

Figura 2.26: Q₉₀ específica

2.7 Identificação e Quantificação dos Usos dos Recursos Hídricos

O levantamento dos usos atuais dos recursos hídricos foi realizado com o intuito de possibilitar o cálculo das demandas hídricas e o posterior balanço hídrico, no cenário atual e futuro, bem como para subsidiar o processo de enquadramento. Foram também considerados os usos não consuntivos, pois, embora não interfiram diretamente no cálculo das demandas hídricas, são importantes no caso de análise da qualidade das águas. Os usos da água que foram avaliados no estudo são:

- Usos Consuntivos: Abastecimento populacional e industrial, Indústria, Irrigação, Dessedentação animal e Aquicultura;
- Usos Não Consuntivos: Geração de energia, Recursos Minerais, Balneários/Lazer, Ictiofauna e Pesca.

Considerando os usos consuntivos identificados e suas respectivas demandas hídricas, apresentam-se, em continuação, estas demandas avaliadas de forma conjunta e de acordo com a fonte das captações, superficiais ou subterrâneas.

2.7.1 Demandas Superficiais

As demandas totais de origem superficial estão apresentadas no Quadro 2.13 e no Quadro 2.14, e espacializadas na Figura 2.27 e na Figura 2.28.

Quadro 2.13: Resumo das demandas superficiais anuais distribuídas por sub-bacias (L/s)

UPG	Sub-bacia	Aquicultura	Indústria	Dessedentação	Irrigação	Abastecimento	Total
UPG Nascentes do Jacuí	ESP0	0,0	0,0	11,0	0,0	60,6	71,6
	JAC270	45,4	33,0	9,6	70,6	0,0	158,7
	JAC242	0,0	0,0	34,3	6,9	0,0	41,3
	JAC189	11,6	0,0	12,2	11,0	0,0	34,8
UPG Colorado	GLR0	32,6	0,0	61,1	24,4	0,0	118,1
	COL0	0,0	0,0	103,2	0,0	0,0	103,2
	GRD0	1,7	0,0	66,0	63,6	0,0	131,4
	BUT0	0,0	0,0	17,4	11,2	0,0	28,6
	JAC141	0,0	0,0	34,1	18,6	0,0	52,7
	JAC122	0,0	0,0	12,0	0,2	0,0	12,2
UPG Passo Real	JAM0	1,2	0,0	41,9	833,8	0,0	876,8
	ING0	0,0	0,0	17,9	656,7	122,8	797,4
	JAC77	2,3	0,0	58,7	225,8	0,0	286,8
UPG Ivaí	IVA0	0,0	0,0	36,1	671,4	0,0	707,4
	JAC68	0,0	0,0	1,0	21,9	2,5	25,4
	JAC41	0,0	0,0	6,5	78,5	7,5	92,6
	JAC19	0,0	0,0	12,7	0,0	0,0	12,7
	JAC0	0,0	0,0	7,6	28,3	0,0	35,9
UPG Jacuizinho	CAI0	0,0	0,0	25,6	0,0	0,0	25,6
	LAG0	0,0	0,0	13,2	0,0	0,0	13,2
	JAZ85	9,0	0,0	9,2	52,6	0,0	70,8
	JAZ41	0,0	0,0	7,2	43,3	0,0	50,5
	JAZ0	2,5	0,0	38,0	276,9	13,4	330,7

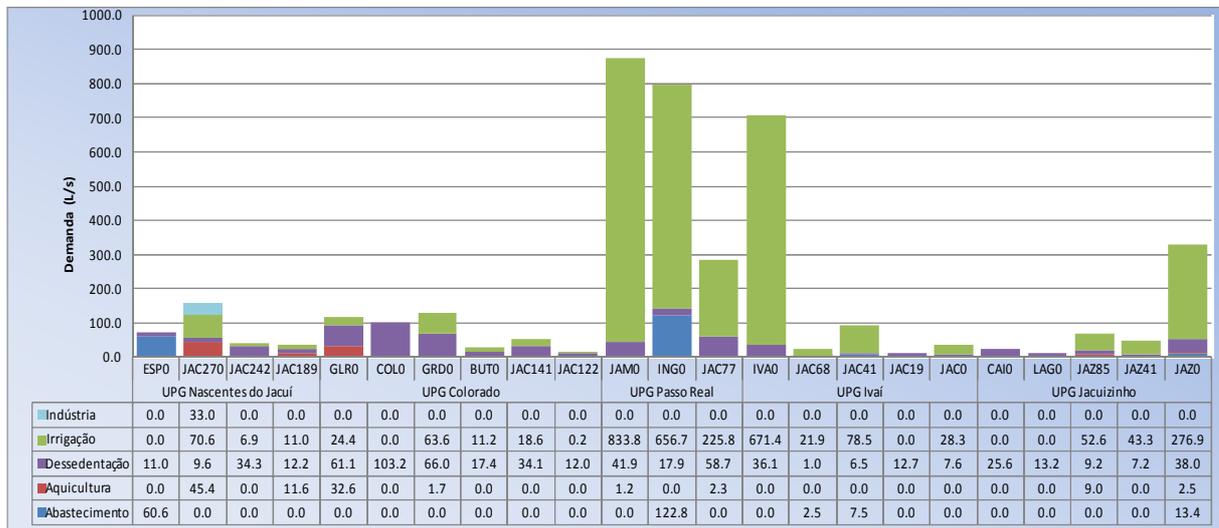


Figura 2.27: Resumo das demandas superficiais anuais distribuídas por sub-bacias (L/s)

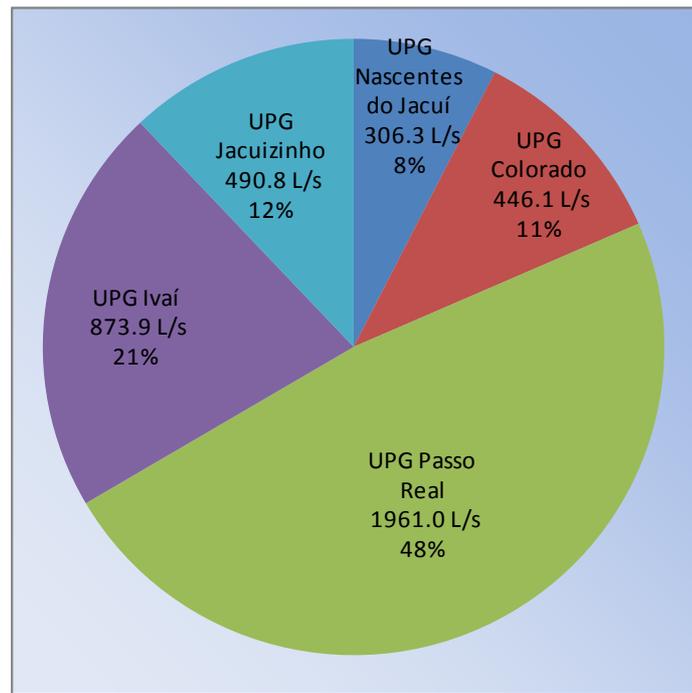


Figura 2.28: Resumo das demandas superficiais anuais distribuídas por UPG (L/s)

Observa-se na figura acima que as sub-bacias do rio Jacuí-Mirim, Ingaí e Ivaí apresentam as maiores demandas superficiais, com 21%, 20% e 17% do total, respectivamente. A alta demanda se deve principalmente a irrigação realizada nestas sub-bacias.

A UPG com maior consumo é a UPG Passo Real, que consome 48%, sendo a demanda superficial total da bacia de 4078,2 L/s.

Quadro 2.14: Resumo das demandas mensais distribuídas por sub-bacias (L/s)

UPG	Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
UPG Nascentes do Jacuí	ESPO	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	71,6	72
	JAC270	407,3	120,7	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	211,5	451,5	158
	JAC242	65,6	37,5	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	46,4	70,0	41
	JAC189	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8
UPG Colorado	GLR0	166,3	110,7	104,4	104,4	104,4	104,4	104,4	104,4	104,4	104,4	128,3	174,9	118
	COLO	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103
	GRD0	344,7	98,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	70,8	176,7	382,6	131
	BUT0	67,9	22,6	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4	36,9	74,9	28
	JAC141	118,3	42,7	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	34,1	66,6	129,9	53
	JAC122	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2	12
UPG Passo Real	JAM0	3811,2	428,5	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	1500,3	4333,4	868
	ING0	3034,8	455,6	161,7	161,7	161,7	161,7	161,7	161,7	161,7	161,7	1272,9	3433,0	791
	JAC77	975,7	181,5	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0	91,0	433,2	1098,4	285
UPG Ivaí	IVA0	3013,9	355,0	52,1	52,1	52,1	52,1	52,1	52,1	52,1	52,1	1197,5	3424,4	701
	JAC68	102,3	13,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	41,8	116,0	25
	JAC41	369,0	50,4	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	151,3	418,2	92
	JAC19	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	13
	JAC0	135,3	20,7	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	57,0	153,0	36
UPG Jacuizinho	CAI0	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	25,6	26
	LAG0	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13
	JAZ85	255,7	42,5	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	110,1	288,6	70
	JAZ41	202,9	27,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	82,8	230,0	50
	JAZ0	1305,2	181,9	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	53,8	537,8	1478,6	328
Total		14649,3	2463,2	1074,5	1074,5	1074,5	1074,5	1074,5	1074,5	1074,5	1074,5	6324,5	16530,7	4047

No Quadro 2.14 verifica-se que os meses de dezembro e janeiro apresentam as maiores demandas, principalmente devido aos requerimentos para irrigação, realizada no período de verão.

Na Figura 2.29 pode-se observar que a atividade que mais demanda água de origem superficial na bacia é a irrigação, com 76% do total consumido, seguida da dessedentação animal, com 15% do consumo.

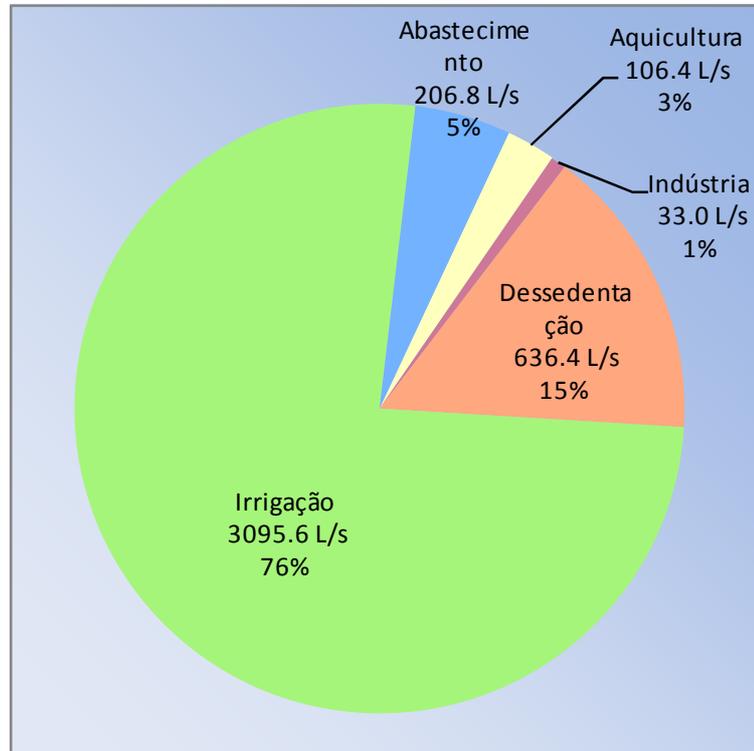


Figura 2.29: Resumo de demandas superficiais anuais por categoria de usos (L/s)

O domínio da irrigação entre as demandas também pode ser observado na Figura 2.30, que discretiza a demanda anual superficial de cada sub-bacia por finalidade de uso da água. Observa-se ainda na figura abaixo, conforme citado anteriormente, que as sub-bacias do rio Jacuí-Mirim, Ivaí e Ingaí apresentam as maiores demandas da bacia principalmente devido à irrigação.

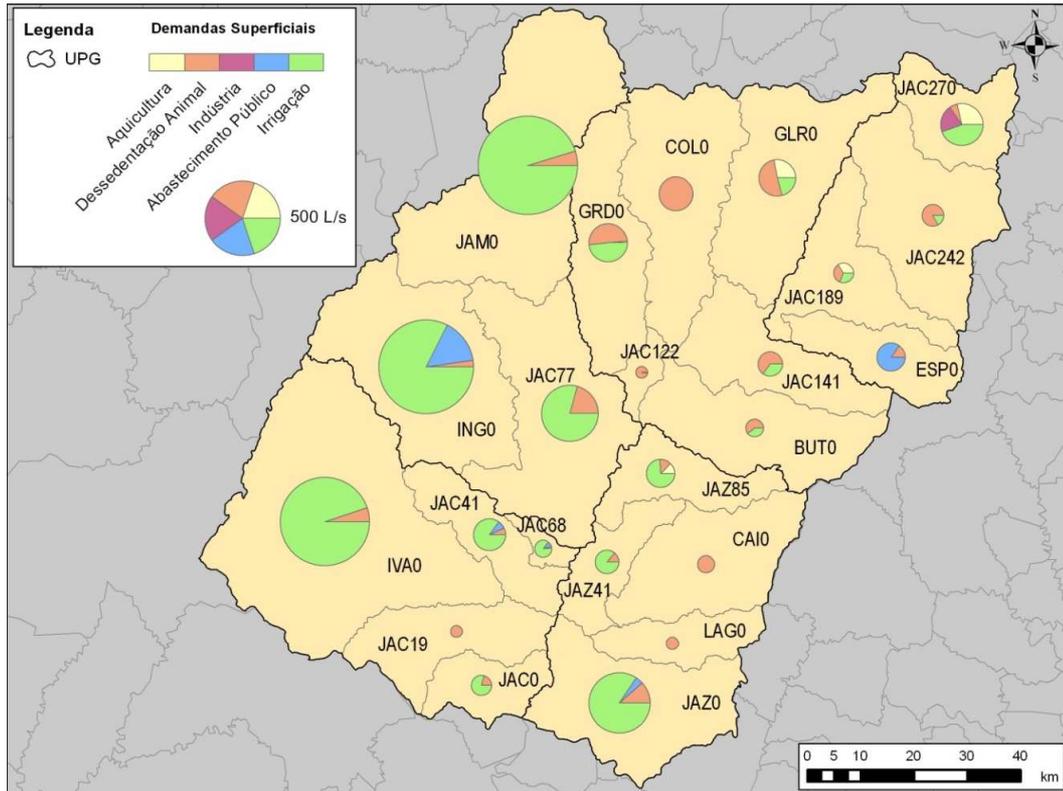


Figura 2.30: Demanda superficial total anual na bacia

O mês mais crítico para a demanda hídrica superficial é o mês de dezembro, devido ao consumo da irrigação, finalidade de maior demanda na bacia, atingir seu pico nesse mês. Na Figura 2.31 pode ser observado que a magnitude da demanda é bastante elevada neste mês e a porção da água superficial destinada à irrigação cresce ainda mais.

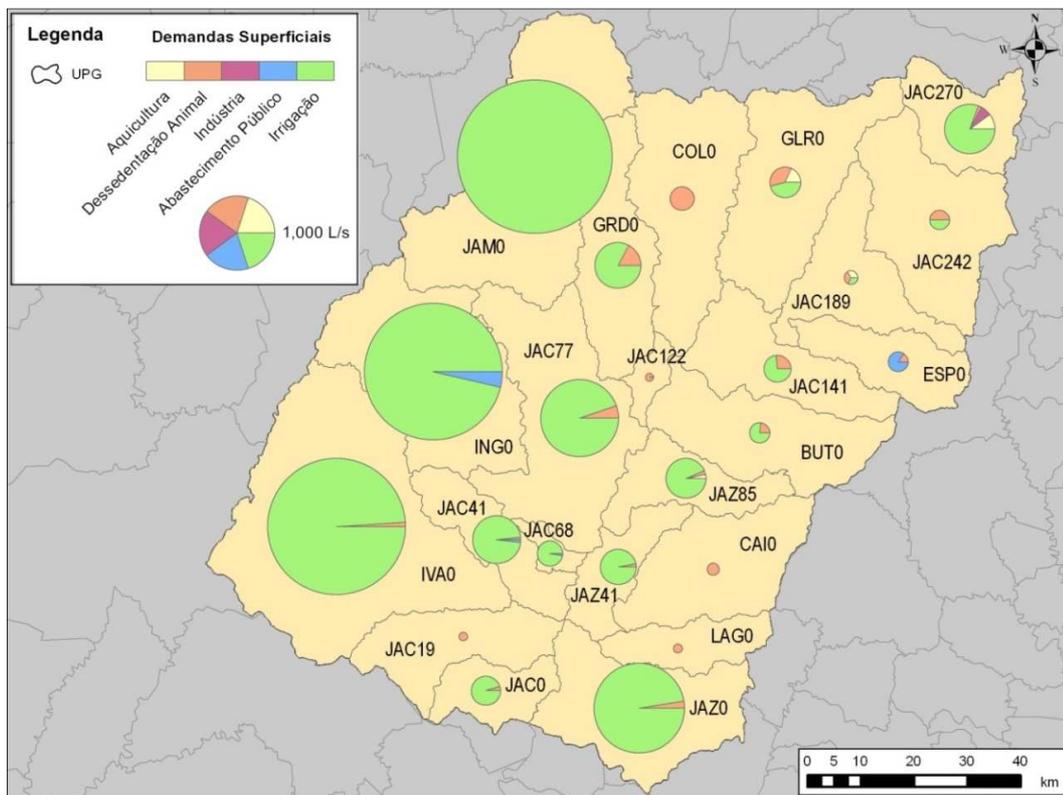


Figura 2.31: Demanda superficial total no mês mais crítico (dezembro)

2.7.2 Demanda Subterrânea

As demandas de origem subterrânea da região em estudo estão apresentadas no Quadro 3.2, na Figura 2.33 e na Figura 3.2. A demanda tem origem nas atividades de abastecimento da população e uso industrial.

Quadro 2.15: Resumo das demandas subterrâneas anuais distribuídas por sub-bacias (L/s)

UPG	Sub-bacia	Indústria	Abastecimento	Total
UPG Nascentes do Jacuí	ESP0	0,0	13,2	13,2
	JAC270	34,5	6,3	40,9
	JAC242	0,0	13,7	13,7
	JAC189	0,0	24,8	24,8
UPG Colorado	GLR0	2,5	34,7	37,1
	COL0	14,3	55,1	69,3
	GRD0	1,3	53,2	54,5
	BUT0	0,0	9,2	9,2
	JAC141	0,0	27,4	27,4
	JAC122	0,0	3,4	3,4
UPG Passo Real	JAM0	0,0	24,5	24,5
	ING0	0,2	42,8	43,0
	JAC77	0,0	20,9	20,9
UPG Ivaí	IVA0	0,0	78,5	78,5
	JAC68	0,0	3,2	3,2
	JAC41	0,0	12,0	12,0
	JAC19	0,0	6,0	6,0
	JAC0	0,0	8,9	8,9
UPG Jacuizinho	CAI0	0,0	20,1	20,1
	LAG0	0,0	10,5	10,5
	JAZ85	0,0	8,2	8,2
	JAZ41	0,0	5,9	5,9
	JAZ0	0,0	74,3	74,3

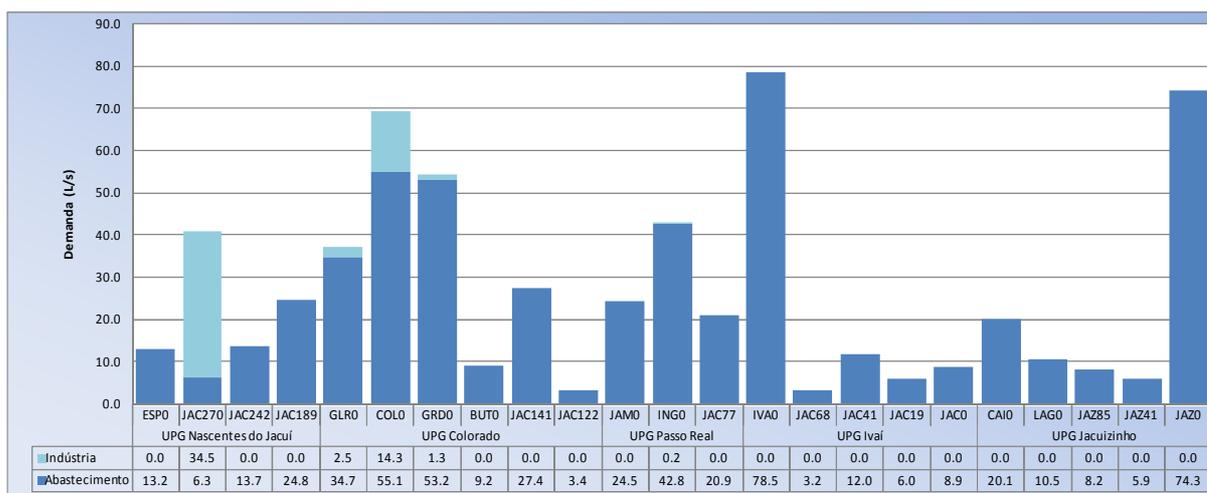


Figura 2.32: Resumo das demandas subterrâneas anuais distribuídas por sub-bacia (L/s)

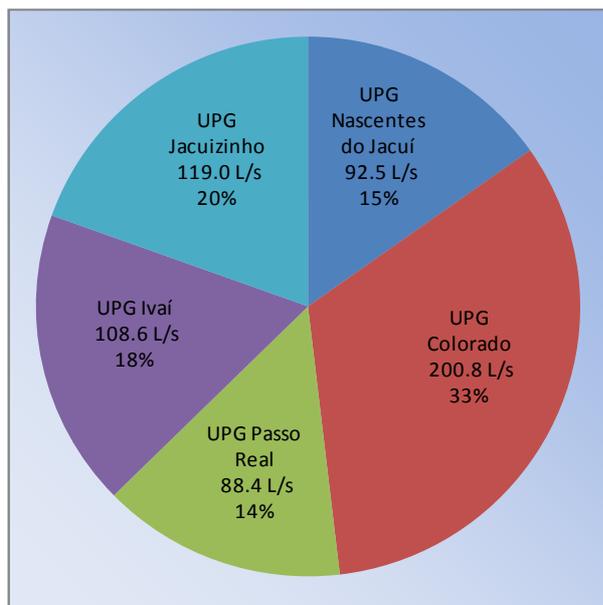


Figura 2.33: Resumo das demandas subterrâneas anuais distribuídas por UPG (L/s)

Observa-se na Figura 2.32 que a sub-bacia do rio Ivaí, a sub-bacia mais a jusante do rio Jacuizinho e a sub-bacia do rio Colorado apresentam as maiores demandas, com 13%, 12% e 11% do total, respectivamente.

A distribuição das demandas de origem subterrâneas nas UPGs é bastante equilibrada, conforme pode ser visualizado na Figura 2.33. A UPG com maior consumo é a UPG Colorado, que consome 33%. A demanda total da bacia é de 609,3 L/s.

Como a demanda para o abastecimento público e para o uso industrial não apresentam variações no decorrer dos meses do ano, não é necessária a apresentação dos valores de demanda em cada mês, pois ela é constante e igual à demanda média anual apresentada no Quadro 2.15.

Na Figura 2.34 pode-se observar que a atividade que mais demanda água de origem subterrânea na bacia é o abastecimento público, com 91% do total consumido.

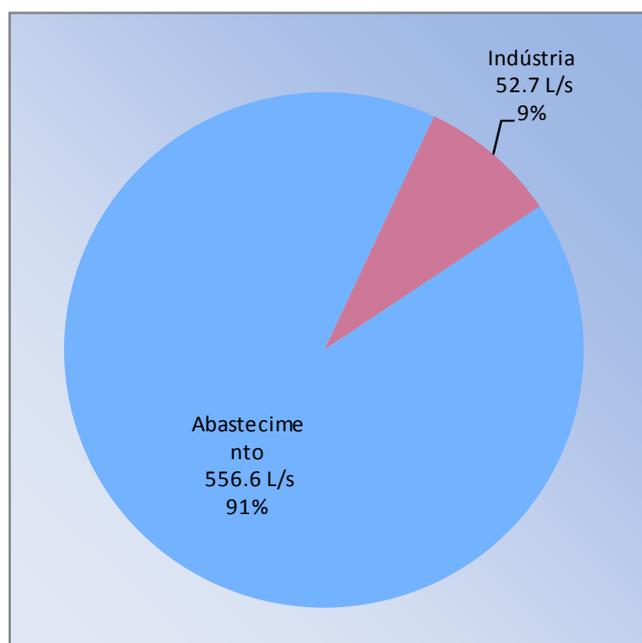


Figura 2.34: Resumo de demandas subterrâneas anuais por categoria de usos (L/s)

- 5 a 10% - Confortável. Pode ocorrer a necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- 10 a 20% - Preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
- 20% a 40% - Crítica. Exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
- > 40% - Muito Crítica. Exige também intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos

2.8.1 Balanco Hídrico para a Demanda Média Anual

As figuras abaixo (Figura 2.36, Figura 2.37 e Figura 2.38) apresentam o comprometimento da disponibilidade nas situações de vazão média, Q_{90} e Q_{95} , respectivamente, e demanda média anual, para as sub-bacias incrementais dos pontos de controle.

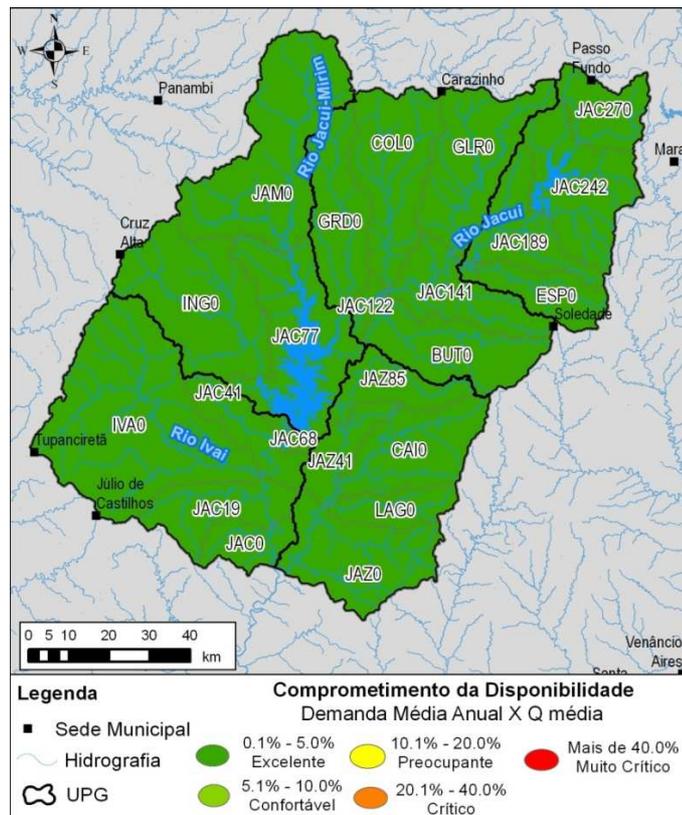


Figura 2.36: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média e demanda média anual

Na Figura 2.36 pode-se observar que toda a bacia tem percentual da disponibilidade comprometida inferior a 5%. A área com maior comprometimento, devido às altas demandas para irrigação, é a sub-bacia do rio Ingaí (INGO), onde o percentual comprometido é de 3%.

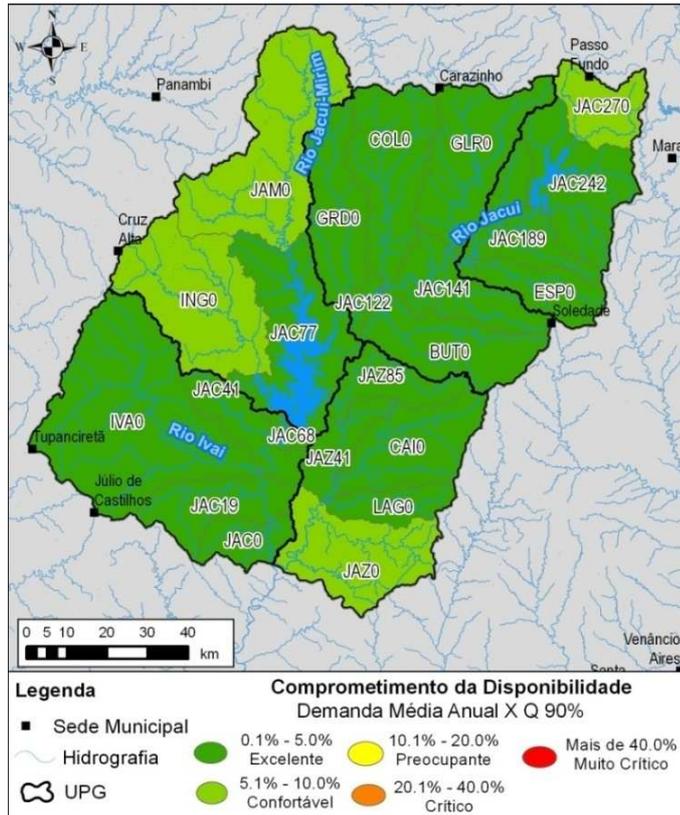


Figura 2.37: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{90} e demanda média anual

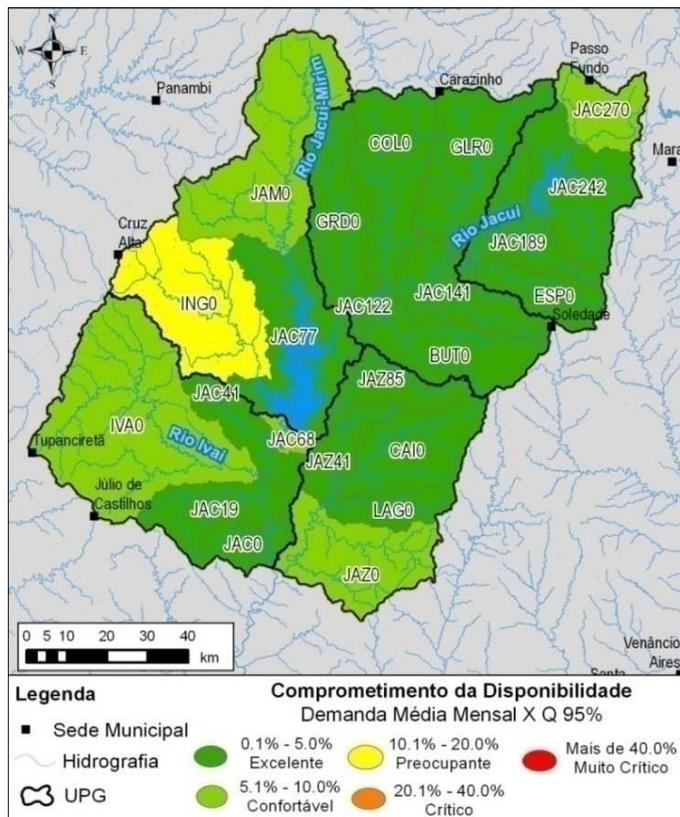


Figura 2.38: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{95} e demanda média anual

Nas situações apresentadas na Figura 2.37 e na Figura 2.38, aparecem sub-bacias com maior comprometimento da vazão. Apenas a UPG Colorado não apresenta nenhuma sub-bacia com comprometimento superior a 5%. O maior percentual está na sub-bacia do rio Ingaí.

2.8.2 Balanço Hídrico para a Demanda nos Meses sem Irrigação

O comprometimento da disponibilidade hídrica nas situações de vazão média, Q_{90} e Q_{95} , está ilustrado na figura a seguir (Figura 2.39), considerando a demanda calculada para os meses sem irrigação, de março a outubro, nas sub-bacias incrementais dos pontos de controle.

Nos cenários de vazão média, e vazões que permanecem 90% e 95% do tempo e demanda nos meses sem irrigação, pode-se observar na Figura 2.39 que a bacia apresenta um cenário excelente para as 3 situações. Sendo os maiores comprometimentos da disponibilidade identificados na sub-bacia mais a montante do rio Jacuí (JAC270) e na sub-bacia do rio Espriada, com valores de 3,8% e 3,9% de comprometimento, respectivamente, para uma vazão de 95% de permanência.

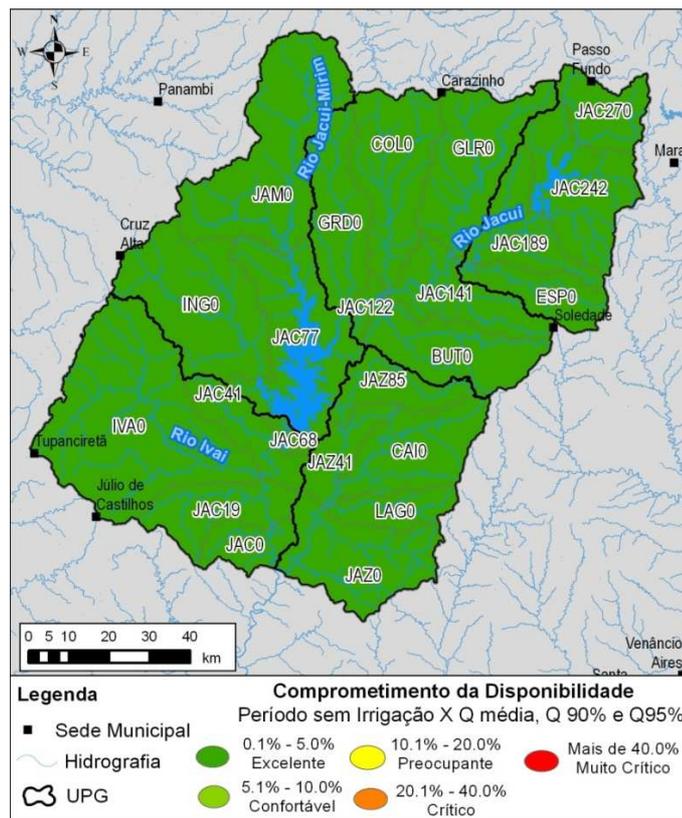


Figura 2.39: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média, Q_{90} e Q_{95} e demanda nos meses sem irrigação (período de março a outubro)

2.8.3 Balanço Hídrico para a Demanda no Mês de Maior Demanda

As figuras abaixo (Figura 2.40, Figura 2.41 e Figura 2.42) ilustram o comprometimento nas situações de vazão média, Q_{90} e Q_{95} , para a demanda estimada no mês de dezembro, que é o mês de pico da irrigação, nas sub-bacias incrementais dos pontos de controle.

Na situação de vazão média e demanda para dezembro, pode-se observar na Figura 2.40 que a maior parte da bacia possui comprometimento de disponibilidade inferior a 5%. Como citado anteriormente, as sub-bacias incrementais INGO e JAM0 apresentam o maior percentual de comprometimento, que chega a 12,8%, considerado preocupante, mesmo para a vazão média.

Na Figura 2.41 verifica-se que quando a demanda de pico é comparada a Q_{90} , a maior parte da bacia ainda permanece com percentual de comprometimento da disponibilidade inferior a 10%. Contudo, as sub-bacias, INGO, JAM0, IVA0, JAZ0 e JAC68, apresentam percentuais de 38,9%, 35,7%, 23,3%, 25,3% e 20,7% respectivamente, o que demonstra uma situação crítica, indicando risco no suprimento das demandas para esta vazão de referência.

Ao observar a Figura 2.42 verifica-se que na situação de vazão de permanência em 95% do tempo e demanda de pico, embora o cenário seja mais desfavorável, mais de 40% da bacia ainda tem comprometimento inferior a 5%, situação considerada excelente.

Na sub-bacia incremental IVA0, JAC68 e JAZ0, o comprometimento da Q_{95} é de 27,4%, 32,5% e 25,2%, respectivamente, considerado crítico, porém sem ocorrência de falhas no suprimento hídrico. Já nas sub-bacias ING0 e JAM0, o percentual da disponibilidade comprometido ultrapassa os 40%, atingindo valores de 47,7% e 44,2% de comprometimento, respectivamente, considerado então muito crítico.

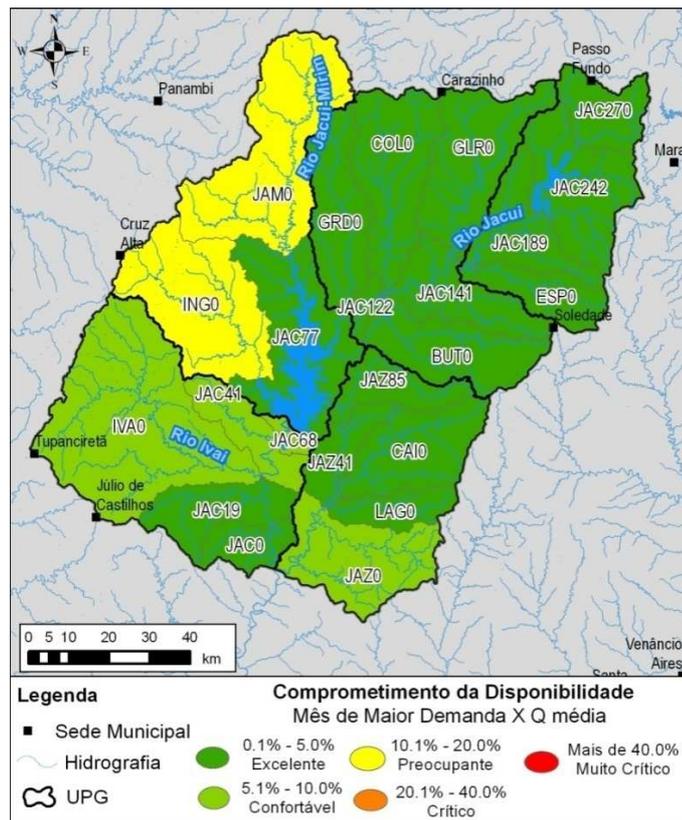


Figura 2.40: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média e demanda no mês de pico (dezembro)

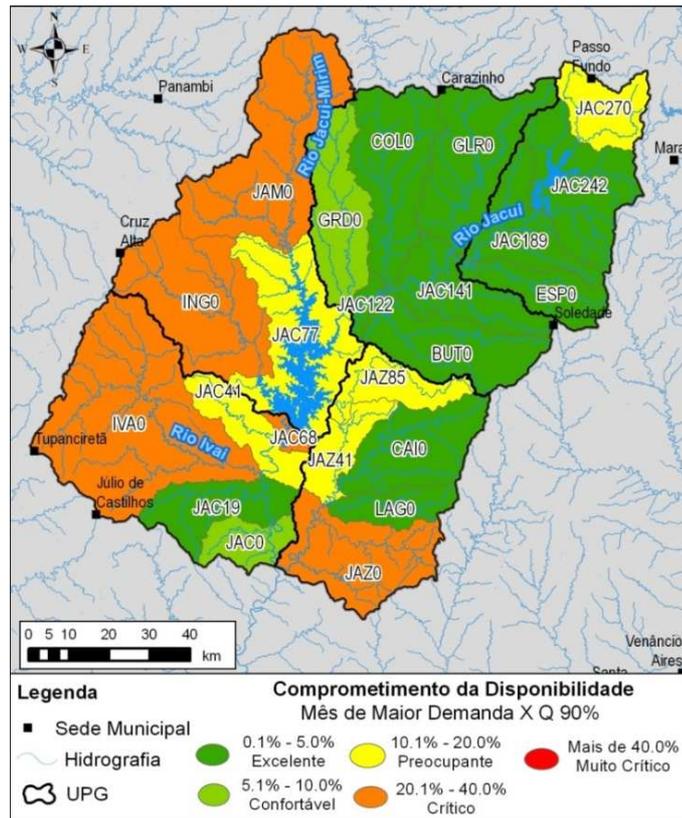


Figura 2.41: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{90} e demanda no mês de pico (dezembro)

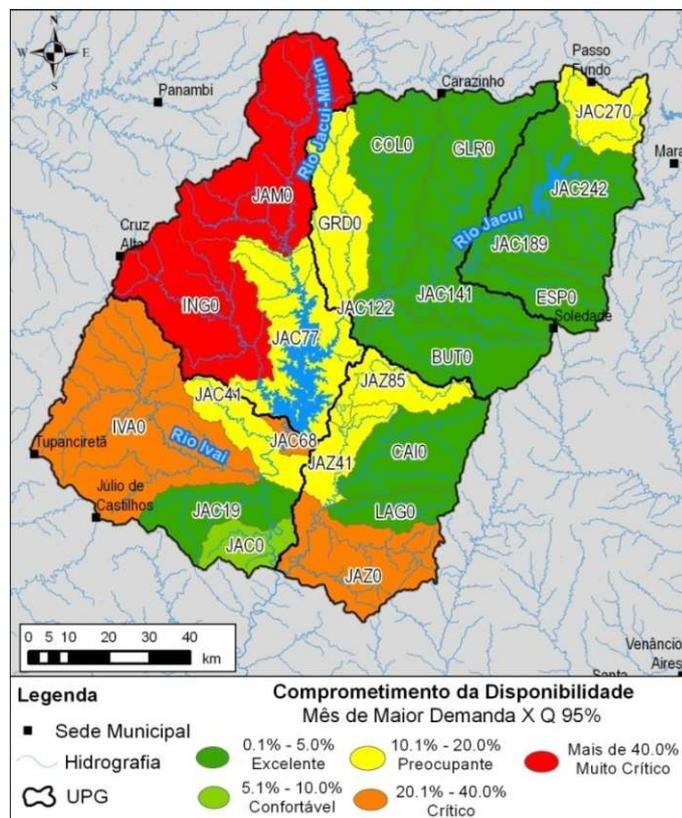


Figura 2.42: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{95} e demanda no mês de pico (dezembro)

2.8.4 Avaliação Acumulada do Balanço Quantitativo

Os Mapas das figuras anteriores contemplam o balanço na forma incremental por sub-bacia, sendo que em cada sub-bacia comparou-se a demanda e a disponibilidade por ela gerada. Porém a avaliação acumulada representa toda a sub-bacia de montante, assim possibilita que algumas demandas das sub-bacias de jusante sejam atendidas pela disponibilidade de sub-bacias de montante.

Na análise dos dados das sub-bacias do Alto Jacuí observa-se que as principais demandas estão localizadas nas cabeceiras dos principais cursos d'água. No mês com maior demanda (ilustrado na Figura 2.43) observa-se que a situação altera-se nas sub-bacias do trecho médio e inferior dos rios Jacuí e Jacuizinho, devido ao balanço positivo nas bacias a montante.

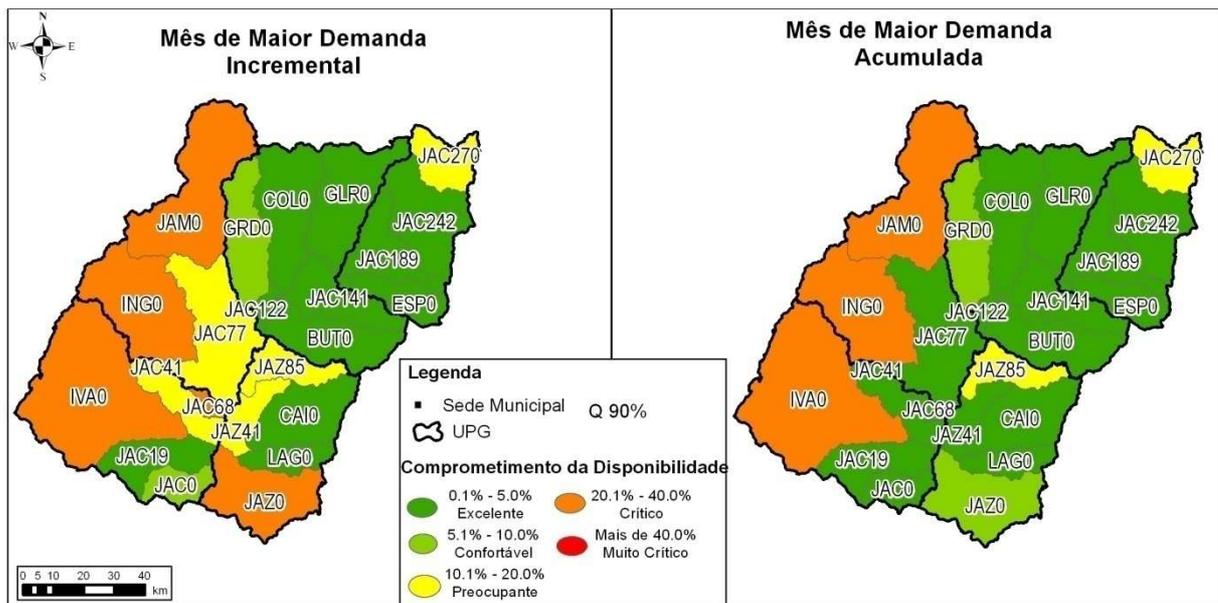


Figura 2.43: Comprometimento de demandas para o mês de dezembro avaliado de forma incremental e acumulada

Nesta avaliação, verifica-se o reflexo no comprometimento da disponibilidade para as sub-bacias como um todo, consideradas as demandas nos trechos de montante das sub-bacias.

O quadro a seguir sintetiza os percentuais de comprometimento da disponibilidade hídrica para as diferentes vazões de referência analisadas, consideradas as demandas média anual e para o mês de pico (dezembro).

Observam-se os maiores valores de comprometimento da disponibilidade nas bacias dos rios Jacuí-Mirim e Ingaí devido à irrigação por intermédio de sistemas de pivô central. Os eventos críticos em períodos de estiagem para a irrigação é amenizada devido ao fato da instalação de pequenos açudes pelos próprios agricultores que implantaram a irrigação.

Quadro 2.16: Percentual de comprometimento da disponibilidade hídrica para vazões de referência

Sub Bacia	% de Comprometimento da Disponibilidade					
	Demanda Média Anual			Demanda mês pico (dezembro)		
	Q _{med}	Q ₉₀	Q ₉₅	Q _{med}	Q ₉₀	Q ₉₅
ESPO	0,9%	2,9%	3,9%	0,9%	2,9%	3,9%
JAC270	1,7%	5,3%	6,8%	4,9%	15,0%	19,5%
JAC242	0,2%	0,7%	0,9%	0,4%	1,2%	1,5%
JAC189	0,3%	0,9%	1,2%	0,3%	0,9%	1,2%
GLRO	0,5%	1,6%	2,0%	0,8%	2,4%	3,0%
COLO	0,5%	1,6%	2,1%	0,5%	1,6%	2,1%
GRDO	0,9%	3,1%	4,3%	2,7%	9,1%	12,5%
BUTO	0,2%	0,6%	0,8%	0,5%	1,5%	2,1%
JAC141	0,4%	1,4%	1,9%	1,1%	3,4%	4,6%
JAC122	0,6%	2,1%	2,8%	0,6%	2,1%	2,8%
JAM0	2,4%	7,2%	8,9%	12,1%	35,7%	44,2%
ING0	3,0%	9,0%	11,1%	12,8%	38,9%	47,7%
JAC77	1,2%	3,6%	4,5%	4,5%	13,9%	17,3%
IVA0	1,6%	4,8%	5,7%	7,9%	23,3%	27,4%
JAC68	1,6%	4,5%	5,5%	7,2%	20,7%	25,2%
JAC41	1,1%	3,2%	3,9%	5,0%	14,6%	17,8%
JAC19	0,1%	0,4%	0,4%	0,1%	0,4%	0,4%
JAC0	0,5%	1,5%	1,8%	2,2%	6,3%	7,6%
CAIO	0,2%	0,5%	0,7%	0,2%	0,5%	0,7%
LAG0	0,2%	0,6%	0,8%	0,2%	0,6%	0,8%
JAZ85	0,9%	2,8%	3,6%	3,6%	11,3%	14,6%
JAZ41	0,8%	2,5%	3,1%	3,6%	11,2%	14,3%
JAZ0	1,8%	5,7%	7,3%	8,2%	25,3%	32,5%

2.9 Qualidade das Águas Superficiais

A avaliação e o diagnóstico da qualidade da água de corpos hídricos superficiais constituem-se etapas importantes no processo de tomada de decisão na gestão de bacias hidrográficas, pois fornecem informações imprescindíveis para o enquadramento futuro. Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, tais fases contribuem para a descrição do estado atual dos corpos hídricos e para a adequada mensuração dos níveis de qualidade futuros a serem atendidos em acordo com as necessidades da comunidade.

Assim, em continuidade são descritos e avaliados os resultados obtidos da qualidade das águas superficiais na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, os quais foram utilizados para a elaboração do diagnóstico, da classificação atual, e da classificação da qualidade da água na vazão de referência, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

2.9.1 Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais na Situação Atual

No texto em sequência apresenta-se a avaliação da qualidade das águas superficiais considerada a situação atual da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, através da análise das informações dos pontos de monitoramento de qualidade da água.

2.9.1.1 Dados de Qualidade da Água Disponíveis e Complementares

Para a execução da avaliação da qualidade da água foi realizada pesquisa junto a órgãos públicos e privados que efetuam o monitoramento e controle da qualidade da água superficial e empreendedores cujas atividades implicam na necessidade de monitoramento (FEPAM, CORSAN e as concessionárias de energia elétrica CEEE, COPREL e ELETROCAR). Deste modo, foram inventariados os pontos de monitoramento de qualidade da água superficial existentes na Bacia G050.

Após a execução da atividade de inventário dos pontos de qualidade da água superficial existentes na Bacia G050, foram definidos novos pontos de monitoramento, os quais foram objeto de campanha realizada em trechos longos dos cursos d'água onde não havia dados suficientes, com vistas a complementar o monitoramento existente com o objetivo de elaboração do diagnóstico, utilização dos dados no processo de calibração do modelo matemático de apoio à decisão e como subsídios para o processo de definição do enquadramento. Na Figura 2.44 podem ser observados os 64 pontos de monitoramento de qualidade da água, existentes e complementares, cujos dados foram utilizados na avaliação da Bacia G050.

Tendo em vista a realização a atividade de elaboração do diagnóstico e a modelagem matemática, foi verificada a necessidade de discretização da bacia, devido à sua heterogeneidade quanto às fontes poluidoras. Para tanto, este estudo partiu das UPGs previamente definidas. Como passo subsequente, os trechos do rio principal e dos tributários receberam uma nova subdivisão definidas como "Unidades de Diagnóstico" (UDs) e identificadas de A até R, com vistas à conformação de áreas com predominância homogênea de fontes poluidoras. Cada trecho de UD pode ser visualizado na Figura 2.45.

2.9.1.2 Metodologia de Classificação dos Dados de Qualidade da Água

O diagnóstico e a classificação atual foram efetuados para os parâmetros contemplados na Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e define as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, de acordo com os usos preponderantes da água. A classificação foi efetuada em conformidade com as Classes 1, 2, 3 e 4 da referida Resolução, em sua respectiva ordem de redução da qualidade.

Após a consistência dos dados, para cada data de amostragem dos pontos de monitoramento foi realizada a classificação, de acordo com os limites da resolução CONAMA 357/2005. Para a classificação final de cada parâmetro, em cada ponto de monitoramento, adotou-se a classe de qualidade da água com frequência de 80% das datas de amostragem para obter a classe mais frequente, ou a ferramenta estatística MODA, no caso de nenhuma classe atingir 80% de frequência. Na Figura 2.46 pode ser observado um esquema exemplificando esta metodologia de classificação.

Para a classificação da qualidade das águas das 18 UD's procedeu-se de maneira semelhante ao realizado para a classificação dos pontos de monitoramento, como pode ser visto na Figura 2.47. Contudo, a classificação foi realizada apenas para os parâmetros mais representativos das atividades potencialmente poluidoras da bacia e com maior abrangência de dados monitorados, conforme acordado com a Comissão de Acompanhamento. São eles a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), o Oxigênio Dissolvido (OD), o Fósforo Total (P), o Nitrogênio Amoniacoal Total (N-NH₃) e os Coliformes Termotolerantes.

A UD foi classificada, para cada parâmetro, a partir da classe 80% mais frequente nos pontos de amostragem integrantes da UD. Da mesma forma como utilizado na classificação dos pontos de monitoramento, caso nenhuma classe de qualidade da água atingisse 80% de frequência a ferramenta estatística MODA foi utilizada para definir a classe mais frequente.

Metodologia de Classificação da Qualidade da Água
Classificação dos Pontos de Monitoramento
Exemplo: Ponto de Monitoramento 1 – Rio Jacuí

Dados da Coleta

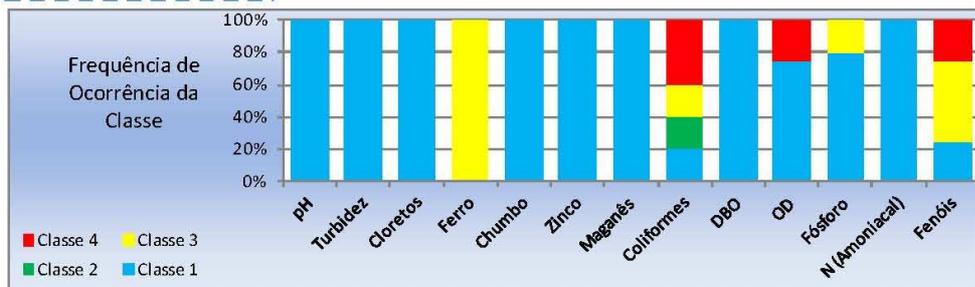
Rio	UD	Ponto	Ambiente	Data	pH	Turbidez (UNT)	Cloreto (mg/L)	Ferro - Fe (mg/L)	Chumbo - Pb (mg/L)	Zinco - Zn (mg/L)	Manganês - Mn (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)	Oxigênio Dissolvido - OD (mg/L)	Fósforo - P (mg/L)	N Amônia - N-NH3 (mg/L)	Fenóis (mg/L)		
Jacuí	A	1	Lótico	fev/09	6.3	18	3.0	0.87			0.023	550	1	3.76	0.100	0.02	0.024		
				jul/09			4.3			0.067				2400	2	11.40	0.106		
				jan/10	6.8		5.1	1.79			0.033	5500	1	9.30	0.054	0.15	0.006		
				jul/10	6.6		9.0	2.03	0.009	0.009	0.043	11000	1	10.50	0.034	0.22	0.005		
				out/10			8.0	0.56	0.006	0.095	0.015	2	1		0.036	0.04	0.001		

Aplicação dos Limites da CONAMA 357/05

Dados Classificados

Rio	UD	Ponto	Ambiente	Data	pH	Turbidez (UNT)	Cloreto (mg/L)	Ferro - Fe (mg/L)	Chumbo - Pb (mg/L)	Zinco - Zn (mg/L)	Manganês - Mn (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)	Oxigênio Dissolvido - OD (mg/L)	Fósforo - P (mg/L)	N Amônia - N-NH3 (mg/L)	Fenóis (mg/L)			
Jacuí	A	1	Lótico	fev/09	1	1	1	3			1	3	1	4	1	1	1	4		
				jul/09			1			1				3	1	1	3			
				jan/10	1		1	3			1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
				jul/10	1		1	3	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	3
				out/10			1	3	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1

Histograma



Classificação do Ponto

Critério: 80% da série de dados.
Caso não ocorra utiliza-se a ferramenta estatística MODA

Rio	UD	Ponto	Ambiente	pH	Turbidez (UNT)	Cloreto (mg/L)	Ferro - Fe (mg/L)	Chumbo - Pb (mg/L)	Zinco - Zn (mg/L)	Manganês - Mn (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)	Oxigênio Dissolvido - OD (mg/L)	Fósforo - P (mg/L)	N Amônia - N-NH3 (mg/L)	Fenóis (mg/L)
Jacuí	A	1	Lótico	1	1	1	3	1	1	1	4	1	1	1	1	3

Figura 2.46: Exemplo do procedimento de classificação adotado para os pontos de monitoramento

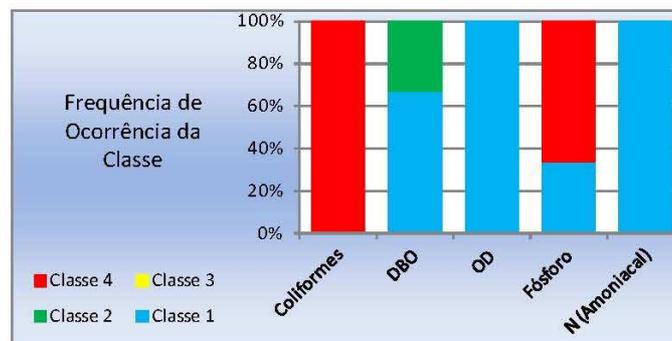
Metodologia de Classificação da Qualidade da Água
Classificação das UD
Exemplo: UD A – Rio Jacuí

Classificação dos pontos, para os principais parâmetros, de acordo com a metodologia apresentada na Figura 10.4

Classificação dos Pontos

Rio	UD	Ponto	Ambiente	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)	Oxigênio Dissolvido - OD (mg/L)	Fósforo - P (mg/L)	N Amoniacoal - N-NH3 (mg/L)
Jacuí	A	1	Lótico	4	1	1	1	1
		24	Lótico	4	1	1	4	1
		25	Lótico	4	2	1	4	1

Histograma



Classificação da UD

Rio	UD	Ambiente	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (mg/L)	Oxigênio Dissolvido - OD (mg/L)	Fósforo - P (mg/L)	N Amoniacoal - N-NH3 (mg/L)
Jacuí	A	Lótico	4	1	1	4	1

Critério: 80% da série de dados.
Caso não ocorra utiliza-se a ferramenta estatística MODA

Figura 2.47: Exemplo do procedimento de classificação adotado para as UD

2.9.1.3 Resultado da Avaliação da Qualidade das Águas na Situação Atual

No que tange à qualidade da água, e a análise das informações dos pontos de monitoramento, os parâmetros considerados, na maior parte do tempo, atende aos padrões estabelecidos para a Classe 1, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, conforme se observa no Quadro 2.18. Verificou-se, no entanto, o comprometimento da qualidade das águas superficiais em decorrência do lançamento de cargas orgânicas e de nutrientes de origem agrossilvopastoril e de origem urbana, em alguns trechos da bacia, o que é evidenciado pelos pontos de monitoramento em Classe 3 e Classe 4 para os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes e Fósforo.

Além dos parâmetros já citados, alguns metais, entre eles o Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cobre e Ferro, apresentam pontos com classes 3 e 4. Destaca-se a necessidade de ampliar o monitoramento destes parâmetros para que seja possível identificar melhor a origem destas alterações, uma vez que apenas 7 dos 64 pontos analisados dispunham de avaliações destes metais.

No Quadro 2.17 pode ser observada a classificação das UD's, segundo a resolução Conama nº357/2005, conforme metodologia apresentada anteriormente, e na Figura 2.48 a espacialização destas informações. A avaliação da qualidade da água foi realizada para os parâmetros mais representativos das atividades poluidoras da bacia, a saber: Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Fósforo e Nitrogênio Amoniacal.

Quadro 2.17: Classificação da qualidade das águas na Bacia G050 na situação atual

UPG	Rio	UD	Coliformes Termotolerantes	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Oxigênio Dissolvido (OD)	Fósforo (P)	Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)
UPG Nascente do Jacuí	Jacuí	A	4	1	1	4	1
	Jacuí	B*	2	1	1	4	1
	Jacuí	C	4	1	1	4	1
UPG Colorado	Jacuí	D	4	1	1	2	1
	Colorado	E	2	1	1	4	1
	Arroio Butiá	F	4	1	1	4	1
UPG Passo Real	Jacuí-Mirim	G	2	1	1	1	1
	Jacuí-Mirim	H	1	1	1	2	1
	Jacuí	I**	1	3	1	3	1
UPG Ivaí	Ingáí	J	2	1	1	1	1
	Ivaí	K	2	2	1	1	1
	Ivaí	L	2	2	1	1	1
	Ivaí	M	1	1	1	4	1
	Ivaí	N	1	1	1	4	***
UPG Jacuizinho	Jacuí	O	1	2	1	1	1
	Jacuizinho	Q	4	2	1	1	1
	Jacuizinho	P	4	1	1	4	1
	Caixões	R	2	2	1	4	1

*Unidade de Diagnóstico contemplada pelo reservatório da UHE Ernestina

** Unidade de Diagnóstico contemplada pelo reservatório da UHE Passo Real

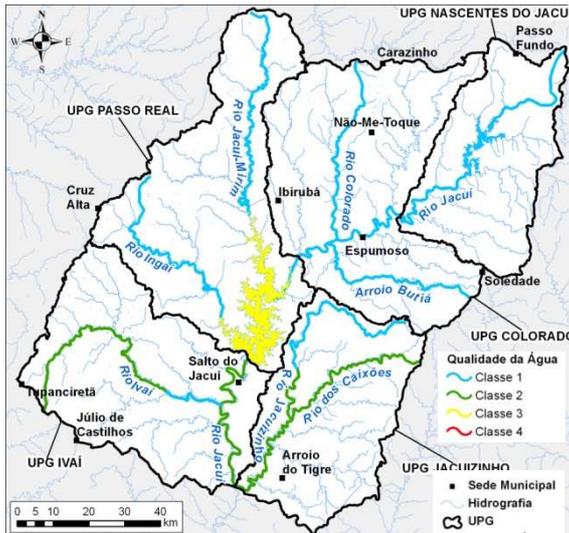
***A Unidade de Diagnóstico N não apresenta nenhum ponto de monitoramento com dados disponíveis para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal.

Com relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes destaca-se que o trecho próximo ao município de Passo Fundo apresenta Classe 4 para este parâmetro, em decorrência da falta de tratamento dos efluentes domésticos lançados por este centro urbano. Assim como os lançamentos dos demais municípios localizados às margens do rio Jacuí, entre eles Espumoso, Mormaço, Tio Hugo e Alto Alegre, contribuem para a manutenção da Classe 4 até a entrada do reservatório da UHE Passo Real.

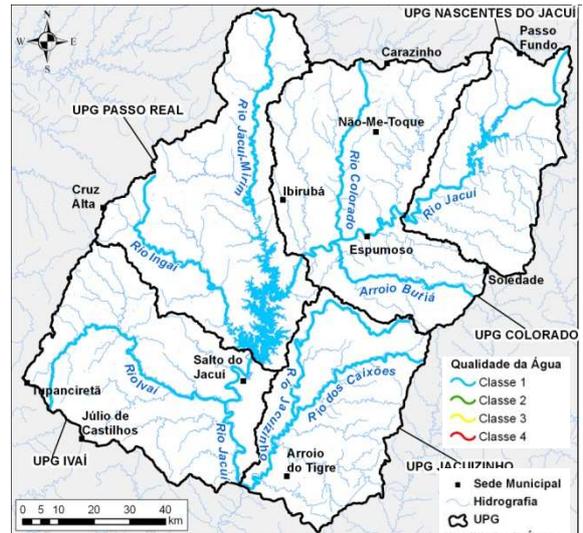
Quadro 2.18: Classificação dos pontos de monitoramento de qualidade da água na situação atual

Rio	UD	Ponto	pH	Turbidez	Sulfetos	Cloretos	Alumínio - Al	Cádmio - Cd	Ferro - Fe	Chumbo - Pb	Cobre - Cu	Zinco - Zn	Manganês - Mn	Cromo - Cr	Mercurio - Hg	Níquel - Ni	Coliformes Termotolerantes	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	Oxigênio Dissolvido - OD	Fosforo - P	Nitrito - NO ₂	Nitrato - NO ₃	Nitrogênio Amoniacoal- N-NH ₃	Fenóis totais (reagentes à 4aminoantipirina)	Clorofila	
Jacuí	A	1	1	1		1			3	1		1	1				4	1	1	1			1	3		
		24	1	1														4	1	1	4	1	1	1		
		25	1	1														4	2	1	4	1	1	1		
	B	26	1	1														3	1	1	4	1	1	1		
		27	1	1														2	1	1	3	1	1	1		
		44	1	1														2	3	1	4	1	1	1		1
	C	45	1	1														1	1	1	4	1	1	1		1
		2	1															4	1	1	4					
		3	1															4	2	1	1					
		4	1															3	1	1	4					
		28	1	1														2	1	1	4	1	1	1		
		46	1	1														1	3	1	4	1	1	1		1
		47	1	1														1	3	1	1	1	1	1		1
	D	5	1	1			1			3	3	4	1	1				4	1	1	1			1	3	
		6	1	1														1	1	1	2		1			1
		48	1	1														1	2	1	4	1	1	1		1
	I	11	1	1														1	3	1	2	1	1	1		1
		34	1	1														1	1	1	3	1	1	1		
		49	1	1														1	2	1	3	1	1	1		1
		50	1	1														1	3	1	4	1	1	1		1
	O	20	1	1														1	1	1	1	1	1	1		1
		21	1	1														1	1	1	2	1	1	1		1
		22	1	1														1	1	1	1		1	1		1
		51	1	1														1	1	1	1	1	1	1		1
		52	1	1														1	2	1	4	1	1	1		1
		53	1	1														1	2	1	4	1	1	1		1
		54	1	1														1	2	1	1	1	1	1		1
		55	1	1														1	2	1	4	1	1	1		1
56		1	1														1	2	1	4	1	1	1		1	
57		1	1														1	1	1	1	1	1	1		1	
58	1	1														1	2	1	1	1	1	1		1		

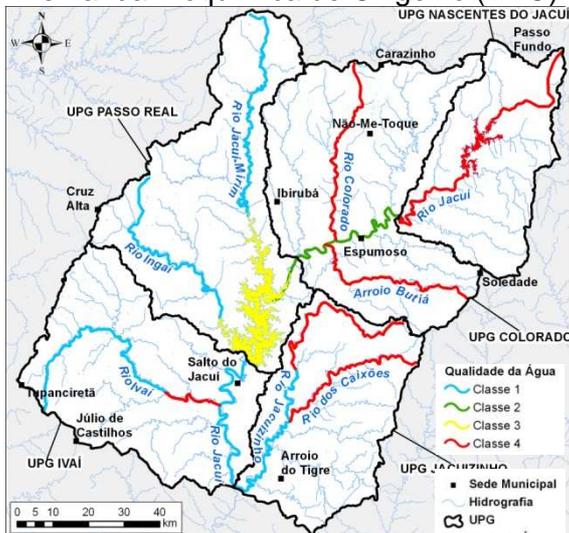
Rio	UD	Ponto	pH	Turbidez	Sulfetos	Cloretos	Alumínio - Al	Cádmio - Cd	Ferro - Fe	Chumbo - Pb	Cobre - Cu	Zinco - Zn	Manganês - Mn	Cromo - Cr	Mercurio - Hg	Níquel - Ni	Coliformes Termotolerantes	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	Oxigênio Dissolvido - OD	Fósforo - P	Nitrito - NO ₂	Nitrato - NO ₃	Nitrogênio Amomiacal - N-NH ₃	Fenóis totais (reagentes à aminoantipirina)	Clorofila	
Colorado	E	7	1															1				1				
		8	1																1				1			
		9	1																1				1			
		29	1	1														2	1	1	4	1	1	1		
		30	1	1														2	1	1	1	1	1	1		
Arroio Butiá	F	31	1	1													4	1	1	4	1	1	1			
		32	1	1														3	2	1	4	1	1	1		
Jacuí-Mirim	G	33	1	2													2	1	1	1	1	1	1			
		41	1	1														1	1	1	1	1	1	1		
Ingaí	H	10	1	1														1	1	1		1			1	
		59	1	1														1	2	1	2	1	1	1		1
		42	1	1														2	2	1	1	1	1	1		
Ingaí	J	43	1	1														2	1	1	1	1	1			
		60	1	1														1	1	1	4	1	1	1		1
		39	1	1														2	2	1	1	1	1	1		
Ivaí	K	12	1	1			3	3		1	1	1		1	1	1		1	2	1			1			
		40	1	1														2	2	1	1	1	1			
	M	13	1	1			3	3			1	1	1		1	1	1	2	1	1			1			
		14	1	1			3	3			1	1	1		1	1	1	1	1	1			1			
		15	1	1			3	3			1	1	1		1	1	1	1	2	1			1			
		16	1	1			3	1			4	1	1		1	1	1	3	2	1			1			
		17	1															2	1	1			4			
		61	1	1														1	2	1	4	1	1	1		1
		62	1	1														1	3	1	4	1	1	1		1
		63	1	1														1	1	1	1	1	1	1		1
		64	1	1														1	3	1	1	1	1	1		1
		18	1															1	1	1	4					
		19	1															2	1	1	4					
Jacuizinho	P	35	1	1													3	1	1	4	1	1	1			
		36	1	1														4	1	1	4	1	1	1		
	Q	23	1	1														4	2	1	1		1	1		
Caixões	R	37	1	1														4	1	1	4	1	1	1		
		38	1	1														3	2	1	4	1	1	1		



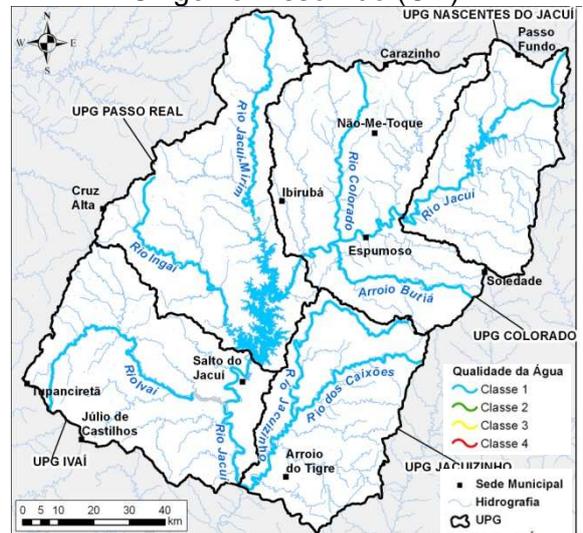
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)



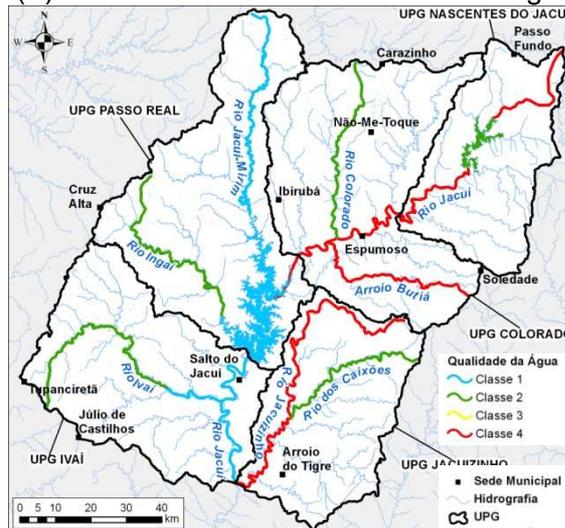
Oxigênio Dissolvido (OD)



Fósforo (P)



Nitrogênio Amoniacal



Coliformes Termotolerantes

Figura 2.48: Qualidade da água da Bacia G050 na situação atual

Com relação ao parâmetro Coliformes Termotolerantes destaca-se que o trecho próximo ao município de Passo Fundo apresenta Classe 4 para este parâmetro, em decorrência da falta de tratamento dos efluentes domésticos lançados por este centro urbano. Assim como os lançamentos dos demais municípios localizados às margens do rio Jacuí, entre eles Espumoso, Mormaço, Tio Hugo e Alto Alegre, contribuem para a manutenção da Classe 4 até a entrada do reservatório da UHE Passo Real.

O rio Jacuizinho e o arroio Butiá também apresentam Classe 4 para o parâmetro Coliformes Termotolerantes. O lançamento de efluentes domésticos sem tratamento oriundos da sede no município de Soledade contribui para a Classe 4 no arroio Butiá, assim como as atividades agropecuárias localizadas nas bacias de drenagem destes rios.

Com exceção do trecho contemplado pelo reservatório da UHE Passo Real, o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresenta a qualidade da água compatível com as Classes 1 e 2 da resolução Conama nº 357/2005, explicitando o bom nível de aeração e autodepuração dos cursos d'água na bacia.

O parâmetro Oxigênio Dissolvido apresenta Classe 1 em todos os rios da bacia G050 avaliados neste estudo, destacando novamente, assim como para o parâmetro DBO, a grande aeração destes cursos d'água.

O nutriente Fósforo apresenta diversos trechos com Classe 4 incluindo o rio Colorado, Arroio Butiá, rio dos Caixões e alguns trechos dos rios Jacuí, Ivaí e Jacuizinho. O Fósforo tem origem em diversas atividades realizadas na bacia G050, entre elas: o lançamento de efluentes domésticos sem tratamento; o uso excessivo de fertilizantes inorgânicos nas lavouras, ultrapassando a capacidade de absorção deste nutriente pelas plantas; o manejo incorreto dos dejetos animais utilizados como fertilizantes, que acabam sendo aplicados sem controle nas lavouras; e ainda as próprias características naturais dos solos da Bacia do Alto Jacuí. A contaminação das águas pelo Fósforo está intimamente associada à perda de solo agrícola, que acaba carreando este nutriente para a água.

O Nitrogênio Amoniacal apresentou Classe 1 em todos os rios avaliados. Apenas a unidade de diagnóstico N não apresentou classificação para o Nitrogênio Amoniacal, pois nenhum dos pontos de monitoramento utilizados no estudo dispunha de dados para este parâmetro neste trecho do rio, próximo a foz do rio Ivaí.

2.9.2 Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais na Vazão de Referência

Este item apresenta o resultado da avaliação da qualidade das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí na situação de vazão de referência Q_{90} . A definição, pela Plenária do Comitê, da vazão de referência para o enquadramento, como sendo a Q_{90} , ocorreu no dia 09/05/2012 no município de Ibirubá. A modelagem da qualidade da água dos principais rios da Bacia G050, realizado por intermédio do modelo de qualidade da água QUAL2KW foi realizada com o intuito de nortear cenários de enquadramentos para a bacia hidrográfica e realização de estudos de redução de cargas poluidoras para melhoria de tais cenários.

2.9.2.1 Cargas Poluidoras

As cargas potencialmente poluidoras avaliadas neste estudo, utilizadas como dados de entrada do modelo de qualidade da água estão apresentadas a seguir. Estas foram divididas em cargas pontuais e cargas difusas, entre as quais estão os lançamentos de efluentes domésticos e industriais, os resíduos sólidos e a aplicação de dejetos animais e fertilizantes nas lavouras.

Os parâmetros de qualidade considerados foram pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5), Fósforo Total (P), Ortofosfatos, Fósforo Orgânico (P_{org}), Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK), Nitrogênio Orgânico (N_{org}), Nitrogênio Amoniacal ($N-NH_3$), Nitratos (NO_3^-), Nitritos (NO_2^-) e Coliformes Termotolerantes.

As cargas poluidoras de origem pontual são aquelas presentes em informações do banco de dados da FEPAM, onde constam todas as atividades que passaram por processo de licenciamento ambiental. No Quadro 2.19 pode ser observada a síntese destas informações.

Já as cargas poluidoras potenciais de origem difusas consideradas na modelagem da qualidade da água foram as seguintes:

- Esgoto doméstico: as cargas emitidas por áreas urbanas e rurais foram consideradas distribuídas, pela inexistência de dados pontuais de lançamentos;
- Origem animal: foram consideradas todas as cargas de atividades de agropecuária que são emitidas diretamente ao corpo receptor ou são aplicadas no solo, na forma de dejetos;
- Fertilizantes inorgânicos e produtos fitossanitários: cargas oriundas da emissão por escoamento superficial de nutrientes como nitrogênio e Fósforo provenientes de atividades no meio urbano e agrícolas como aplicação de fertilizantes inorgânicos e agroquímicos;
- Disposição de resíduos sólidos urbanos: emissão de efluentes com emissão pontual desconhecida e escoamento superficial de lixiviados de aterros sanitários;
- Fontes poluidoras licenciadas sem localização: foram consideradas fontes poluidoras repassadas pela base da FEPAM em 09/02/2011, mas que não possuíam coordenadas geográficas, mas estavam vinculadas a municípios conhecidos.

Cabe salientar que algumas dessas contribuições podem ocorrer na forma pontual, tais como emissão de esgoto doméstico, porém não se dispunha de local exato de emissão, o que levou a considerar a emissão por essas fontes na forma distribuída.

Após estimativa das cargas difusas, as contribuições para diferentes municípios foram somadas entre todos os tipos de cargas poluidoras, bem como suas vazões, de forma a gerar um único valor de carga difusa derivada de cada município e sub-bacia, conforme apresenta o Quadro 2.20. Após, as cargas poluidoras foram somadas entre os municípios contribuintes para uma mesma sub-bacia de drenagem e a concentração poluidora foi calculada para inserção no modelo, dentro da região de drenagem de abrangência dos municípios para cada rio (km a montante e jusante de abrangência). A Figura 2.49 apresenta a espacialização das cargas poluidoras difusas totais estimadas por município apresentadas no Quadro 2.20.

Quadro 2.19: Concentrações poluidoras pontuais utilizadas na modelagem

Município	Atividade poluidora	Rio	Distância da Foz (km)*	Q (m³/s)	DBO (mg/L)	P (mg/L)	P _{org} (mg/L)	Ortofosfato (mg/L)	NTK (mg/L)	N _{org} (mg/L)	N-NH ₃ (mg/L)	Coliformes Term.* (NMP/100 mL)
SOLEDADE	BENEFICIAMENTO DE AMETISTA, QUARTZO E ÁGATA	Arroio Butiá	65,38	5,20E-06	0	550	467,50	82,50	13750	8250	5500	1000
			65,38	2,30E-05	0	550	467,50	82,50	13750	8250	5500	1000
NÃO ME TOQUE	FAB DE MAQ E OUTROS APARELHOS	Colorado	35,17	4,10E-05	100	300	255	45	1300	780	520	1000
			35,17	2,20E-04	100	300	255	45	1300	780	520	1000
	FAB MAQUINAS		35,17	5,20E-05	100	300	255	45	1300	780	520	1000
			35,17	6,40E-05	100	300	255	45	1300	780	520	1000
	SERV DE GALVANOPLASTIA		35,17	1,0 E-05	57,50	300	255	45	1300	780	520	1000
			35,17	5,80E-05	57,50	300	255	45	1300	780	520	1000
SELBACH	MATADOURO/ABATEDOURO	19,77	5,80E-05	998,65	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000	
		19,77	2,31E-03	998,65	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000	
TAPERA	CURTUME ATANADO	17,61	1,90E-04	890	1000	850	150	112500	67500	45000	1000000	
		17,61	7,52E-03	890	1000	850	150	112500	67500	45000	1000000	
		17,61	7,52E-03	890	1000	850	150	112500	67500	45000	1000000	
MARAU	ABATEDOURO DE BOVINOS	Ingaí	83,81	6,40E-05	998,65	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
SOLEDADE	BENEF DE AMETISTA E BASALTO		83,81	1,20E-05	0	550	467,50	82,50	13750	8250	5500	1000
CRUZ ALTA	PREPARAÇÃO E REFINO DE ÓLEO/GORDURA		83,81	1,70E-04	54	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
			83,81	1,90E-04	54	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
JULIO DE CASTILHOS	ABATEDOURO DE SUÍNOS E BOVINOS	Ivaí	28,39	1,16E-03	998,65	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
SOLEDADE	BENEFICIAMENTO DE QUARTZO E PEDRAS ROLADAS		28,39	6,90E-05	0	550	467,50	82,50	13750	8250	5500	1000
PASSO FUNDO	FABRICAÇÃO DE RECIPIENTES METÁLICOS	Jacuí	268,78	3,50E-05	57,50	300	255	45	1300	780	520	1000
			268,78	1,60E-04	57,50	300	255	45	1300	780	520	1000
	MATADOURO DE BOVINOS/SUÍNOS E OVINOS		257,45	6,90E-05	998,65	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
			257,45	1,97E-03	998,65	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
			257,45	1,97E-03	998,65	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
NICOLAU VERGUEIRO	BENEF E INDUST DE LEITE E SEUS DERIVADOS	256,6	9,30E-06	751,50	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000	
		256,6	2,80E-04	751,50	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000	
CARAZINHO	BENEF E INDUST DE LEITE E SEUS DERIVADOS	183,99	3,50E-04	751,50	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000	
		183,99	2,08E-02	751,50	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000	
		183,99	2,08E-02	751,50	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000	
NÃO ME TOQUE	FAB DE MAQ E OUTROS APARELHOS		183,99	2,30E-05	57,50	300	255	45	1300	780	520	1000

Município	Atividade poluidora	Rio	Distância da Foz (km)*	Q (m³/s)	DBO (mg/L)	P (mg/L)	P _{org} (mg/L)	Ortofosfato (mg/L)	NTK (mg/L)	N _{org} (mg/L)	N-NH ₃ (mg/L)	Coliformes Term.* (NMP/100 mL)
SOLEDADE	CORTE E POLIMENTO DE PEDRAS SEMIPRECIOSAS	Jacuí	162,07	4,60E-06	0	550	467,50	82,50	13750	8250	5500	1000
			162,07	2,90E-05	0	550	467,50	82,50	13750	8250	5500	1000
ESPUMOSO	BENEF E INDUST DE LEITE E SEUS DERIVADOS		161,07	1,70E-05	751,50	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
			161,07	3,50E-05	751,50	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
	MATADOURO E POSTO DE RESFRIAMENTO DE LEITE		161,07	1,40E-04	998,65	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
			161,07	1,16E-03	998,65	2500	2125	375	15000	9000	6000	7000000
IBIRUBA	FAB MAQUINAS		125,22	6,90E-06	57,50	300	255	45	1300	780	520	1000
			125,22	5,80E-04	57,50	300	255	45	1300	780	520	1000
	SERV DE GALVANOPLASTIA		125,22	5,80E-05	57,50	300	255	45	1300	780	520	1000
			125,22	9,30E-05	57,50	300	255	45	1300	780	520	1000
SALTO DO JACUI	BENEFICIAMENTO DE ÁGATAS		47,03	3,50E-06	0	550	467,50	82,50	13750	8250	5500	1000
			47,03	1,90E-05	0	550	467,50	82,50	13750	8250	5500	1000
		47,03	9,30E-05	0	550	467,50	82,50	13750	8250	5500	1000	
	FAB DE CALCADOS	47,03	3,50E-07	11	600	510	90	13750	8250	5500	8000000	
		47,03	1,20E-04	11	600	510	90	13750	8250	5500	8000000	
ARROIO DO TIGRE	POSTO DE RESFRIAMENTO DE LEITE	Jacuizinho	15,32	4,90E-06	643	5000	4250000	750000	30000	18000000	12000000	7000000
			15,32	1,20E-04	643	5000	4250000	750000	30000	18000000	12000000	7000000
SOBRADINHO	MATADOURO		8,23	4,10E-06	1997,30	5000	4250000	750000	30000	18000000	12000000	7000000
			8,23	1,10E-04	1997,30	5000	4250000	750000	30000	18000000	12000000	7000000

*Para o caso do rio Jacuí é à distância ao limite geográfico da bacia. **Coliformes Termotolerantes.

Quadro 2.20: Cargas poluidoras e vazões difusas quantificadas para cada sub-bacia

Município	Rio	Q (m³/s)	DBO (g/dia)	NTK (g/dia)	P (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (UFC/dia)	
Alto Alegre	Arroio Butiá	0,72	291286,49	1,49E+05	2,64E+04	3,80E+13	
Campos Borges		0,05	602106,37	7,77E+04	1,54E+04	1,50E+14	
Espumoso		4,40	1370293,77	8,52E+05	1,40E+05	2,04E+14	
Selbach		0,00	116,71	1,46E+01	2,92E+00	2,92E+10	
Soledade		1,53	1964469,20	6,82E+05	1,39E+05	2,98E+14	
Carazinho	Colorado	3,94	1719705,13	7,32E+05	1,35E+05	2,37E+14	
Colorado		3,22	3815055,52	1,01E+06	2,61E+05	2,60E+14	
Lagoa dos Três Cantos		0,97	2944921,27	8,63E+05	1,82E+05	4,83E+14	
Não-Me-Toque		0,11	8931499,60	1,52E+06	5,03E+05	6,31E+14	
Saldanha Marinho		0,01	1996,12	1,47E+03	2,15E+02	3,83E+11	
Selbach		1,29	4134515,73	8,63E+05	2,56E+05	2,80E+14	
Tapera		1,49	3354068,80	7,37E+05	2,13E+05	2,25E+14	
Boa Vista do Incra		4,91	1382953,76	7,85E+05	1,27E+05	2,23E+14	
Cruz Alta		10,58	2231493,49	1,65E+06	2,62E+05	2,95E+14	
Fortaleza dos Valos		3,95	735828,56	5,93E+05	8,97E+04	1,14E+14	
Ibirubá	Ingai	0,02	103467,86	1,45E+04	2,92E+03	2,49E+13	
Quinze de Novembro		0,00	9375,76	1,55E+03	3,96E+02	1,55E+12	
Santa Bárbara do Sul		0,00	26781,67	3,52E+03	6,99E+02	6,64E+12	
Boa Vista do Incra		4,59	981563,51	7,43E+05	1,19E+05	1,18E+14	
Cruz Alta		4,11	1224041,99	7,60E+05	1,27E+05	1,66E+14	
Fortaleza dos Valos	Ivaí	1,09	196774,41	1,75E+05	2,64E+04	2,79E+13	
Júlio de Castilhos		0,03	5942589,59	1,57E+06	3,49E+05	9,62E+14	
Salto do Jacuí		0,01	696805,23	3,39E+05	5,46E+04	1,32E+14	
Tupanciretã		6,75	9850578,85	3,00E+06	5,84E+05	1,40E+15	
Alto Alegre		0,91	411584,96	1,95E+05	3,61E+04	5,04E+13	
Boa Vista do Incra		0,73	170305,59	1,13E+05	1,79E+04	2,52E+13	
Campos Borges		1,52	936819,07	3,90E+05	7,47E+04	1,25E+14	
Carazinho		0,00	559991,07	1,16E+05	3,14E+04	6,85E+13	
Colorado		0,00	3434696,72	4,89E+05	1,60E+05	1,99E+14	
Cruz Alta		0,66	146377,00	1,05E+05	1,66E+04	2,10E+13	
Ernestina	2,92	1288291,69	6,18E+05	1,16E+05	1,52E+14		
Espumoso	3,81	11685862,90	6,47E+05	1,01E+05	3,76E+14		
Estrela Velha	1,61	968560,44	3,82E+05	7,56E+04	1,15E+14		
Fortaleza dos Valos	5,54	1264135,27	8,98E+05	1,41E+05	1,91E+14		
Ibirapuitã	2,75	1453867,01	6,53E+05	1,27E+05	1,77E+14		
Ibirubá	2,29	5947333,45	1,24E+06	3,25E+05	4,46E+14		
Jacuzinho	0,64	1607008,17	4,47E+05	1,03E+05	2,03E+14		
Júlio de Castilhos	0,65	1832277,28	5,57E+05	1,17E+05	2,95E+14		
Lagoa dos Três Cantos	0,06	4902813,81	1,30E+06	2,89E+05	7,92E+14		
Marau	Jacuí	2,84	34354605,09	3,09E+06	8,71E+05	6,34E+14	
Mato Castelhanos		0,29	1382110,04	3,09E+05	8,05E+04	1,38E+14	
Mormaço		1,12	919253,71	3,39E+05	7,32E+04	1,06E+14	
Não-Me-Toque		1,27	7488207,44	1,43E+06	4,53E+05	4,81E+14	
Nicolau Vergueiro		1,97	2491776,90	7,37E+05	1,88E+05	1,84E+14	
Passo Fundo		4,26	38216592,66	1,24E+06	2,54E+05	7,51E+14	
Pinhal Grande		3,76	2684766,18	1,06E+06	2,04E+05	3,87E+14	
Quinze de Novembro		2,26	10554801,35	2,01E+06	6,01E+05	7,05E+14	
Saldanha Marinho		0,00	426285,16	9,87E+04	2,27E+04	7,04E+13	
Salto do Jacuí		4,19	896033,86	6,71E+05	1,05E+05	1,30E+14	
Santo Antônio do Planalto		0,02	1269094,04	2,44E+05	6,54E+04	1,73E+14	
Selbach		0,59	6858305,64	1,29E+06	4,08E+05	4,63E+14	
Soledade		1,97	4291137,92	1,33E+06	2,84E+05	6,44E+14	
Tapera		1,96	4789606,47	1,06E+06	3,07E+05	3,10E+14	
Tio Hugo		1,57	774717,13	3,58E+05	7,28E+04	7,53E+13	
Victor Graeff		1,83	1751786,64	5,51E+05	1,28E+05	1,87E+14	
Carazinho		Jacuí-Mirim	1,31	1151367,23	3,05E+05	5,69E+04	2,33E+14
Chapada			2,49	5681745,07	1,41E+06	3,60E+05	5,53E+14
Cruz Alta			0,41	79700,03	5,95E+04	9,33E+03	1,14E+13
Ibirubá			5,73	4931650,47	1,47E+06	3,32E+05	5,25E+14
Saldanha Marinho	1,88		287363,36	2,59E+05	3,86E+04	4,39E+13	
Santa Bárbara do Sul	12,37		2716254,31	1,84E+06	3,05E+05	3,08E+14	

Município	Rio	Q (m³/s)	DBO (g/dia)	NTK (g/dia)	P (g/dia)	Coliformes Termotolerantes (UFC/dia)
Campos Borges	Jacuizinho	0,77	568621,08	2,06E+05	3,87E+04	9,34E+13
Espumoso		1,51	795706,16	3,60E+05	6,47E+04	1,23E+14
Estrela Velha		1,49	1752696,44	4,59E+05	9,11E+04	3,21E+14
Ibarama		0,11	1656421,49	3,42E+05	9,75E+04	1,55E+14
Pinhal Grande		0,01	122139,57	1,54E+04	3,08E+03	3,05E+13
Segredo		1,26	2856843,06	6,87E+05	1,67E+05	3,61E+14
Sobradinho		0,76	1948842,92	4,52E+05	1,09E+05	2,69E+14
Soledade		0,01	39523,02	6,67E+03	1,30E+03	9,34E+12
Tunas		0,00	130434,08	2,64E+04	6,89E+03	1,76E+13
Alto Alegre		0,02	13561,08	4,99E+03	9,37E+02	2,16E+12
Arroio do Tigre		1,51	3855813,47	9,29E+05	2,46E+05	3,38E+14
Jacuizinho		2,10	1611656,77	6,03E+05	1,21E+05	2,04E+14
Lagoão		0,23	1952751,73	4,87E+05	1,16E+05	2,65E+14
Passa Sete		0,20	2369165,18	4,97E+05	1,35E+05	2,71E+14
Salto do Jacuí		0,95	166526,76	1,43E+05	2,19E+04	2,29E+13
Arroio do Tigre		Rio dos Caixões	0,27	773361,02	1,77E+05	4,60E+04
Espumoso	0,29		264007,25	9,99E+04	1,94E+04	3,94E+13
Jacuizinho	0,73		1618643,80	4,59E+05	1,05E+05	2,06E+14
Lagoão	0,40		3907856,66	5,78E+05	1,21E+05	9,02E+14
Salto do Jacuí	0,06		85923,58	1,93E+04	3,54E+03	1,93E+13
Soledade	0,53		1068750,47	3,42E+05	7,27E+04	1,59E+14
Tunas	1,12		2121683,75	5,90E+05	1,40E+05	2,33E+14

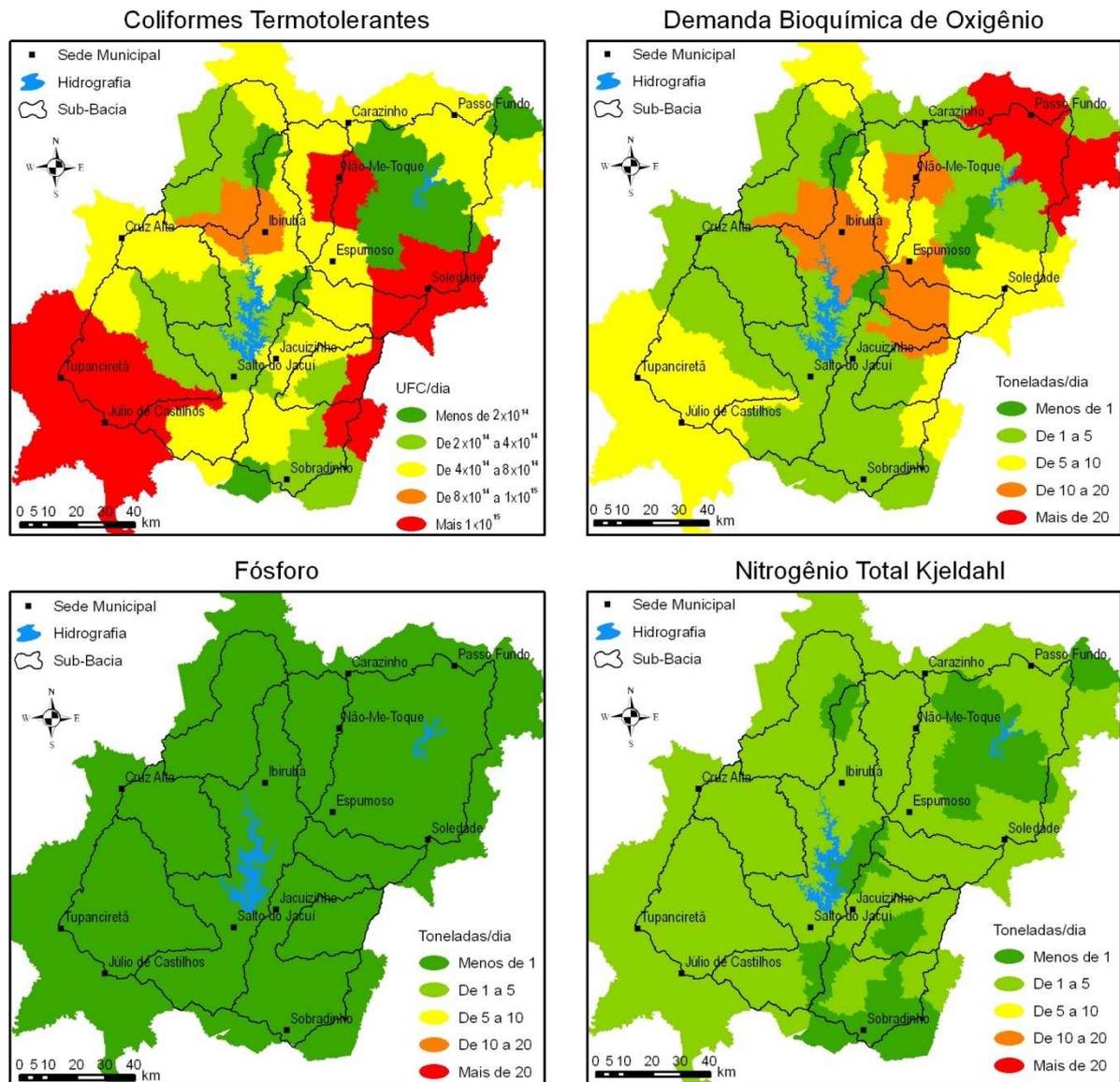


Figura 2.49: Espacialização das cargas poluidoras difusas totais estimadas por município

Através da Figura 2.49 percebe-se que, para as contribuições de Coliformes Termotolerantes e DBO, os maiores valores ocorrem próximo dos municípios de Passo Fundo e Soledade, devido a despejo de esgoto doméstico municipal e de Fontes Poluidoras Licenciadas distribuídas ao longo da Bacia, para o caso da DBO. Outros picos de valores também são observados em outras regiões como próximo aos municípios de Colorado, Ibirubá, Não-Me-Toque, Selbach, Tupanciretã, Júlio de Castilhos e Soledade, principalmente devido a despejos de origem animal em atividades agrossilvipastoris, sendo essas fontes poluidoras responsáveis pelas maiores contribuições. No caso do P e NTK, observa-se menores valores para o primeiro, sendo que as contribuições se distribuem ao longo da Bacia, pois são providas de despejos de origem animal quando da aplicação de dejetos de fertilizantes agrícolas sobre o solo.

Na Figura 2.50 observa-se a distribuição das cargas poluidoras difusas quanto à sua origem, apresentada para os parâmetros DBO, Nitrogênio Total, Fósforo e Coliformes Termotolerantes. Observa-se que as cargas de origem animal apresentam as maiores porcentagem em todos os parâmetros, com mais de 65% da carga do total do parâmetro. Tanto para o Fósforo como para o Nitrogênio, os fertilizantes inorgânicos apresentam uma participação significativa, chegando a 29,5% da carga, no caso do Nitrogênio e 15% para o

Fósforo. O esgoto sanitário representa 15% da carga de Coliformes Termotolerantes na Bacia G050.

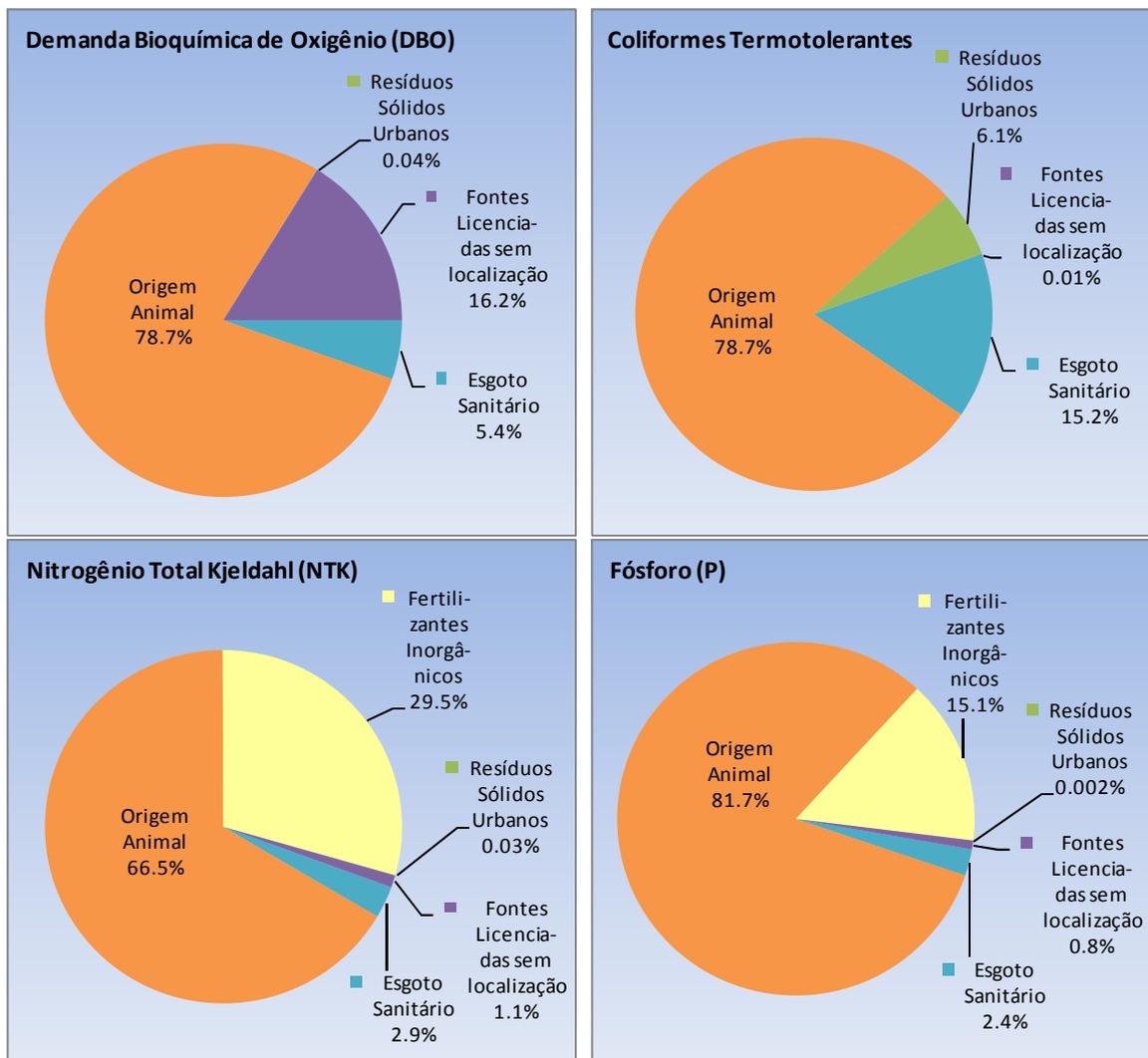


Figura 2.50: Origem das cargas poluidoras de DBO, NTK, P e Coliformes Termotolerantes

2.9.2.2 Ajustes do Modelo de Qualidade da Água

A calibração do modelo foi realizada separadamente para o rio Jacuí e seus tributários, utilizando-se os dados monitorados apresentados no item 2.9.1.1 deste relatório. Para todas as fontes poluidoras elencadas anteriormente foram estimadas as vazões de contribuição e cargas poluidoras potenciais dentro das sub-bacias de drenagem do município para o rio Jacuí e os tributários considerados. Por fim, considerando o somatório das vazões de contribuição e das cargas emitidas, para cada parâmetro considerado (DBO₅, NTK, P e Coliformes Termotolerantes) foram calculadas as concentrações poluidoras através da razão entre a carga total e a vazão total que contribui com cada parâmetro.

Os reservatórios da UHE Passo Real e UHE Ernestina ao longo do Rio Jacuí, as demais UHEs de menor área alagada (Governador Leonel de Moura Brizola - Jacuí, Itaúba – Rio Jacuí e Kotzian – Rio Ivaí) e PCHs (Cotovelo do Jacuí – Rio Jacuí e Colorado – Rio Colorado), para efeitos de modelagem, foram considerados de forma linear, em virtude da inexistência de dados medidos em profundidades representativas de estratificação térmica de ambientes lênticos. Esta limitação se justifica pelo fato de que para monitoramento das regiões alagadas seria necessário o planejamento de uma nova campanha, a qual demandaria a discretização de uma malha superficial de amostragem ao longo do alagado para várias profundidades de interesse.

De maneira geral a calibração do modelo foi satisfatória, com destaque para os parâmetros e cursos d'água com maior número de ponto de monitoramento, como é o caso dos Coliformes Termotolerantes no rio Jacuí.

2.9.2.3 Metodologia de Classificação da Qualidade da Água na Vazão de Referência

A classificação dos dados brutos extraídos do modelo QUAL2KW a fim de se estabelecer uma classe única por parâmetro para cada Unidade de Diagnóstico (UD), se deu inicialmente pela classificação dos dados brutos de cada seção dos rios modelados segundo os limites da Resolução Conama nº357/2005. Então as seções foram agrupadas por UD e utilizando o critério da classe 80% mais frequente nas seções de cada UD obteve-se a classe final da UD, para cada parâmetro. Quando nenhuma classe atingiu 80% de frequência utilizou-se a ferramenta estatística MODA. Na Figura 2.51 pode-se observar uma representação esquemática desta metodologia para a classificação na vazão Q_{90} , na UD-E do rio Colorado.

Metodologia de Classificação da Qualidade da Água
Classificação das UD's na Vazão de Referência
Exemplo: UD E – Rio Colorado

Resultado da Modelagem

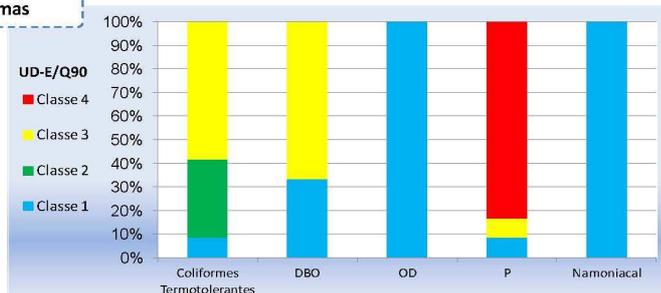
Rio	UD	km	Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Nitrogênio Amoniacoal (mg/L)
Colorado	E	100.2	7.9E+02	1.8	9.3	0.66	0.172
		95.1	2.3E+02	1.8	12.4	0.10	0.006
		85	7.4E+01	1.8	13.7	0.02	0.011
		75	4.3E+02	3.0	12.9	0.21	0.013
		65	1.4E+03	5.3	10.2	0.77	0.009
		55	1.3E+03	6.0	10.4	0.85	0.009
		45	1.2E+03	6.3	10.4	0.87	0.009
		35	1.0E+03	6.5	10.6	0.87	0.009
		25	9.1E+02	6.6	10.9	0.86	0.010
		15	3.4E+03	9.4	11.2	0.86	0.133
		5	2.0E+03	9.1	11.4	0.85	0.119
0	2.0E+03	9.1	11.4	0.85	0.119		

Aplicando os limites da Resolução CONAMA 357/05

Resultados Classificados

Rio	UD	km	Coliformes Termotolerantes	Demanda Bioquímica de Oxigênio	Oxigênio Dissolvido	Fósforo	Nitrogênio Amoniacoal
Colorado	E	100.2	2	1	1	4	1
		95.1	2	1	1	3	1
		85	1	1	1	1	1
		75	2	1	1	4	1
		65	3	3	1	4	1
		55	3	3	1	4	1
		45	3	3	1	4	1
		35	3	3	1	4	1
		25	2	3	1	4	1
		15	3	3	1	4	1
		5	3	3	1	4	1
0	3	3	1	4	1		

Histogramas



Critério: 80% das seções modeladas.
Caso não ocorra utiliza-se a ferramenta estatística MODA

Classificação da UD

Rio	UD	Coliformes Termotolerantes	Demanda Bioquímica de Oxigênio	Oxigênio Dissolvido	Fósforo	Nitrogênio Amoniacoal
Colorado	E	3	3	1	4	1

Figura 2.51: Exemplo de procedimento de classificação adotado para as UD's na vazão de referência

2.9.2.4 Resultado da Avaliação da Qualidade das Águas na Vazão de Referência

No Quadro 2.21 apresenta-se o resultado a classificação da qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, considerada a vazão de referência Q₉₀, para os parâmetros Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Fósforo e Nitrogênio Amoniacoal. A Figura 2.52 apresenta a espacialização dos dados.

Quadro 2.21: Classificação da qualidade das águas na Bacia G050 na vazão de referência Q_{90}

UPG	Rio	UD	Coliformes Termotolerantes	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Oxigênio Dissolvido (OD)	Fósforo (P)	Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃)
UPG Nascente do Jacuí	Jacuí	A	4	4	1	4	1
	Jacuí	B	2	4	1	4	1
	Jacuí	C	4	4	1	3	1
UPG Colorado	Jacuí	D	2	3	1	1	1
	Colorado	E	3	3	1	4	1
	Arroio Butiá	F	4	3	1	3	1
UPG Passo Real	Jacuí-Mirim	G	1	3	1	3	1
	Jacuí-Mirim	H	1	3	1	3	1
	Jacuí	I	1	3	1	3	1
	Ingai	J	3	2	1	4	1
UPG Ivaí	Ivaí	K	1	2	1	1	1
	Ivaí	L	2	4	1	1	1
	Ivaí	M	2	4	1	2	1
	Ivaí	N	2	4	1	1	1
	Jacuí	O	1	2	1	4	1
UPG Jacuizinho	Jacuizinho	P	4	2	1	4	1
	Jacuizinho	Q	4	1	1	4	1
	Caixões	R	2	4	1	4	1

Os parâmetros Oxigênio Dissolvido e Nitrogênio Amoniacal apresentam Classe 1, de acordo com a resolução Conama nº357/2005, para todas as UD's. E o parâmetro DBO apresenta uma classificação ainda pior do que a demonstrada na situação de vazão de referência Q_{85} .

Verifica-se que para o parâmetro Oxigênio Dissolvido a totalidade das UD's apresentam padrões compatíveis com Classe 1, assim como para o Nitrogênio Amoniacal. A condição dos parâmetros Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio (situação atual) expressa a elevada aeração e capacidade de autodepuração de efluentes dos rios da Bacia do Alto Jacuí.

No que se refere ao comportamento da Demanda Bioquímica de Oxigênio, as UD's foram classificadas como Classe 1 e 2, na situação atual, já para a situação de menor disponibilidade de água (Q_{90}), observa-se uma pior qualidade, com a UD's predominantemente classificadas nas Classes 3 e 4. As UD's J, K, O, Q e P mantêm-se com qualidade compatível com as Classes 1 e 2.

O Fósforo, como vem sendo observado em diversas bacias do Estado, apresenta-se em concentrações compatíveis com as classes 3 e 4, em várias UD's, com exceção das UD's D, K, L, M e N, localizadas na UPG Ivaí, que possui o menor percentual de ocupação com agricultura e menor concentração de rebanhos suínos, principais fontes potenciais deste elemento. Destaca-se que o Fósforo, usualmente está associado às fontes poluidoras difusas, desta forma as maiores concentrações deste elemento normalmente ocorrem após períodos de chuvas intensas e não em períodos de estiagem.

Os Coliformes Termotolerantes apresentam padrões compatíveis com as Classes 1 e 2, para a maior parte das UD's, no entanto as UD's A e C, na UPG Nascentes do Jacuí, F, na UPG Colorado e P e Q, na UPG Jacuizinho, apresentam-se em Classe 4. Possivelmente isto se deve à contribuição do esgotamento sanitário sem tratamento dos municípios Passo Fundo, Tio Hugo, Mormaço, Espumoso, Alto Alegre e Soledade e das cargas originadas da

pecuária, principalmente da criação de suínos, que apresentam grande concentração nos municípios de Não-Me-Toque, Colorado, Ibirubá e Selbach.

A redução do aporte de cargas orgânicas oriunda da agricultura e pecuária mostra-se como um dos principais desafios para a bacia, haja vista o caráter difuso das fontes poluidoras, o que requer ações articuladas e de grande abrangência territorial. Assim como a implantação e ampliação dos sistemas de esgotamento sanitários nos municípios da bacia, principalmente nos de maior porte, como Passo Fundo e Soledade.

3 PROGNÓSTICO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

3 PROGNÓSTICO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

O prognóstico dos usos dos recursos hídricos e das cargas poluidoras da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí foi elaborado considerando um horizonte de longo prazo (20 anos) sendo o cenário futuro determinado para 2031.

Para o horizonte de planejamento adotado, foram concebidas alternativas de composição para o cenário futuro de uso consuntivo das águas e das cargas poluidoras, com base nas taxas de crescimento das atividades usuárias de água e geradoras de cargas poluidoras na própria bacia, a partir de levantamentos censitários ou estabelecidos a partir de estudos do desenvolvimento socioeconômico do Estado.

As fontes de dados analisadas para realizar as projeções e formulação do Cenário Tendencial de Crescimento da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, mesmo que para comparação de resultados, foram:

- Censos – IBGE;
- PIB e VAB – FEE;
- Dados de Outorgas – DRH;
- Dados de Licenciamentos – FEPAM;
- Produção da Pecuária Municipal – IBGE;
- Projeções de Consumo de Água – CORSAN;
- Plano Estadual de Recursos Hídricos – SEMA;
- Plano Nacional de Recursos Hídricos – MMA.

3.1 Prognóstico dos Usos da Água

O cálculo da projeção das demandas hídricas foi realizado tendo como base as 23 sub-bacias principais das Unidades de Planejamento e Gestão da Bacia G050, abaixo relacionadas:

- UPG Nascentes do Jacuí: Rio Jacuí e Arroio Espreado;
- UPG Colorado: Rio Jacuí, Rio Colorado, Rio da Glória, Arroio Butiá e Arroio Grande;
- UPG Passo Real: Rio Jacuí, Rio Jacuí-Mirim e Rio Ingaí;
- UPG Jacuizinho: Rio Jacuizinho, Rio dos Caixões e Arroio Lagoão;
- UPG Ivaí: Rio Jacuí e Rio Ivaí.

Em relação às fontes de atendimento das demandas hídricas futuras, se por águas superficiais ou subterrâneas, o cenário futuro foi estabelecido prevendo a manutenção das proporções de utilização pelos setores usuários verificada para a situação atual. As demandas hídricas para a situação de crescimento tendencial foram projetadas em função das taxas de crescimento apresentadas nos últimos anos, para cada um dos tipos de usos consuntivos considerados.

As demandas totais de origem superficial para o horizonte de 2031 estão apresentadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Resumo da demanda hídrica superficial mensal, distribuída por sub-bacias (L/s) - ano 2031

UPG	Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual	
Nascentes do Jacuí	ESPO	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	
	JAC270	1017	292	209	209	209	209	209	209	209	209	209	522	1129	386
	JAC242	167	96	88	88	88	88	88	88	88	88	88	119	178	105
	JAC189	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
Colorado	GLR0	365	224	208	208	208	208	208	208	208	208	208	269	386	242
	COLO	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263	263
	GRD0	874	252	181	181	181	181	181	181	181	181	181	449	970	333

UPG	Sub-bacia	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média Anual
	BUT0	150	36	23	23	23	23	23	23	23	23	72	168	51
	JAC141	311	120	98	98	98	98	98	98	98	98	180	340	145
	JAC122	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Passo Real	JAM0	9597	1041	66	66	66	66	66	66	66	66	3752	10918	2153
	ING0	7461	938	194	194	194	194	194	194	194	194	3005	8468	1785
	JAC77	2440	431	202	202	202	202	202	202	202	202	1068	2750	692
Ivaí	IVA0	7569	844	77	77	77	77	77	77	77	77	2975	8607	1718
	JAC68	254	29	4	4	4	4	4	4	4	4	101	288	59
	JAC41	913	107	15	15	15	15	15	15	15	15	363	1038	212
	JAC19	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	JAC0	331	41	8	8	8	8	8	8	8	8	133	376	79
Jacuizinho	CAI0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	LAG0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	JAZ85	623	83	22	22	22	22	22	22	22	22	254	706	153
	JAZ41	503	59	8	8	8	8	8	8	8	8	199	571	116
	JAZ0	3221	380	56	56	56	56	56	56	56	56	1280	3660	749
Total		36311	5488	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	1975	15254	41069	9494

Na Figura 3.1 abaixo, pode-se observar que a atividade que mais demanda água de origem superficial na bacia é a irrigação, com 81,6% do total captado, seguida da criação e dessedentação animal com 13% da demanda.

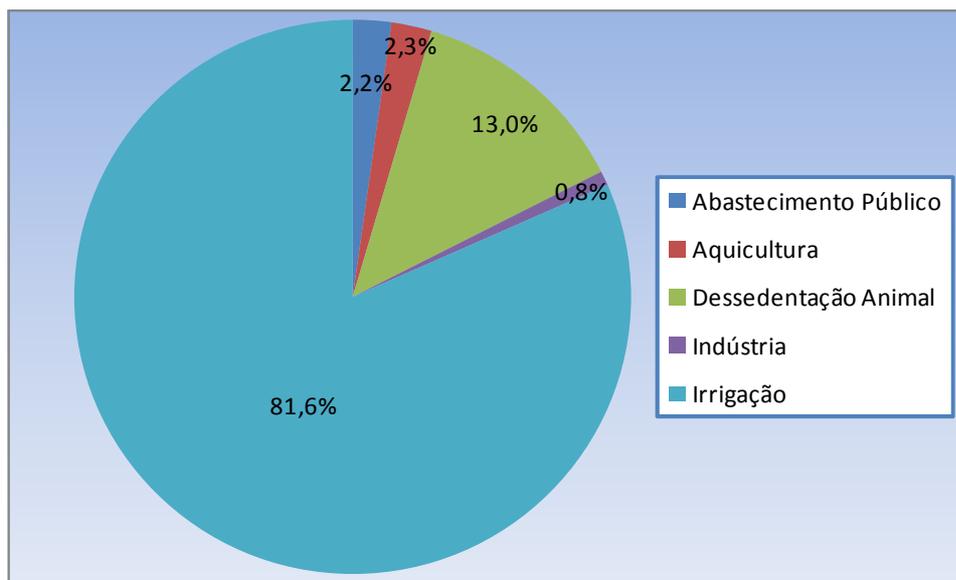


Figura 3.1: Resumo da projeção da demanda hídrica superficial para 2031, por setor usuário

A projeção para o ano de 2031 das demandas atendidas a partir de águas subterrâneas da região em estudo está apresentada no Quadro 3.2 e na Figura 3.2. A demanda refere-se às atividades de abastecimento da população e uso industrial.

Quadro 3.2: Resumo da projeção das demandas subterrâneas para 2031, por sub-bacia (L/s) - ano 2031

UPG	Sub-bacia	Abastecimento Público (L/s)	Indústria (L/s)	Total (L/s)
Nascentes do Jacuí	ESP0	19,2	0,0	19,2
	JAC270	6,4	83,8	90,1
	JAC242	14,9	0,0	14,9
	JAC189	35,2	0,0	35,2
Colorado	GLR0	45,1	6,0	51,1
	COL0	64,7	34,6	99,3
	GRD0	63,8	3,1	66,9
	BUT0	9,2	0,0	9,2

UPG	Sub-bacia	Abastecimento Público (L/s)	Indústria (L/s)	Total (L/s)
	JAC141	32,1	0,0	32,1
	JAC122	3,4	0,0	3,4
Passo Real	JAM0	24,5	0,0	24,5
	ING0	43,3	0,4	43,8
	JAC77	23,3	0,0	23,3
Ivaí	IVA0	83,5	0,0	83,5
	JAC68	3,4	0,0	3,4
	JAC41	13,5	0,0	13,5
	JAC19	7,1	0,0	7,1
	JAC0	12,0	0,0	12,0
Jacuizinho	CAI0	20,5	0,0	20,5
	LAG0	12,8	0,0	12,8
	JAZ85	8,2	0,0	8,2
	JAZ41	7,0	0,0	7,0
	JAZ0	79,8	0,0	79,8
Total		633,0	127,8	760,8

Na Figura 3.2 pode-se observar que a atividade que mais demanda água de origem subterrânea na bacia é o abastecimento público para o cenário futuro, com 83,2% do total, quando na situação atual era de 91%.

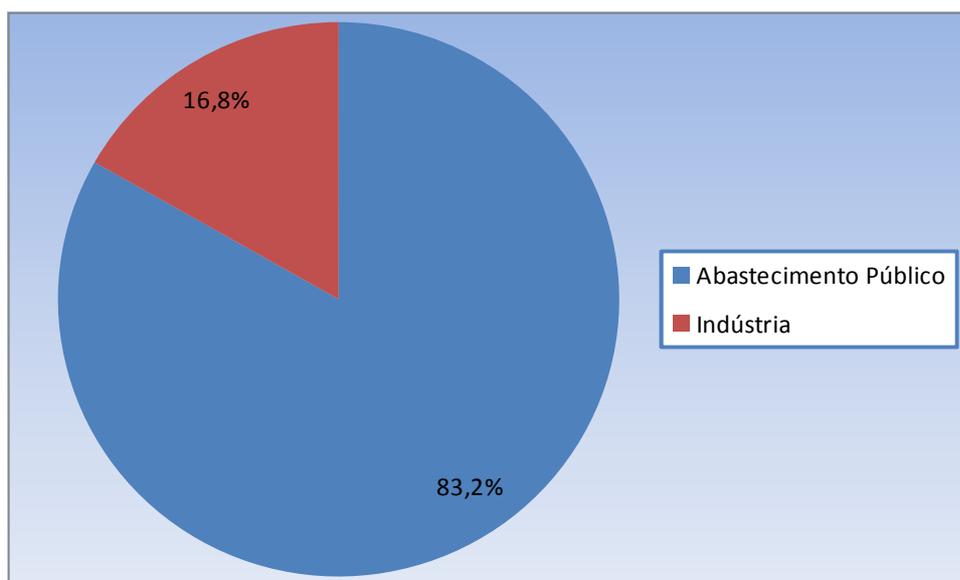


Figura 3.2: Resumo de demandas subterrâneas anuais, por setor usuário (L/s) - ano 2031

3.2 Balanço Hídrico no Horizonte de Longo Prazo – ano 2031

O balanço hídrico entre as demandas projetadas para o ano de 2031 do cenário tendencial e a disponibilidade hídrica das sub-bacias, executado a partir da identificação e quantificação das disponibilidades e dos usos projetados para o futuro, está descrito em sequência. O objetivo do balanço hídrico realizado foi avaliar o suprimento às demandas futuras projetadas e estimadas no estudo, buscando identificar eventuais cenários onde a demanda ultrapasse a disponibilidade de recursos hídricos na bacia.

A metodologia empregada para o cálculo do balanço hídrico do cenário tendencial é a mesma utilizada para realizar o balanço hídrico da situação atual, sendo esta descrita a seguir. Foi utilizado um índice de comprometimento, que é a razão entre as vazões de referência, Q_{med} , Q_{90} e Q_{95} e a demanda futura de cada sub-bacia, estimada em três situações: demanda média anual; demanda em um mês sem irrigação; e demanda no mês de pico (mês de dezembro).

O cálculo do percentual de comprometimento das vazões de referência pelas demandas na bacia se dá através da razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e as vazões de referência no ponto de controle analisado. Do ponto de vista espacial, a unidade básica considerada foram as principais sub-bacias da Bacia G050, resultando em 23 sub-bacias.

Na análise dos resultados obtidos para as vazões de referência Q_{90} e Q_{95} , apresentados a seguir, adotou-se as faixas de classificação do índice de comprometimento, adaptadas do Plano Nacional de Recursos Hídricos (ANA, 2005) ⁵.

3.2.1 Balço Hídrico para a Demanda Média Anual

Nas figuras a seguir se pode observar a porcentagem das vazões de referência comprometidas para atendimento da demanda média anual projetada para o ano de 2031, no cenário tendencial.

A Figura 3.3, Figura 3.4 e Figura 3.5 apresenta o comprometimento da disponibilidade nas situações de vazão média, Q_{90} e Q_{95} , respectivamente, e demanda média anual para o horizonte do cenário tendencial, para as sub-bacias incrementais dos pontos de controle.

Na Figura 3.3 pode-se observar que a maior parte da bacia tem percentual de comprometimento da disponibilidade hídrica inferior a 5% para a situação de crescimento tendencial (2031). A área com maior comprometimento, devido às altas demandas para irrigação e às baixas vazões, está localizada a montante dos pontos de controle ING0 e JAM0, onde o percentual comprometido é de 6,64% e 5,59%, respectivamente.

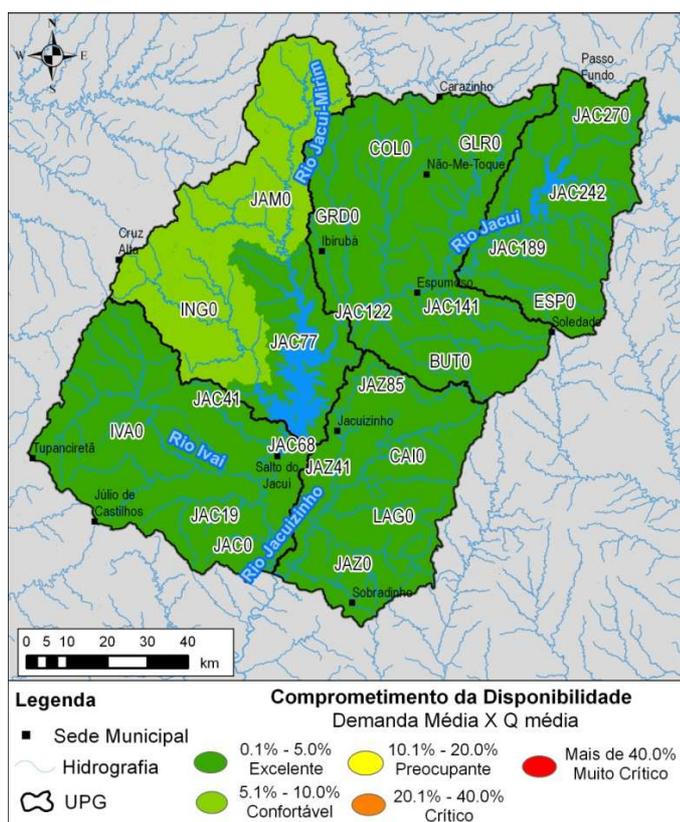


Figura 3.3: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média e demanda média anual para a situação de crescimento tendencial - ano de 2031

⁵ ANA. Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. Caderno de Recursos Hídricos. Brasília. 2005.

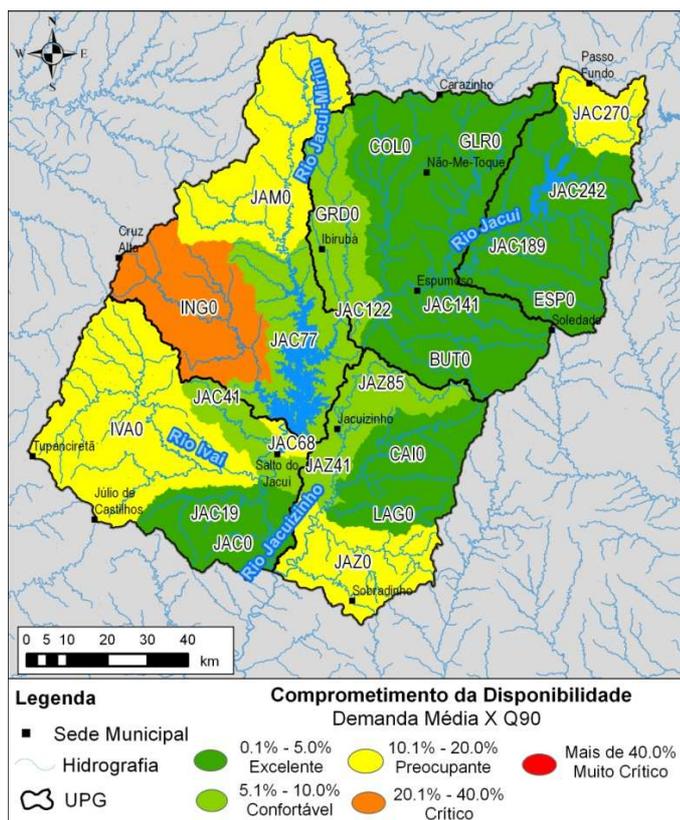


Figura 3.4: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{90} e demanda média anual para situação de crescimento tendencial - ano de 2031

A vazão de permanência de 90% do tempo apresenta comprometimento inferior a 5% na maioria das sub-bacias, para a situação de demanda média anual do cenário tendencial, como pode ser visto na Figura 3.4. Em seis sub-bacias de controle esse valor é superior a 10%, sendo elas as integrantes ou a totalidade dos rios Jacuí, Ivaí, Ingaí, Jacuí Mirim e Jacuizinho. As sub-bacias incrementais com maior comprometimento neste cenário (2031) referem-se aos pontos de controle ING0 e JAM0, com 20,24% e 17,72%, respectivamente.

Na Figura 3.5 onde a demanda média anual é comparada à vazão de permanência em 95% do tempo, pode-se observar que, na maior parte da bacia, o percentual de comprometimento da disponibilidade ainda é de até 5%. Em 8 sub-bacias incrementais o comprometimento da disponibilidade é superior a 10%, sendo que os maiores percentuais de comprometimento estão nas sub-bacias incrementais dos pontos de controle ING0, JAM0, JAC270 e JAZ0, com 24,80%, 21,97%, 16,64% e 16,47%, respectivamente, da disponibilidade comprometida, situação considerada preocupante, tomando-se por base as faixas de classificação deste índice adotadas, descritas no início deste capítulo.

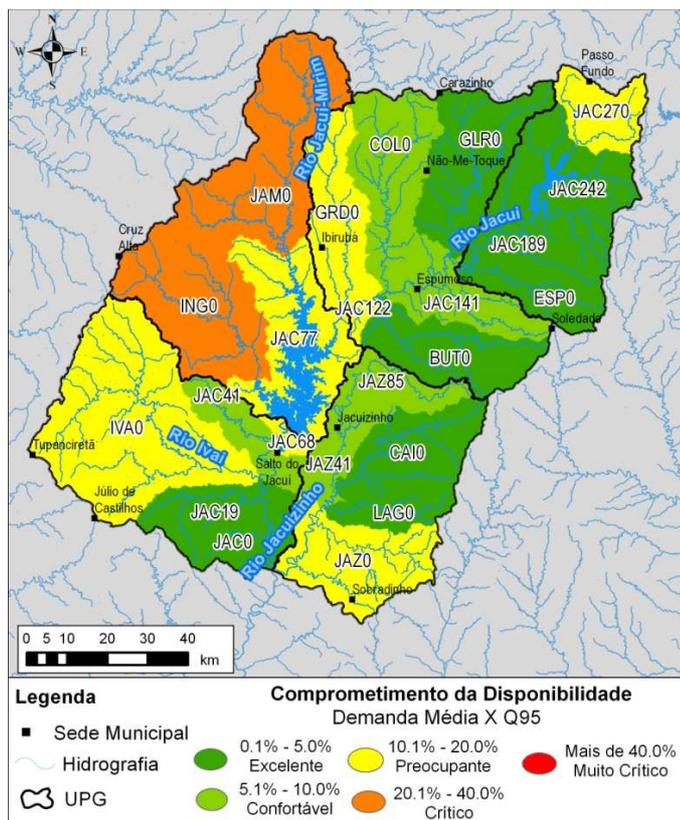


Figura 3.5: Comprometimento da disponibilidade na situação de Q_{95} e demanda média anual para a situação de crescimento tendencial - ano de 2031

3.2.2 Balanço Hídrico para a Demanda nos Meses sem Irrigação

No cenário apresentado nas figuras abaixo se apresenta o balanço hídrico, considerando a demanda mensal no período sem irrigação, de março a outubro, projetadas para o ano de 2031.

O comprometimento da disponibilidade hídrica nos meses sem irrigação nas situações de vazão média, Q_{90} e Q_{95} , para a situação de crescimento tendencial está ilustrado nas figuras a seguir (Figura 3.6, Figura 3.7 e Figura 3.8), respectivamente, considerando a demanda calculada para os meses sem irrigação, de março a outubro, nas sub-bacias incrementais dos pontos de controle.

Avaliando a disponibilidade hídrica pela vazão média e demanda dos meses sem irrigação, pode-se observar na Figura 3.6 que o percentual comprometido é inferior a 1% em praticamente toda a Bacia do Alto Jacuí, considerado excelente para toda a Bacia.

A sub-bacia incremental do ponto de controle JAC270 e JAC122 apresentam um percentual com 6,95% e 8,23% para a situação de crescimento tendencial, como pode ser observado na Figura 3.7, representando também um aumento superior a 100%. O restante da bacia apresenta comprometimento de disponibilidade inferior a 5%.

esta situação, com um índice de comprometimento de 62,67%, 58,47% e 51,50%, respectivamente.

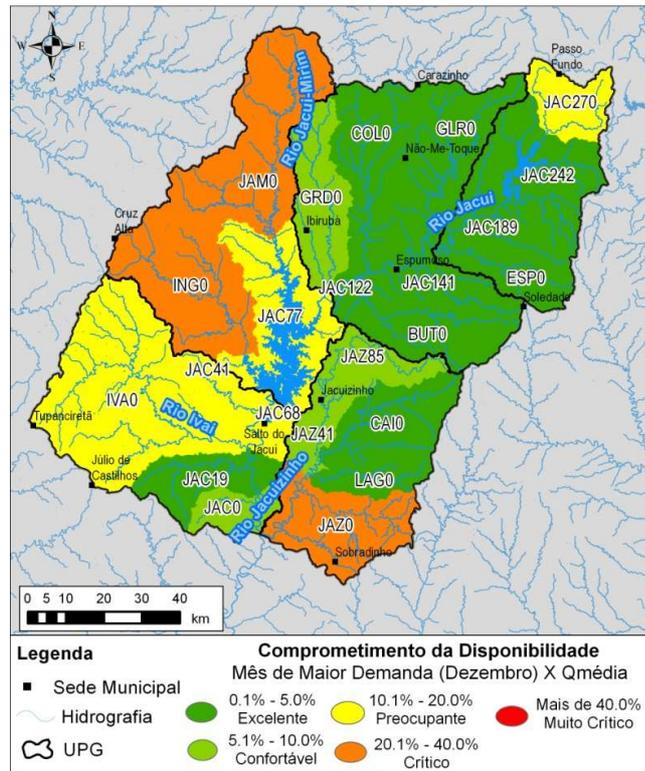


Figura 3.9: Comprometimento da disponibilidade na situação de vazão média e demanda no mês de pico (dezembro) para a situação de crescimento tendencial - ano 2031

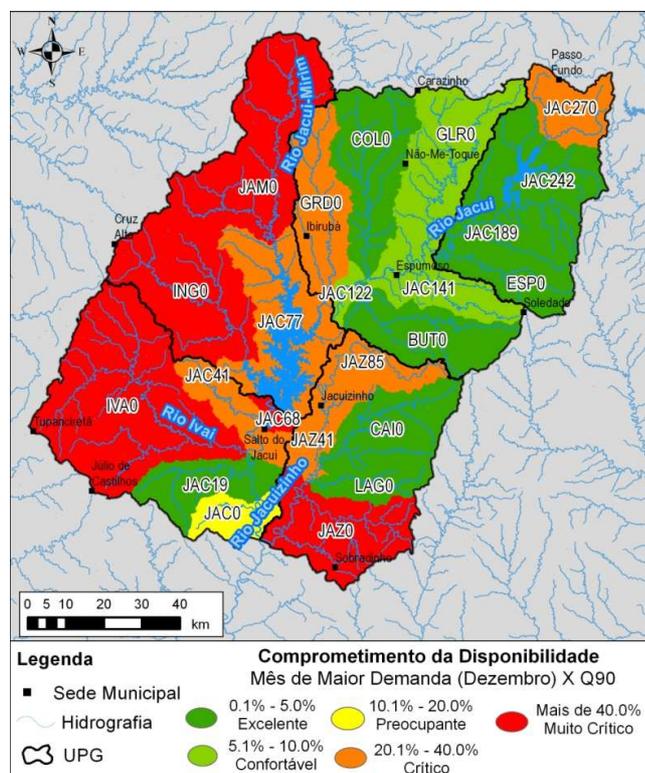


Figura 3.10: Comprometimento da disponibilidade hídrica na situação de Q₉₀ e demanda no mês de pico (dezembro) para a situação de crescimento tendencial - ano 2031

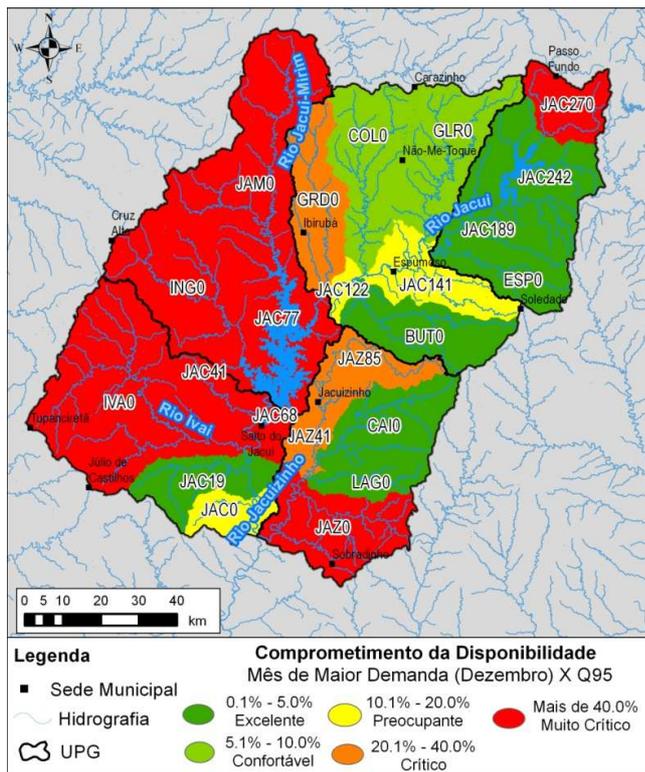


Figura 3.11: Comprometimento da disponibilidade hídrica na situação de Q_{95} e demanda no mês de pico (dezembro) para a situação de crescimento tendencial - ano 2031

Ao observar a Figura 3.11 verifica-se que na situação de vazão de permanência em 95% do tempo e demanda de pico, embora o cenário seja mais desfavorável, 9 sub-bacias ainda tem comprometimento inferior a 10%, situação considerada confortável.

Em 6 sub-bacias incrementais dos rios Jacuí, Ivaí e Jacuizinho, o comprometimento da Q_{95} é superior a 40%, sendo consideradas em situação muito críticas, porém sem ocorrência de falhas no suprimento hídrico. Já nas sub-bacias do rio Ingaí (ING0) e Jacuí Mirim (JAM0) o percentual da disponibilidade comprometido ultrapassa os 100%, indicando que nesta condição haverá falhas de abastecimento nas mesmas.

3.2.4 Avaliação Acumulada do Balanço Quantitativo

Os mapas das figuras anteriores contemplam o balanço na forma incremental por sub-bacia, sendo que em cada sub-bacia comparou-se a demanda e a disponibilidade por ela gerada. Porém a avaliação acumulada representa toda a sub-bacia de montante, assim possibilita que algumas demandas das sub-bacias de jusante sejam atendidas pela disponibilidade de sub-bacias de montante.

Na análise dos dados das sub-bacias do Alto Jacuí observa-se que as principais demandas estão localizadas nas cabeceiras dos principais cursos d'água. No mês com maior demanda (ilustrado na Figura 3.12) observa-se que a situação altera-se nas sub-bacias do trecho médio e inferior dos rios Jacuí e Jacuizinho, devido ao balanço positivo nas bacias a montante.

Nesta avaliação, verifica-se o reflexo no comprometimento da disponibilidade para as sub-bacias como um todo, considerando as demandas nos trechos de montante das sub-bacias. O quadro a seguir sintetiza os percentuais de comprometimento da disponibilidade hídrica para as diferentes vazões de permanência analisadas, consideradas a demanda média anual e para o mês de pico (dezembro).

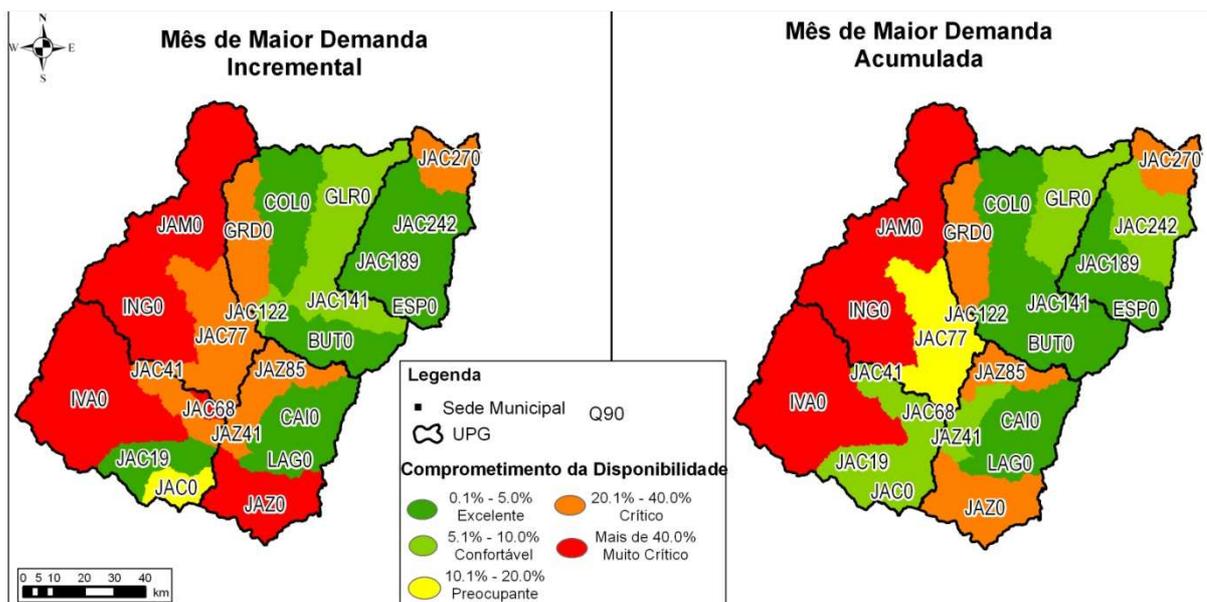


Figura 3.12: Comprometimento da disponibilidade, considerando as demandas para o mês de dezembro, avaliado de forma incremental e acumulada para a situação de crescimento tendencial - ano 2031

Quadro 3.3: Percentual de comprometimento da disponibilidade hídrica para vazões de referência

Sub-bacia	% de Comprometimento da Disponibilidade					
	Demanda Média Anual			Demanda mês pico (dezembro)		
	Q _{med}	Q ₉₀	Q ₉₅	Q _{med}	Q ₉₀	Q ₉₅
ESPO	1,0%	3,1%	4,2%	1,0%	3,1%	4,2%
JAC270	4,2%	12,8%	16,6%	12,3%	37,5%	48,6%
JAC242	1,8%	5,5%	7,0%	2,0%	6,3%	8,0%
JAC189	1,3%	4,1%	5,3%	1,3%	4,1%	5,3%
GLRO	1,1%	3,3%	4,2%	1,7%	5,3%	6,7%
COLO	1,2%	4,0%	5,4%	1,2%	4,0%	5,4%
GRDO	2,3%	7,9%	10,9%	6,8%	23,0%	31,7%
BUTO	0,3%	1,0%	1,4%	1,1%	3,5%	4,6%
JAC141	1,1%	3,2%	4,2%	1,2%	3,7%	4,8%
JAC122	1,3%	3,8%	4,9%	1,3%	3,8%	4,9%
JAM0	6,0%	17,7%	22,0%	30,4%	89,9%	111,4%
ING0	6,6%	20,2%	24,8%	31,5%	96,0%	117,6%
JAC77	2,9%	8,3%	10,5%	3,8%	11,0%	13,9%
IVA0	4,0%	11,7%	13,7%	19,9%	58,5%	68,8%
JAC68	2,9%	8,3%	10,5%	3,0%	8,6%	10,9%
JAC41	2,8%	8,2%	10,4%	3,2%	9,3%	11,7%
JAC19	2,9%	8,4%	10,4%	2,9%	8,4%	10,4%
JAC0	2,9%	8,2%	10,2%	3,0%	8,5%	10,6%
CAIO	0,2%	0,6%	0,8%	0,2%	0,6%	0,8%
LAG0	0,2%	0,7%	0,9%	0,2%	0,7%	0,9%
JAZ85	1,9%	6,0%	7,7%	8,7%	27,7%	35,6%
JAZ41	0,9%	2,6%	3,3%	2,1%	6,4%	8,1%
JAZ0	2,0%	5,9%	7,5%	7,3%	22,1%	27,9%

Observam-se os maiores valores de comprometimento da disponibilidade nas bacias dos rios Jacuí-Mirim e Ingaí devido à irrigação por intermédio de sistemas de pivô central. Os eventos críticos em períodos de estiagem para a irrigação é amenizada devido ao fato da instalação de pequenos açudes pelos próprios agricultores que implantaram a irrigação.