

Andréia Mombach

Acadêmica em Engenharia Ambiental e Sanitária (UFFS)

Catiéli Lima de Souza

Acadêmica em Engenharia Ambiental e Sanitária (UFFS)

Ingrid de Camargo Soffner

Acadêmica em Engenharia Ambiental e Sanitária (UFFS)

Alcione Aparecida de Almeida Alves

Doutora em Engenharia Ambiental (UFFS)

RESUMO

O presente estudo realizou a aplicação do modelo QUAL-2E para a determinação da assimilativa do rio Ijuí na extensão correspondente ao Município de Panambi. A simulação da capacidade de autodepuração do corpo hídrico Classe 1 considerou o preconizado na Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), bem como, um percurso de 70,50 km e quatro Cenários distintos de carga poluidora. Na simulação foram analisados os parâmetros de Oxigênio dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total e suas frações (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato), Fósforo Total e suas frações (orgânico e inorgânico), Coliformes Termotolerantes ou E. coli., Amônia Livre, Coliformes, Vazão (Q) ao longo do rio. Como resultado da simulação, no Cenário 1, pode-se verificar que todos os parâmetros estavam de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 1, atestando capacidade teórica de autodepuração para a carga poluidora aplicada. Para os Cenários 2, 3 e 4 todos os parâmetros se mantiveram de acordo com a referida resolução, exceto a DBO que apresentou o valor máximo permitido (VMP) de acordo com a Classe 1 em 90,2%, 59,3% e 42,1% da extensão do corpo hídrico, respectivamente. Portanto, percebe-se que a extensão do Rio Ijuí em Panambi/RS possui teoricamente capacidade de autodepuração para a carga poluidora aplicada para o Cenário 1, devendo aos demais cenários, maior atenção em relação aos despejos de efluentes sem adequado tratamento.

Palavras-chave: controle de poluição das águas; autodepuração; águas superficiais.

INTRODUÇÃO

Nas dimensões e contexto sobre recursos hídricos os desdobramentos de degradação, de qualidade e de controle de poluição hídrica pode ser utilizado o modelo QUAL-2E como uma forma de avaliação passível de definição da capacidade assimilativa das águas superficiais no

tocante ao despejo de efluentes considerando ainda os VMP's estabelecidos pela legislação vigente, ou seja, a Resolução nº 357/2055 do CONAMA (BRASIL, 2005).

O modelo matemático de qualidade da água pioneiro é o modelo de Streeter-Phelps, com o objetivo de avaliar o comportamento do oxigênio dissolvido. A partir desse modelo, vários outros modelos com características melhoradas foram criados, como por exemplo o modelo QUAL-2E. Streeter-Phelp aborda apenas dois pontos significativos, o consumo de oxigênio pela oxidação da matéria orgânica e a produção de oxigênio pela reaeração atmosférica. Até hoje esses meios de simulações são muito utilizados (FLECK et al., 2013; PEREIRA et al., 2019,).

De acordo com FLECK et al. (2013), a modelagem matemática se torna uma importante ferramenta de apoio aos gestores públicos no processo de gerenciamento dos recursos hídricos, possibilitando atender aos objetivos propostos pela Política Nacional dos Recursos Hídricos em todas as suas esferas.

O conhecimento estruturado em modelagens matemáticas, assim como características e estudo dos estados dos mananciais, assolado ou não, tem extrema importância no que tange a contribuição para discussão de estratégias e da compreensão do quadro de evolução dos fenômenos no que diz respeito aos mananciais em questão, além de que os meios computacionais trazem a geração de cenários, de forma rápida por meio de processamento e no suprimento de informações próprias de um dado rio (CUNHA, 2016).

Nesse sentido, o presente estudo avaliou preliminarmente a capacidade assimilativa do Rio Ijuí em sua extensão no município de Panambi – Rio Grande do Sul, por meio da aplicação do Modelo QUAL-2E onde o mesmo é uma ferramenta simples e rápida, desenvolvida em planilhas no software Excel. O QUAL-2E permite a modelagem dos seguintes parâmetros ao longo do rio: Oxigênio dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Total e suas frações (orgânico (N-org.), amoniacal (N-amon.), nitrito (N-nitrito) e nitrato (N-nitrato)), Fósforo Total e suas frações (orgânico (P-org.) e inorgânico (P-inorg.)), Coliformes Termotolerantes (E. coli.).

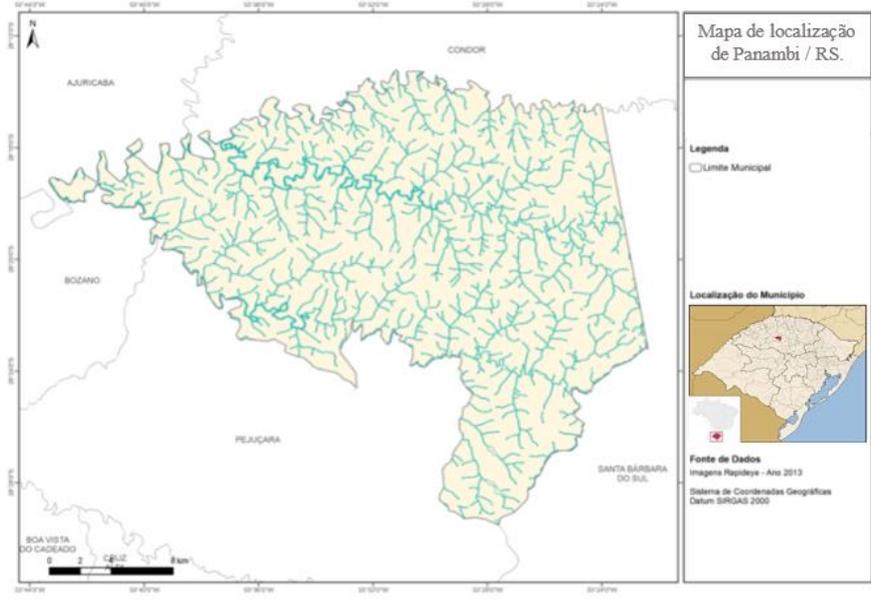
Materiais e métodos

Área de estudo

A área de estudo foi correspondente a extensão do Rio Ijuí no município de Panambi, no estado do Rio Grande do Sul (RS) (Figura 1). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a área territorial de Panambi corresponde a 491.570 km², com população estimada em 44.583 habitantes em 2021 e densidade demográfica de 77.53 hab. km⁻² em 2010. A classe do corpo hídrico estudado considerada para a extensão

em estudo foi Classe I, considerando ainda o preconizado na Resolução do CONAMA nº 357/2005.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Panambi/RS



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

Modelo QUAL-2E

Para a simulação realizada utilizou-se o Modelo Qual-2E, formulado/adaptado pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, sendo uma ferramenta de simulação de curso d'água em sentido unidirecional, com boa mistura dos compostos e fluxo constante. Para o cálculo do presente estudo, utilizou-se às constantes com valores teóricos descritos no Quadro 1, conforme Von Sperling (2005), por informações gerais teóricas do corpo hídrico (Quadro 2), por vazões incrementais (Quadro 3) e por fonte de poluição pontual por lançamento de esgotos (Quadro 4).

Quadro 1- Valores das constantes

Coefficiente (unidade)	Sigla	Valor
Coeficiente de reaeração m	K ₂ m	22,45
Coeficiente de reaeração n (d ⁻¹)	K ₂ n	0,82
Valor máximo aceito para o coeficiente de reaeração (d ⁻¹)	K ₂	10,00
Coeficiente de desoxigenação	K ₁	0,4
Coeficiente de decomposição	K _d	0,7
Coeficiente de sedimentação	K _s	0,2
Coeficiente de sedimentação do Nitrogênio Orgânico (Norg) (d ⁻¹)	K _{so}	0,05
Coeficiente de conversão Norg para Nitrogênio Amoniacal (Namon) (d ⁻¹)	K _{oa}	0,20
Coeficiente de conversão Namon a Nitrito (Nnitrito) (d ⁻¹)	H _{an}	0,20
Coeficiente de conversão Nitrito a Nitrato (Nnitrato) (d ⁻¹)	K _{nn}	0,75
O ₂ equivalente da conversão Namon-Nnitrito (mgO ₂ /mgNamon oxid)	O ₂ Namon	3,30
O ₂ equivalente da conversão Nnitrito-Nitrato (mgO ₂ /mgNnitrito oxid)	O ₂ Nnitri	1,10
Coeficiente de inibição da nitrificação por baixo OD	knitr	0,60
pH	-	7,0
Coeficiente de sedimentação do Fósforo Orgânico (d ⁻¹)	(K _{spo})	0,02
Coeficiente de conversão do Fósforo orgânico à inorgânico (d ⁻¹)	K _{oi}	0,27
Coeficiente de decaimento de coliformes (d ⁻¹)	K _b	1,00

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005)

Quadro 2 - Características gerais do corpo hídrico

Parâmetro (unidade)	Valor	Parâmetro (unidade)	Valor
Distância do trecho (Km)	70,53	Temperatura (°C)	22,0
Altitude (m)	0,456	N-org (mg L ⁻¹)	1,0
Q (m ³ s ⁻¹)	0,583	N-amon (mg L ⁻¹)	1,0
OD (mg L ⁻¹)	7,0	N-nitrito (mg L ⁻¹)	0,005
DBO (mg L ⁻¹)	2,0	N-nitrato (mg L ⁻¹)	0,01
P-org (mg L ⁻¹)	0,01	Coliformes	10 NMP 100 mL ⁻¹
P-inorg (mg L ⁻¹)	0,01		

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

Quadro 3 - Vazões incrementais do rio para as quatro simulações

Parâmetro (unidade)	Valor	Parâmetro (unidade)	Valor
Q (m ³ s ⁻¹)	0,001	N-org (mg L ⁻¹)	1,0
OD (mg L ⁻¹)	5,0	N-amon (mg L ⁻¹)	1,0
DBO (mg L ⁻¹)	1,0	N-nitrito (mg L ⁻¹)	0,0
P-org (mg L ⁻¹)	0,01	N-nitrato (mg L ⁻¹)	0,0
P-inorg (mg L ⁻¹)	0,01	Coliformes	10 NMP 100 mL ⁻¹

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

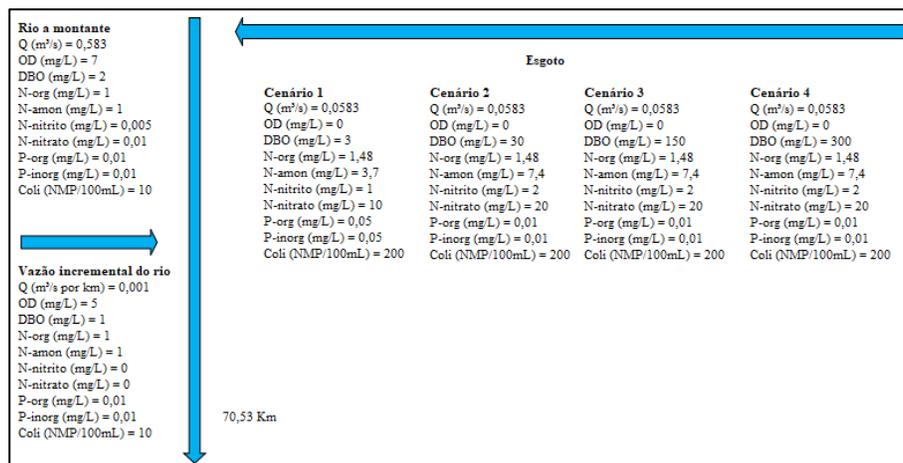
Quadro 4 - Fonte de poluição pontual por lançamento de esgoto

Parâmetro (unidade)	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Q (m ³ s ⁻¹)	0,0583	0,0583	0,0583	0,0583
OD (mg L ⁻¹)	0	0	0	0
DBO (mg L ⁻¹)	3	30	150	300
N-org (mg L ⁻¹)	1,48	1,48	1,48	1,48
N-amon (mg L ⁻¹)	3,7	7,4	7,4	7,4
N-nitrito (mg L ⁻¹)	1	2	2	2
N-nitrato (mg L ⁻¹)	10	20	20	20
P-org (mg L ⁻¹)	0,05	0,01	0,01	0,01
P-inorg (mg L ⁻¹)	0,05	0,01	0,01	0,01
Coliformes	200	200	200	200

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

Diagrama unifilar

Figura 2 - Diagrama unifilar para a simulação dos Cenários 1, 2, 3 e 4



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Para os parâmetros apresentados nos Cenários 1, 2, 3 e 4 os valores estão de acordo com Resolução nº 357/2005 do CONAMA, corpo hídrico de Classe 1. Exceto para:

- Cenário 1: na vazão incremental com valor de OD inferior a 6 mg L⁻¹.

- Cenário 2: na vazão incremental com valor de OD inferior a 6 mg L⁻¹. Nos parâmetros da fonte de poluição pontual por lançamento de esgotos, a DBO superior a 3 mg L⁻¹ O₂; N-amon superior a 3,7 mg L⁻¹; N-nitrito superior a 1,0 mg L⁻¹ e N-nitrato superior a 10 mg L⁻¹.

- Cenário 3: na vazão incremental com valor de OD inferior a 6 mg L⁻¹. Nos parâmetros da fonte de poluição pontual por lançamento de esgotos, a DBO superior a 3 mg L⁻¹ O₂; N-amon superior a 3,7 mg L⁻¹; N-nitrito superior a 1,0 mg L⁻¹ e N-nitrato superior a 10 mg L⁻¹.

- Cenário 4: na vazão incremental com valor de OD inferior a 6 mg L⁻¹. Nos parâmetros da fonte de poluição pontual por lançamento de esgotos, a DBO superior a 3 mg L⁻¹ O₂; N-amon superior a 3,7 mg L⁻¹; N-nitrito superior a 1,0 mg L⁻¹ e N-nitrato superior a 10 mg L⁻¹.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Simulação da capacidade de autodepuração

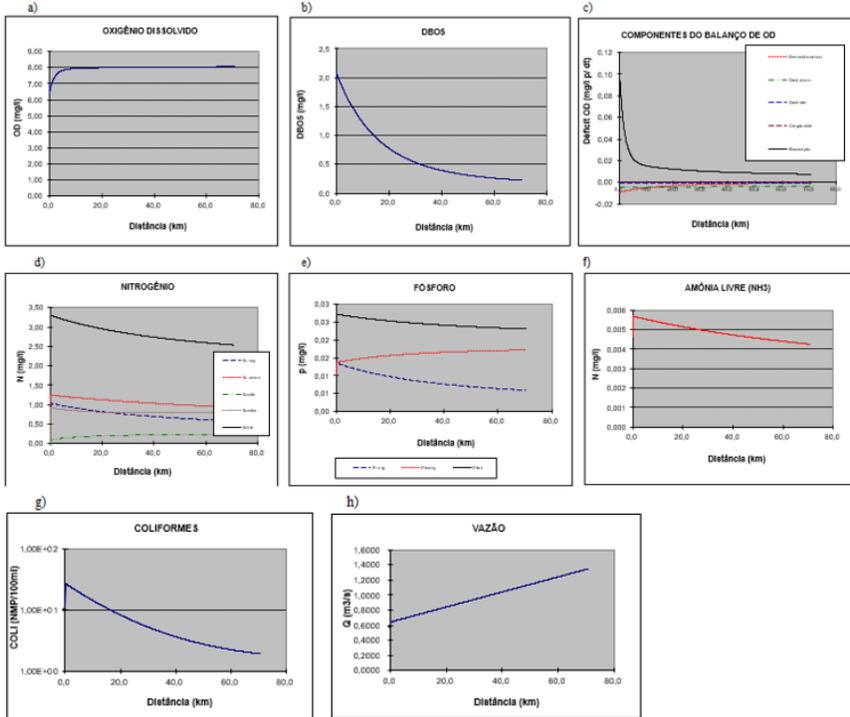
As simulações de capacidade de autodepuração consideraram os quatro cenários de atribuição de carga poluidora e vazões incrementais.

Cenário 1

Considerando os valores teóricos aplicados ao Cenário 1, pode-se identificar que todos os parâmetros estipulados estão de acordo com a resolução vigente na extensão analisada, mostrando assim que os perfis se encontram 100% adequados. Os parâmetros estipulados e atendidos foram: OD, DBO, N-amon, N-nitrito, N-nitrato, Fósforo Total e Coliformes.

Para o Cenário 1 apresenta-se o gráfico dos perfis de concentração ao longo do percurso do corpo hídrico (Gráfico 1), começando primeiramente pelo OD, expresso no Gráfico 1 (a). Ao verificar a concentração de oxigênio no Cenário 1, pode-se identificar uma concentração acima da mínima estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005, para a Classe 1, que é de 6 mg L⁻¹. A concentração medida no ponto zero foi de aproximadamente 6,5 mg L⁻¹ e no ponto de 70,5 km foi de aproximadamente 8,06 mg L⁻¹, estando condizente com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Altas concentrações de OD podem estar relacionadas com a turbulência das dinâmicas hidrológicas e as interações da água superficial com a atmosfera. Esta maior interação da água com a atmosfera é típica de períodos chuvosos, no entanto no presente estudo não foi verificado o índice pluviométrico desta bacia hidrográfica (PEREIRA et al., 2010).

Gráfico 1 - Gráficos dos perfis de concentração ao longo do corpo hídrico



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

Para o Cenário 1 apresenta-se a DBO, a qual precisa estar até 3 mg L-1 para estar de acordo com a Classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005, através do Gráfico 1 (b), observa-se que durante os trechos analisados do referido corpo hídrico, os valores de DBO se mantiveram entre 2,1 mg L-1 e 0,2 mg L-1 em 70,5 km de extensão do corpo hídrico estando, portanto, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

O déficit de OD é muito baixo, observa-se que durante os trechos analisados do referido corpo hídrico, os valores de Oxid amon, Oxid nitri e Cargas distribuídas, estão abaixo de 0,00 mg L-1 e a Demanda carbônica vai estar em déficit no início do trajeto chegando ao equilíbrio ao final, porém a reaeração também se apresenta baixa (de 0,09 mg L-1 para 0,02 mg L-1 ao final da extensão do corpo hídrico) segundo o Gráfico 1 (c). A presente simulação prevê um aumento de vazão (Gráfico 1 (h)) o que contribui para o aumento do OD, porém cabe destacar que não foram considerados dados pluviométricos no estudo.

Para os parâmetros do Nitrogênio (N-org, N-amon, N-nitri, N-nitra e N-tot) presentes do Gráfico 1 (d), observa-se seus valores menores de 3,7 mg L-1 como estipula a Resolução CONAMA nº 357/2005 para a Classe 1, quando o pH está inferior a 7,5 corroborando o pH do estudo que é de 7,0. As maiores concentrações de Nitrogênio (em suas várias formas) localizam-

se próximas ao início da extensão do corpo hídrico em estudo, apresentando subsequente queda ao longo do percurso.

Considerando o parâmetro P (Gráfico 1 (e)), percebe-se que o P orgânico e o Fósforo Total diminuíram suas concentrações, podendo ser considerado pela ausência de demais lançamentos de efluentes na modelagem teórica.

Em relação à amônia livre, o Gráfico 1 (f) mostra um crescimento da amônia ainda no ponto zero e à medida que a extensão do rio aumenta a concentração de amônia decai, de aproximadamente 0,0048 mg L⁻¹ para 0,0058 mg L⁻¹ e ao final 0,0043 mg L⁻¹. Tal valor está abaixo do VMP estipulado para o de Nitrogênio Amoniacal (Namon) regulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que é de 3,7 mg L⁻¹.

Quanto aos coliformes termotolerantes ou Escherichia Coli, observa-se no Gráfico 1 (g) que eles diminuíram ao longo do percurso do rio, apresentando valores menores de 200 coliformes/100 ml. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece, para as águas de Classe I, o limite de 200 coliformes termotolerantes a cada 0,1 L em 80% das amostras, ou sendo um monitoramento anual, que em no mínimo 6 amostras essa concentração seja menor de 200 coliformes por 100 mL da amostra (BRASIL, 2005). Como pode-se observar no Gráfico 1 (h), os valores analisados para a simulação 1 correspondem com a Resolução vigente.

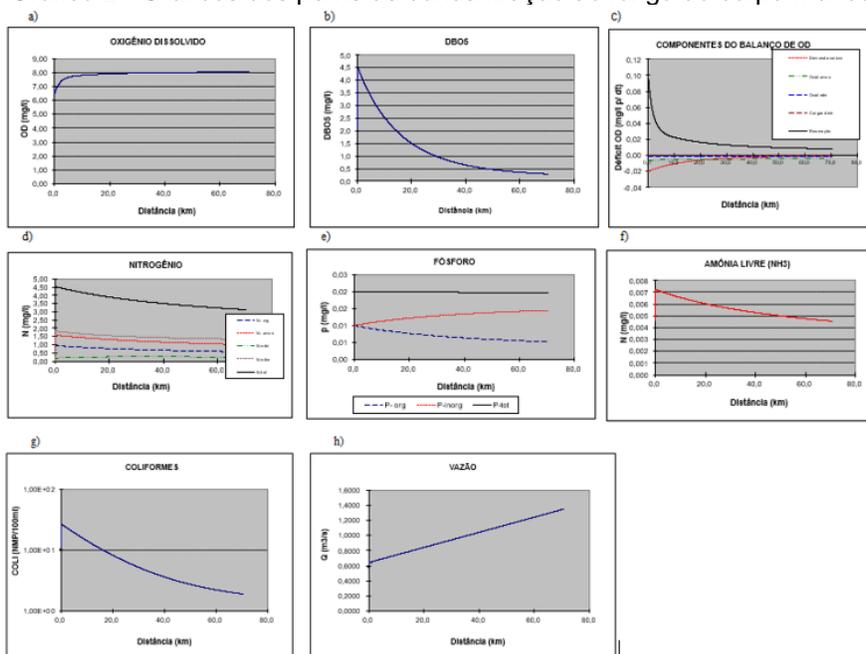
A vazão ao longo do rio também foi estimada no Cenário 1, e pode ser representada no Gráfico 8. Pode-se perceber que a vazão ao longo dos trechos aumentou uniformemente de 0,62 m³ s⁻¹ para 1,3 m³ s⁻¹ ao final da extensão do rio, considerando a simulação 1. Cabe destacar que, variações na precipitação média e alterações na cobertura do solo ao redor da bacia hidrográfica podem alterar a vazão média do corpo hídrico (SOUZA; SOUZA; CARDOSO, 2017).

Cenário 2

Considerando os valores teóricos aplicados ao Cenário 2, pode-se identificar que praticamente todos os parâmetros estipulados estão de acordo com a Resolução vigente, com exceção da DBO com atendimento em 90,2% à Resolução CONAMA nº 357/2005.

Para o Cenário 2 apresenta-se gráficos com a curva de concentração ao longo do corpo hídrico, começando com a concentração de OD, conforme mostrado no Gráfico 2 (a), em que pode ser visualizado que a concentração é superior ao valor mínimo determinado pela resolução CONAMA nº 357/2005 da Classe 1 que é de 6 mg L⁻¹. A concentração do trecho 0 km é de 6,5 mg L⁻¹ e no trecho de 70,5 km a concentração de OD foi de aproximadamente 8,0 mg L⁻¹, estando condizente com a resolução CONAMA nº 357/2005.

Gráfico 2 - Gráficos dos perfis de concentração ao longo do corpo hídrico



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

Na análise de DBO para Classe 1 seu valor necessita estar em até 3 mg L⁻¹ para estar de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, pode-se observar pelo Gráfico 2 (b) que no trecho zero analisado do referido corpo hídrico, o valor de DBO estava em 2,0 mg L⁻¹ aumentando para 4,5 mg L⁻¹ e em 70,5 km estava em 0,3 mg L⁻¹. Sendo devido a oxidação, desnitrificação e deposição na DBO.

Em relação aos componentes do balanço de OD (Gráfico 2 (c)), a Demanda Carbônica vai estar em déficit no início do trajeto chegando ao equilíbrio ao final, a oxidação amoniacal está estável/constante a 0,00 mg L⁻¹, a oxidação nítrica também será 0,00 mg L⁻¹, as cargas distribuídas serão constantes em 0,00 mg L⁻¹, a reaeração começa em aproximadamente 0,10 mg L⁻¹ e chega no quilômetro 70,5 em aproximadamente 0,02 mg L⁻¹. Portanto todos os valores serão regulamentados corretamente seguindo a Resolução CONAMA nº 357/2005.

No Gráfico 2 (d), o nitrogênio orgânico iniciou em 1,0 mg L⁻¹, o N-amoniacal iniciou em 1,6 mg L⁻¹ e o N-Nitrato iniciou em 1,8 mg L⁻¹. O nitrogênio total inicia seu trecho em 2,0 mg L⁻¹ aumentando para 4,5 mg L⁻¹ ainda no ponto zero e termina em aproximadamente 3,2 mg L⁻¹ se adequando a Resolução CONAMA nº 357/2005.

O P orgânico inicia-se em 0,01 mg L⁻¹ e diminui sua quantidade à medida que alcança mais distância do ponto inicial do percurso, já o inorgânico vai aumentar até chegar a 0,02 mg L⁻¹ e o Fósforo Total

permaneceu em 0,02 mg L-1. Seguindo todos os protocolos da legislação vigente no Gráfico 2 (e).

A amônia livre vai começar crescente de 0,0045 mg L-1 até 0,0072 mg L-1 e começa a decair, chegando a 0,0043 mg L-1 na distância de 70,5 km, como ilustra o Gráfico 2 (f).

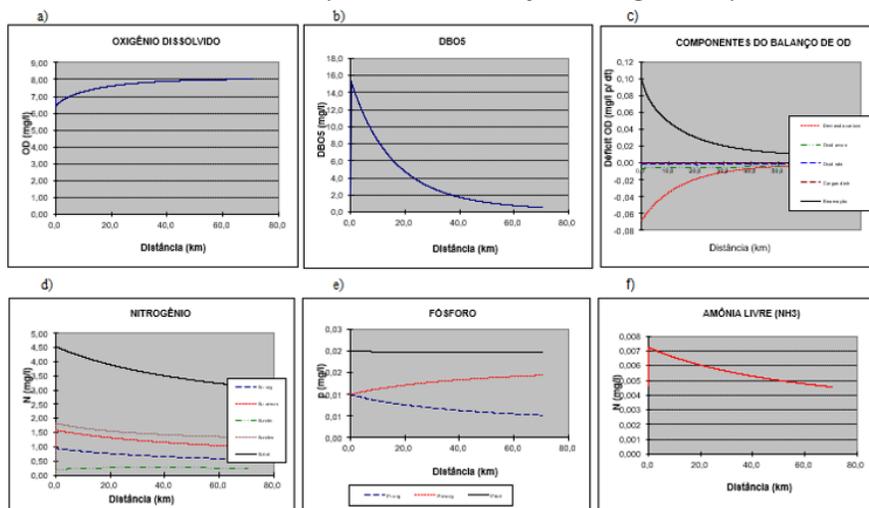
Quanto aos coliformes termotolerantes, pode-se verificar no Gráfico 2 (g) que eles diminuíram ao longo do percurso do rio, apresentando valores menores de 200 coliformes/100 ml conforme a resolução nº 357/2005.

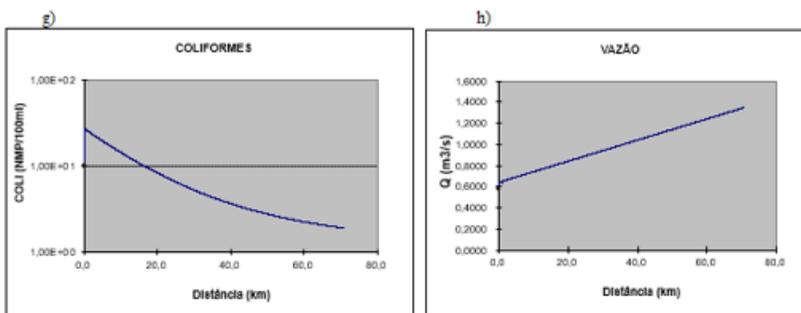
Cenário 3

Considerando os valores teóricos aplicados ao Cenário 3, pode-se identificar que praticamente todos os parâmetros estipulados estão de acordo com a Resolução vigente no trecho analisado. Mostrando assim que os parâmetros se encontram a 100%, sendo somente a DBO que se encontra em 59,3%, não correspondendo aos dados estabelecidos pelo CONAMA.

Para o Cenário 3 apresenta-se gráficos com a curva de concentração ao longo do corpo hídrico, começando com a concentração de OD, conforme mostrado no Gráfico 3 (a), em que pode ser visualizado que a concentração é superior ao valor mínimo determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 da Classe 1 que é superior à de 6 mg L-1. A concentração do trecho 0 km é de 6,5 mg L-1 e no trecho de 70,5 km a concentração de OD foi de aproximadamente 8,0 mg L-1, estando assim condizente com a resolução CONAMA nº 357/2005.

Gráfico 3 - Gráficos dos perfis de concentração ao longo do corpo hídrico





Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

O DBO para Classe 1 deve ser em até 3 mg L⁻¹ para estar de acordo com a resolução nº 357/2005, pode-se observar pelo Gráfico 3 (b) que no trecho zero analisado a concentração de DBO estava em 2,0 mg L⁻¹ aumentando para 15,5 mg L⁻¹ ainda no trecho zero e no final de trecho em 70,5 km decaiu para 1,0 mg L⁻¹.

Em relação aos componentes do balanço de OD, a Demanda Carbônica (Gráfico 3 (c)) vai estar em déficit no início do trajeto chegando ao equilíbrio ao final, a oxidação amoniacal e estável/constante a 0,00 mg L⁻¹, a oxidação nítrica também será 0,00 mg L⁻¹, a carga distribuída é constante em 0,00 mg L⁻¹, a reaeração começa em 0,10 mg L⁻¹ e chega no quilômetro 70,5 em 0,02 mg L⁻¹. Portanto todos os valores estão regulamentados corretamente seguindo a Resolução CONAMA nº 357/2005.

No Gráfico 3 (d), o nitrogênio orgânico se manteve constante em 1,0 mg L⁻¹, já no N-amon começa em 1,5 mg L⁻¹ e o N-Nitrato começa em 1,8 mg L⁻¹, mas não chega a 1 mg L⁻¹ e o Nitrogênio total começa em 2,0 mg L⁻¹ e aumenta para 4,5 mg L⁻¹ no trecho zero e decai para 3,3 mg L⁻¹, ou seja, o nitrogênio vai diminuir à medida que aumenta o percurso do rio Ijuí. Vai se adequar a Resolução CONAMA nº 357/2005.

No Gráfico 3 (e), o P orgânico vai diminuir sua quantidade à medida que alcança mais distância do ponto inicial do percurso, já o inorgânico vai aumentar até chegar a 0,02 mg L⁻¹ e o Fósforo Total permaneceu em 0,02 mg/l. Seguindo todos os protocolos pedidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

No Gráfico 3 (f), a amônia livre vai começar crescente e após irá decair ao passar da quilometragem do rio, chegando a 0,0045 mg L⁻¹ na distância de 70,5 km. Sendo seguindo todos os parâmetros pedidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

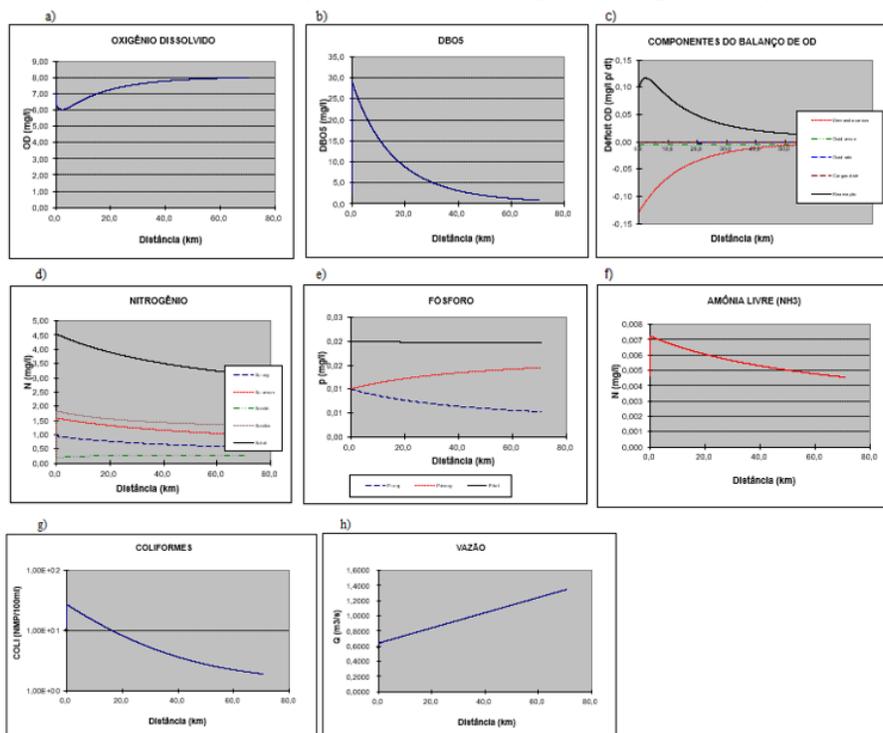
Quanto aos coliformes termotolerantes, pode-se ver no Gráfico 3 (g) que eles diminuíram ao longo do percurso do rio, apresentando valores menores de 200 coliformes/100 mL conforme a resolução nº 357/2005.

Cenário 4

Considerando os valores teóricos aplicados ao Cenário 4, pode-se identificar que praticamente todos os parâmetros estipulados estão de acordo com a legislação vigente no trecho analisado. Mostrando assim que os parâmetros se encontram a 100%, sendo somente a DBO que se encontra em 42,1%, não correspondendo aos dados estabelecidos pelo CONAMA.

Para o Cenário 4 apresenta-se os gráficos com a curva de concentração ao longo do corpo hídrico, começando com o OD, conforme mostrado no Gráfico 4 (a), em que pode ser visualizado que a concentração é superior ao valor mínimo determinado pela Resolução CONAMA nº 357/2005 da Classe 1 que é superior à de 6 mg L-1. A concentração do trecho 0 km é de 6,9 mg L-1 e no trecho de 70,5 km a concentração de OD foi de 8,0 mg L-1, estando assim condizente com a resolução CONAMA nº 357/2005.

Gráfico 4 - Gráficos dos perfis de concentração ao longo do corpo hídrico



Fonte: Elaborado pelas autoras (2022)

O DBO para Classe 1 deve ser em até 3 mg L-1 para estar de acordo com a resolução nº 357/2005, pode-se observar pelo Gráfico 4 (b) que no trecho zero analisado a concentração de DBO estava em 2,5 mg L-1

aumentando para 28,0 mg L-1 e no final de trecho em 70,5 km estava em 1,0 mg L-1.

Em relação aos componentes do balanço de OD, a Demanda Carbônica (Gráfico 4 (c)) vai estar em déficit no início do trajeto chegando ao equilíbrio ao final, a oxidação amoniacal estável/constante a 0,00 mg L-1, a oxidação nítrica também será 0,00 mg L-1, a carga distribuída é constante em 0,00 mg L-1, a reaeração começa em 0,10 mg L-1 e chega no quilômetro 70,5 em 0,01 mg L-1. Portanto todos os valores estão regulamentados corretamente seguindo a Resolução CONAMA nº 357/2005.

No Gráfico 4 (d), o nitrogênio orgânico está constante em 1,0 mg L-1, já no N-amon começa em 1,5 mg L-1 e o N-Nitrato começa em 1,8 mg L-1, mas não chega a 1,0 mg L-1 e o nitrogênio total começa em 2,0 mg L-1 aumenta para 4,5 mg L-1 e ao final da extensão do rio chega a 3,2 mg L-1, ou seja, o nitrogênio vai diminuir à medida que aumenta o percurso do rio Ijuí. Se adequando a Resolução CONAMA nº 357/2005.

No Gráfico 4 (e), o P orgânico vai diminuir sua quantidade à medida que alcança mais distância do ponto inicial do percurso, já o inorgânico vai aumentar até chegar a 0,02 mg L-1 e o Fósforo Total permaneceu em 0,02 mg L-1. Seguindo todos os protocolos pedidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

No Gráfico 4 (f), a amônia livre vai começar crescente (0,0045 mg L-1 para 0,0072 mg L-1 no trecho zero) e após irá decair ao decorrer da extensão do rio, chegando a 0,0045 mg L-1 na distância de 70,5 km. Sendo seguindo todos os parâmetros pedidos na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Quanto aos coliformes termotolerantes, pode-se ver no Gráfico 4 (g) que eles diminuíram ao longo da extensão do rio, apresentando valores menores de 200 coliformes/100 ml conforme a resolução nº 357/2005.

CONCLUSÃO

Para os cenários 2, 3 e 4 em que a Classe 1 não foi atendida nos parâmetros de DBO conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, recomenda-se a realização do tratamento adequado dos efluentes previamente ao lançamento no corpo hídrico. Isto porque, lançamentos indevidos por períodos mais longos, podem ocasionar em um decréscimo na capacidade de autodepuração, além de comprometer significativamente a qualidade de água do corpo hídrico, oferecendo por vezes riscos à saúde pública da população, bem como nos usos preponderantes dos recursos hídricos.

Sugere-se por fim, estudos futuros que considerem a compilação dos dados com observações multivariadas, através da assimilação da degradação de matéria orgânica e rotação de fatores avaliativos desse recurso finito, identificando prováveis fontes de poluição por meios de índices analíticos, indicadores e técnicas de monitoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA**. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília. P. 58-63. 18 mar. 2005.

CUNHA, A. C. **Estudo de autodepuração hídrica do Ribeirão Tatu utilizando o modelo de Streeter & Phelps**. 2016. 1 recurso online (74 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, Limeira, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/305582>>. Acesso em: 05 abril, 2022.

FLECK, L; TAVARES, M. H. F; EYNG, E. **Principais modelos matemáticos de qualidade da água e suas aplicações**: uma revisão. UTFPR, 2013.

PEREIRA, et al. **Seasonal effects of wastewater to the water quality of the Caeté river estuary, Brazilian Amazon**. Anais da Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro. 2010. V. 82. N. 2. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652010000200022>>. Acesso em 29 mar, 2022.

PEREIRA, R. A; DA PAZ, D. H. F; BARBOSA, I. M. B. R. **Redução da carga orgânica lançada em um trecho do rio Capibaribe para atendimento à legislação ambiental**. Revista Brasileira de Geografia Física, [S.1.], v. 12, n. 3, p. 837-847, jun. 2019. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234686>>. Acesso em: 05 abril, 2022.

SOUZA, N. S.; SOUZA, W. J.; CARDOSO; J. M. S.; **Caracterização hidrológica e influência da cobertura do solo nos parâmetros de vazão do Rio das Fêmeas**, 2017. Engenharia Ambiental e Sanitária. Rio de Janeiro. v. 22. n. 3. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1413-41522017155279>>. Acesso em 29 mar. 2022.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005.