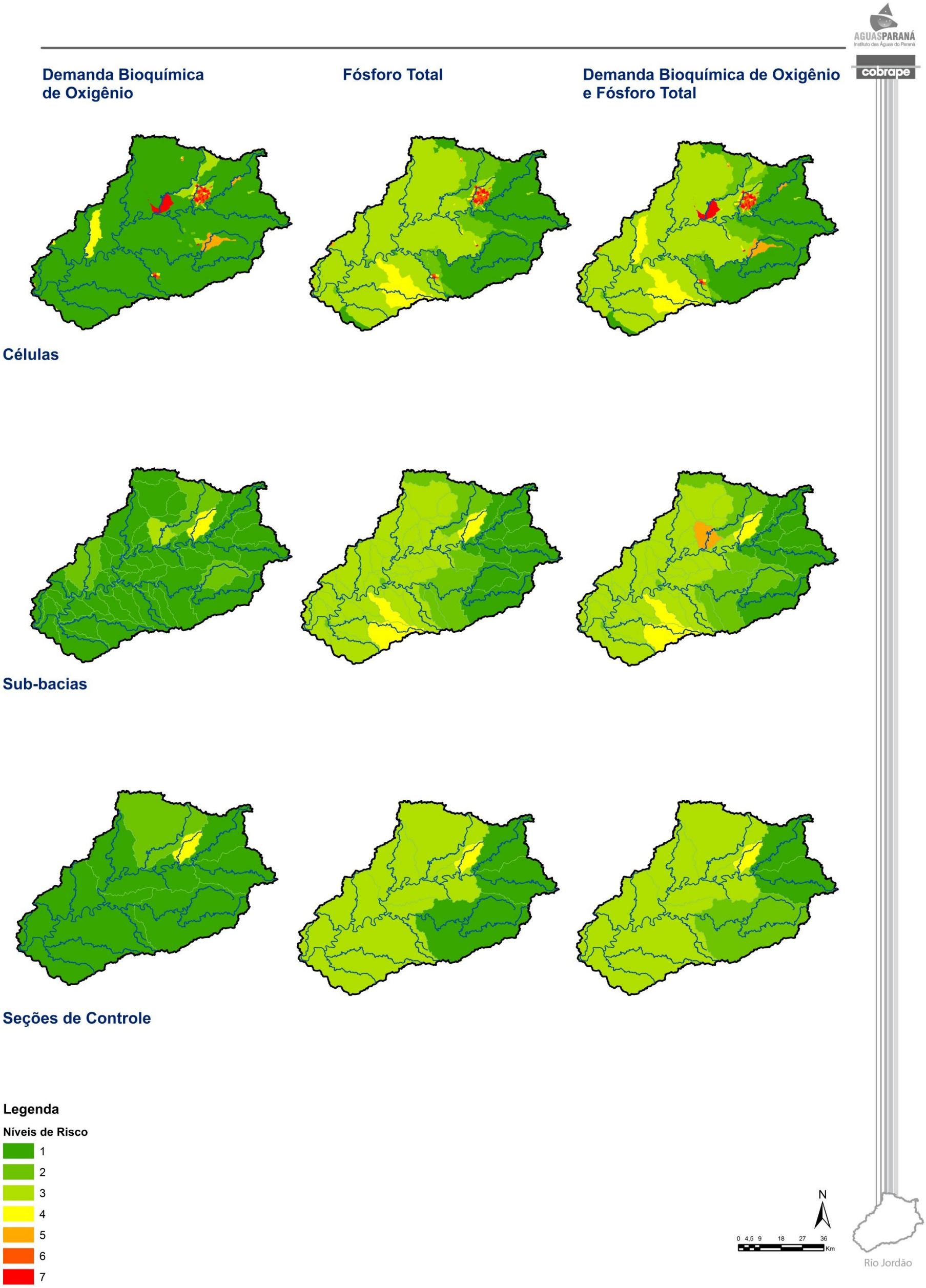


Figura 7. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo – Cenário 4 – Classe 1

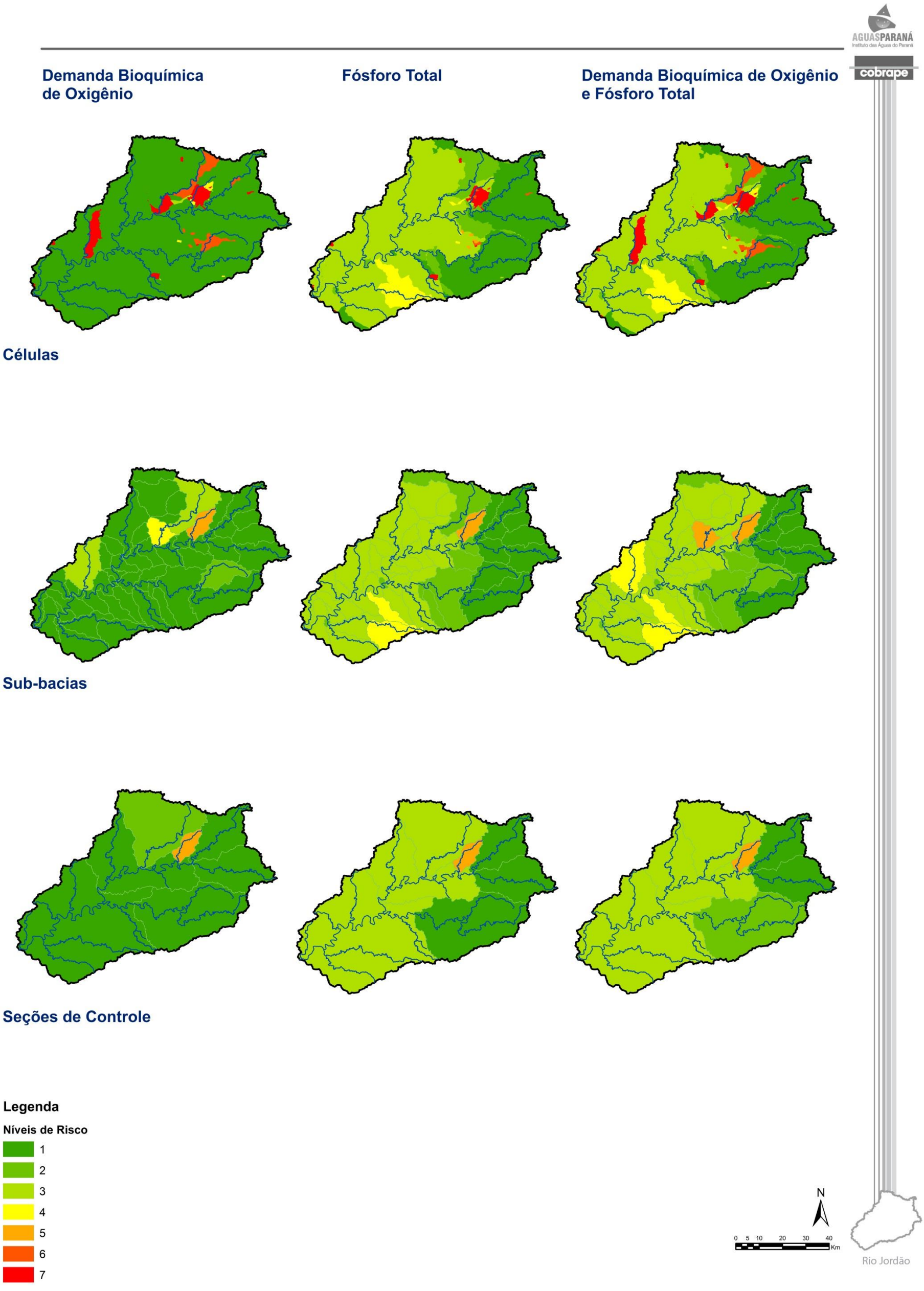
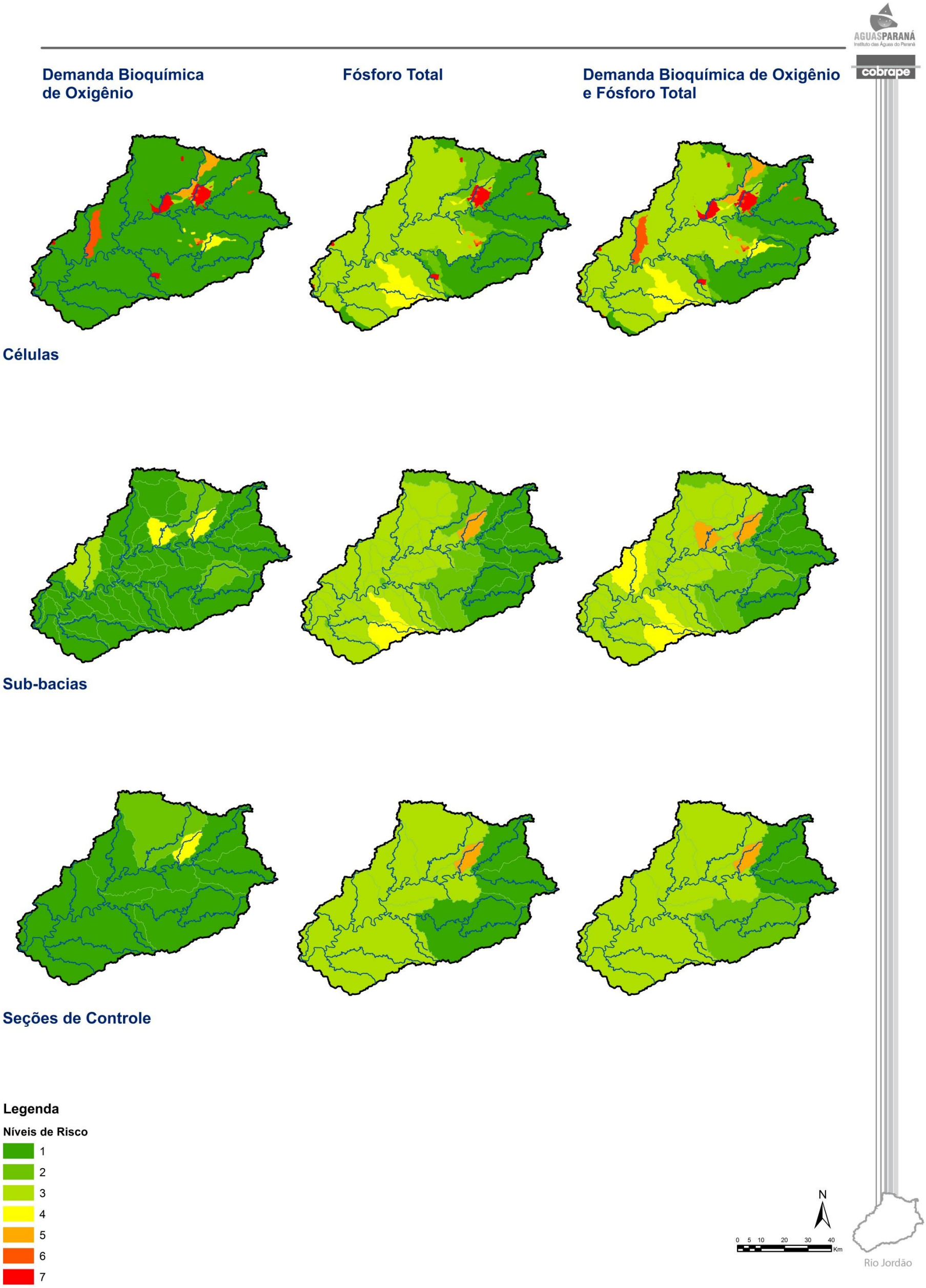



Figura 8. Nível de Risco do “Balanço Hídrico” Qualitativo – Cenário 4 – Classe 2