

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ANA CAROLINE BASANE

**MAPEAMENTO DA AUTODEPURAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS
SOB A INFLUÊNCIA DE DESPEJOS INDUSTRIAIS NA
MICROBACIA RIO DO CAMPO NO MUNICÍPIO DE
CAMPO MOURÃO - PARANÁ**

CAMPO MOURÃO

2015

ANA CAROLINE BASANE

**MAPEAMENTO DA AUTODEPURAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS
SOB A INFLUÊNCIA DE DESPEJOS DE INDUSTRIAIS NA
MICROBACIA RIO DO CAMPO NO MUNICÍPIO DE
CAMPO MOURÃO - PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Ambiental do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof^a. Dr. José Hilário Delconte Ferreira

CAMPO MOURÃO

2015

TERMO DE APROVAÇÃO

MAPEAMENTO DA AUTODEPURAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS SOB A INFLUÊNCIA DE DESPEJOS INDUSTRIAIS NA MICROBACIA RIO DO CAMPO NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO - PARANÁ

por

ANA CAROLINE BASANE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 07 de julho de 2015, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr. JOSÉ HILÁRIO DELCONTE FERREIRA

Prof. Dr. EUDES JOSÉ ARANTES

Prof. Dr. MÁRCIA APARECIDA OLIVEIRA SECCO

À luz do Espírito Santo que me guia.
Aos meus pais e irmão, pelo amor
incondicional.
Ao meu anjo do céu, Gabriel.

AGRADECIMENTOS

Talvez o último desafio dos intensos cinco anos de Engenharia Ambiental da UTFPR, transformar em palavras no espaço máximo de 379 palavras de um documento word, todos os sentimentos e agradecimentos merecidos dessa trajetória.

Agradeço à Deus, pela luz da vida, pelas bênçãos que derramou sobre esse meu trilhar, pela força e serenidade que preencheram meu coração quando cogitei não conseguir suportar, e pelos maravilhosos anjos que colocou em meu caminho.

Agradeço imensamente aos meus pais, por terem feito o possível e o impossível para que eu chegasse ao fim desse percurso, por me ensinarem princípios, me darem educação, e principalmente por fazerem-me sentir especialmente amada em todos os momentos de dificuldades desta graduação.

Ao meu irmão, amigo e conselheiro, Paulinho, pelo companheirismo, carinho e dedicação para comigo durante essa trajetória. Sem você eu não estaria aqui, te amo. À minha prima Bruna, minha irmã de coração, por todos os momentos indescritíveis.

À minha família que me amparou desde minhas dificuldades em exatas no primeiro período até a conclusão desse trabalho. Agradeço em especial à minha avó Marcela, que além de tudo, foi meu espelho de força e determinação.

Ao meu orientador, José Hilário, pelas sugestões, palavras de apoio nos momentos de dificuldades e principalmente pela paciência. Ao professor Eudes Arantes, por todo o apoio na elaboração deste trabalho, idas a campo, sugestões, conselhos, disponibilidade, além de que, por ter despertado em mim o amor a área de recursos hídricos durante a graduação.

À todos os demais professores da Coordenação de Engenharia Ambiental, e de demais coordenações que contribuíram para que eu me tornasse uma quase Engenharia Ambiental. Em especial aos professores Marcelo, Halmeman, Maristela, Elizabete e Fernanda por todas as palavras de carinho, conforto e alerta nos momentos em que precisei.

Agradeço a todos os meus amigos. Quero citar em especial, Vanderson, por ser simplesmente meu guia e companheiro. Ao Jayson, meu exemplo de Engenheiro. Ao Leonardo, Luciano e Jacques por serem meus anjos guarda costas, à Rafaela pelo companheirismo na etapa de estágio. À Tamiris (mirna), Alison (índio), Thaís (japa) pela linda amizade nesses longos anos. Aos meus meninos da T34 por terem enchido meu coração de alegria neste último ano. Ao Gabriel que não está mais aqui fisicamente, mas que teve papel fundamental na minha vida pessoal e acadêmica.

Por fim, a todos aqueles que passaram pela minha vida nesta etapa.

De tudo, ficaram três coisas:

A certeza de que ele estava sempre começando, a
certeza de que era preciso continuar e a certeza de
que seria interrompido antes de terminar.

Fazer da interrupção um caminho novo.

Fazer da queda um paço de dança, do medo uma
escada, do sono uma ponte, da procura um encontro.

Fernando Sabino

RESUMO

BASANE, Ana C. **Mapeamento da autodepuração dos corpos hídricos sob a influência de despejos industriais na Microbacia Rio do Campo no município de Campo Mourão – Paraná.** 2015. 80f. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

A capacidade de autodepuração dos corpos hídricos é um dado de grande importância para a gestão dos recursos hídricos de um determinado local, através de tal pode-se inferir sobre os limites de cargas poluidoras que podem ser lançadas nos corpos d'água. Estes dados quando associados à utilização dos sistemas de informação geográfica podem gerar dados para a gestão facilitada de bacias hidrográficas. A fim de alcançar tal forma de geração de dados para a Microbacia Rio do Campo, localizada principalmente no município de Campo Mourão- PR, aplicou-se o modelo Streeter-Phelps para apurar a capacidade dos corpos hídricos existentes de reestabeler seus padrões após lançamento de despejos de águas residuárias. Para tal utilizou-se o programa AD Água para ao cálculo dos perfis de Oxigênio Dissolvido, e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) Qgis para a elaboração de cartas de perfil de oxigênio dissolvido. Constatou-se através de tal, que a autodepuração dos corpos hídricos da referida microbacia tem capacidade para realizar a depuração das águas residuárias nas zonas de mistura, e que devido as características hidrológicas do corpo hídrico o OD, tente a se reestabelecer de forma imediata.

Palavras-chave: mapeamento, autodepuração, recursos hídricos.

ABSTRACT

Basane, Ana C. **Self-depuration mapping of hydrous body under the influence of industrial waste in the Rio do Campo watershed in Campo Mourão - Paraná.** 2015. 80f. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Ambiental – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

The self-depuration capacity of water bodies is a fact of a great importance to the management of water resources in a particular locations, through such can be inferred about the limits of pollutant loads that can be thrown in bodies of water. This data when combined whit utilizations of geographic information systems can generate data for easier management of hydrographic basins. In order to achieve this form of generation data for Watershed Rio do Campo, located mainly in the city of Campo Mourão – PR, applied to the Streeter-Phelps model to determine the capacity of existing water bodies to restore their standards after launch dumps wastewater. To do this, used the AD Água program for the calcularion of Dissolved Oxygen profiles and Geographic Information System (SIG)Qgis for elaboration of oxygen profile cards dissolved. It was found through such that the self-purification of water bodies of that watershed is able to perform the wate water treatment of wastewater in the mixing zones, and that because of the hydrological characteristics of the body polyhydric the OD, try to reestablish immediately.

Keywords: mapping, self-depuration,

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 2: Delimitação da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	28
Figura 3: Vegetação da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	29
Figura 4: Janela de dados de entrada dos parâmetros necessários para cálculo do perfil de oxigênio no software AD' ÁGUA.	32
Figura 5: Localização dos empreendimentos industriais que realizam lançamento de águas residuárias nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	40
Figura 6: Pontos de coleta de dados hidrológicos na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	42
Figura 7: Segundo ponto de coleta de dados hidrológicos na Microbacia Rio do Campo,.....	43
Figura 8: Terceiro ponto de coleta de dados hidrológico no Rio Campo, Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	44
Figura 9: Curva chave para regionalização das vazões na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	46
Figura 10: Valores de probabilidade de ocorrência de valores distintos de vazão para a Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	47
Figura 11: Delimitação das áreas de drenagem da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	48
Figura 12: Lagoas de tratamento de efluentes do abatedor A, Campo Mourão - Paraná.	51
Figura 13: Localização do Abatedor A, Campo Mourão - Paraná.	53
Figura 14: Localização do abatedouro B, Campo Mourão - Paraná.....	54
Figura 15: Localização da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão- Paraná.	57
Figura 16: Perfil de oxigênio dissolvido para as três situações de condições hidrológicas e de qualidade de água para o ponto 1, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	61

Figura 17: Perfil de oxigênio dissolvido para as três situações de condições hidrológicas e de qualidade de água para o ponto 1, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	65
Figura 18: Perfil do oxigênio dissolvido para a seção 3 na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	69
Figura 19: Perfil do oxigênio dissolvido para a seção 3 na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	73
Figura 20: Mapa do perfil de oxigênio dissolvido para o empreendimento de Abatedouro A, Abatedouro B e Industria Têxtil localizada na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	75
Figura 21: Mapa do perfil de oxigênio dissolvido para após lançamento de águas residuária pela Estação de Tratamento de Esgoto, Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores para coeficiente de desoxigenação de acordo com o tratamento do efluente.	34
Tabela 2: Questionário aplicado aos empreendimentos da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	36
Tabela 4: Valores referentes aos parâmetros coletados nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	45
Tabela 5: Valores referentes aos parâmetros coletados nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	45
Tabela 6: Áreas de drenagem da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	49
Tabela 7: Vazão específicas referentes as áreas de drenagem a montante da descarga de efluentes na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão – Paraná.....	49
Tabela 8: Padrões de qualidade dos efluentes industriais do Abatedouro A, Campo Mourão - Paraná.	52
Tabela 9: Padrões de qualidade dos efluentes industriais do Abatedouro B, Campo Mourão - Paraná.	54
Tabela 10: Padrões de qualidade dos efluentes industriais têxtil, Campo Mourão - Paraná.....	55
Tabela 11: Dados das águas residuária da Estação de Tratamento de Esgoto do Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná	57
Tabela 12: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o primeiro ponto de coleta na data de 22 de abril de 2014, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	58
Tabela 13: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para o ponto 1 nas condições hidrológicas e de qualidade de água na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	59
Tabela 14: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o primeiro ponto de coleta na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	59

Tabela 15: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para o ponto 1 nas condições hidrológicas e de qualidade de água na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	60
Tabela 16: Valores inferidos para o cálculo de autodepuração na seção 1, a partir de dados de vazão regionalizada para a Microbacia do Rio do ampo, Campo Mourão - Paraná.....	60
Tabela 17: Valores aferidos através do cálculo de autodepuração para a seção 1 da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	61
Tabela 18: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o segundo ponto de coleta, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	62
Tabela 19: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 2 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	62
Tabela 20: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para a segunda seção de coleta, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	63
Tabela 21: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 2 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	63
Tabela 22: Valores inferidos para o cálculo de autodepuração na seção 2, a partir de dados de vazão regionalizada para a Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	64
Tabela 23: Valores aferidos através do cálculo de autodepuração para a seção 2, a partir de valores de vazão regionalizada,na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.....	64
Tabela 24: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o terceiro ponto de coleta, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão – Paraná.....	66
Tabela 25: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 3 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	66

Tabela 26: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para a terceira seção de coleta, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	67
Tabela 27: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 3 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	67
Tabela 28: Valores inferidos para o cálculo de autodepuração na seção 3, a partir de dados de vazão regionalizada para a Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	68
Tabela 29: Valores aferidos através do cálculo de autodepuração para a seção 3, a partir de valores de vazão regionalizada, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	68
Tabela 30: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o quarto ponto de coleta, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão – Paraná.	70
Tabela 31: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 4 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	70
Tabela 32: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para a quarta seção de coleta, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	71
Tabela 33: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 4 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	71
Tabela 34: Valores inferidos para o cálculo de autodepuração na seção 3, a partir de dados de vazão regionalizada para a Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	72
Tabela 35: Valores aferidos através do cálculo de autodepuração para a seção 3, a partir de valores de vazão regionalizada, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.	72

LISTA DE SIGLAS

Cfa	Clima Subtropical
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
OD	Oxigênio Dissolvido
Sanepar	Companhia de Saneamento do Paraná
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SUREHMA	Secretária de Recurso Hídricos e Meio Ambiente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1 RECURSOS HÍDRICOS E O HOMEM: Impactos da industrialização.....	19
3.2 AUTODEPURAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS	21
3.3 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: visão jurídica	23
3.4 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: utilização dos sistemas de informação geográfica.....	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	26
4.2 AUTODEPURAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS	30
4.2.1 Obtenção de parâmetros do corpo hídrico	32
4.2.1.1 Cálculo de regionalização da vazão	34
4.2.2 Obtenção de parâmetros do efluente	36
4.3 ELABORAÇÃO DE PRODUTOS CARTOGRÁFICOS	37
5 RESULTADOS	39
5.1 LANÇAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA MICROBACIA DO RIO DO ...	39
5.2 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DOS CORPOS HÍDRICOS	40
5.2.1 Dados hidrológicos	40
5.2.2 Regionalização das curvas de vazão.....	46
5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES LANÇADOS	50
5.3.1 Abatedouros de animais.....	50
5.3.1.1 Abatedouro A.....	51
5.3.1.2 Abatedouro B.....	53
5.3.2 Indústria têxtil.....	55
5.3.3 Efluente sanitário	56
5.4 AUTODEPURAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS	58
5.4.1 Autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido: seção 1	58
5.4.2 Autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido: seção 2.....	62
5.4.3 Autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido: seção 3	65
5.4.4 Autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido: seção 4.....	69
5.5 MAPEAMENTO DOS PERFIS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO	74
6 DISCUSSÕES	77
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

O sistema de informação geográfica (SIG) tornou-se uma das ferramentas elementares na análise, planejamento e mitigação dos impactos gerados pelo modelo ocupacional e ativo do ser humano pós-inserção do modelo econômico capitalista, intensificado pela revolução industrial.

Os recursos hídricos, de um modo geral, sofrem desde então, a influência de uma sociedade industrializada. As atividades industriais utilizam a água de diversas maneiras: como matéria prima, como parte dos seus diversos processos ou então para a destinação final de seus efluentes.

Devido à grande diversidade de produtos industrializados, existem também diversos tipos de efluentes gerados a partir desses processos, que ao serem lançados nos corpos hídricos desencadeiam uma rede de impactos tanto para o ecossistema aquático, quanto para o terrestre que está em contato direto a ele.

Em formato de mitigação natural dos impactos desencadeados no corpo hídrico, a água busca atender sua capacidade de autodepuração, ou seja, através de suas características intrínsecas de vazão, velocidade do escoamento, e dos padrões do efluente lançado, busca retornar as condições de qualidade ecossistêmicas existentes antes do despejo de efluentes (SPERLING, 1996).

A qualidade dos corpos hídricos e sua respectiva capacidade de autodepuração, são dados de grande importância na gestão dos recursos hídricos, quando associados as ferramentas do sistema de informação geográfica facilitam tanto a gestão, quanto o gerenciamento dos mesmo em busca de atender os parâmetros legais.

A partir do mapeamento da capacidade de autodepuração com o auxílio de sistemas de informação geográfica (SIG), é possível evidenciar as áreas de impacto do lançamento de efluentes e desta forma dar subsídio facilitado para os gestores, de maneira que estes possam implantar atividades de recuperação ambiental e planejar a instalação de novas atividades industriais de forma a atender os aspectos legais brasileiros, dentre eles assegurar o uso múltiplo das águas, previsto pelo artigo primeiro da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal número 4.933 do ano de 1997.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Gerar a partir de Sistema de Informação Geográfica (SIG), mapa de autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido da Microbacia Rio do Campo no município de Campo Mourão, levando em conta os corpos hídricos que recebem cargas de efluentes industriais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar, qualificar e mapear as indústrias que efetuam o lançamento de águas residuárias nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo, assim como o tratamento de esgoto;
- Quantificar os parâmetros hidrológicos como vazão, velocidade média e profundidade, assim como temperatura dos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo utilizados para descarga de águas residuária;
- Obter dados qualitativos das águas residuárias lançados nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo;
- Calcular com o auxílio do programa AD' ÁGUA 2.0 o perfil de oxigênio dissolvido e zonas de autodepuração dos corpos d'água receptores de efluentes industriais da Microbacia Rio do Campo;
- Gerar mapa autodepuração e de perfil de oxigênio dissolvido dos cursos hídricos a partir dos dados de autodepuração utilizando o software QGis.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 RECURSOS HÍDRICOS E O HOMEM: Impactos da industrialização

As grandes civilizações do passado e do presente sempre dependeram de água doce para sua sobrevivência, assim como para o desenvolvimento cultural e econômico. A água doce é, portanto, essencial à sustentação da vida (TUNDISI, 2003). Segundo Priscoli (2012), a água é de tal importância para o ser humano que seus aspectos estão embutidos nos símbolos e rituais de grandes tradições religiosas da humanidade, que atestam papel complexo que a água desempenha em nossas vidas.

Além de influenciar na instalação ou a migração das populações em diversas áreas do planeta, bem como o surgimento ou o desaparecimento das mesmas. O uso dos recursos hídricos permitiu que civilizações se abastecessem de alimentos e exportassem o excedente, criando riquezas e associando a água à melhor qualidade de vida das pessoas. Por outro lado, o uso inadequado desse mesmo recurso, observado, sobretudo nas últimas décadas, tem proporcionado impactos negativos à própria humanidade (RODRIGUES; MALÁFAIA, 2009).

O período pós 2^o guerra mundial necessitou de um incisivo investimento em infraestrutura, destinado principalmente para recuperar os países que sofreram com o conflito, seguido por uma fase de crescimento econômico e de população em muitos países desenvolvidos. Neste período ocorreu uma forte industrialização e aumento dos adensamentos populacionais, atividade que resultou em crise ambiental devido à degradação das condições de vida da população e dos sistemas naturais (TUCCI, 2004).

A expansão industrial, impulsionada pelo modelo de consumo provocado logo após a segunda guerra mundial, gerou, e gera um acentuado problema de degradação ambiental dos recursos hídricos. Campos (2013) enfatiza que ao mesmo tempo em que a sociedade vivia um sonho de progresso e uma realidade de crescimento acelerado industrial, surgiram os riscos ambientais e a degradação da qualidade dos rios, lagos, águas subterrâneas e demais corpos hídricos.

As atividades industriais em seus variados processos de produção utilizam a água. Ela é empregada como matéria prima, como parte dos seus diversos processos ou então para a destinação final de seus efluentes. Freire e Castro (2014) ressaltam a importância da disponibilidade de água para os processos econômicos, segundo os mesmos, a água é um recurso natural necessário em vários processos de produção, recebe a descarga de efluentes domésticos e industriais e descargas difusas associadas à atividade agropecuária.

Por ser um recurso natural utilizado de forma excessiva, incidem sobre a água diversos impactos ambientais. De acordo com Luogon et al. (2009) as alterações antrópicas mais comuns da qualidade em recursos hídricos caracterizam-se pelo lançamento de águas residuais industriais e domésticas e pela supressão da cobertura vegetal. Portanto, a forma em que o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água (SPERLING, 1996).

Ao que se refere aos despejos de efluentes industriais, os impactos são múltiplos, isso se dá, pelo fato de que os efluentes industriais são constituídos dos mais diversos produtos químicos e, caracterizam-se muitas vezes, por uma alta carga orgânica poluente, que após lançada gera uma rede de interações que impactam o ambiente.

Questão essa que é evidenciada por Mierzwa (2002) os problemas mais sérios de poluição referem-se aos efluentes industriais, os quais, devido à grande variedade de atividades desenvolvidas pelas indústrias, podem apresentar em sua composição os mais variados tipos de substâncias, das quais, muitas são extremamente tóxicas e podem ter efeitos adversos sobre todos os seres vivos, caso as mesmas atinjam qualquer recurso hídrico. Rodrigues e Malafaia (2009) ressaltam ainda, que os agentes químicos resultantes de atividades industriais, quando imprópriamente manuseados e depositados, atingem a saúde humana e ambiental.

O impacto não se dá somente a saúde humana, mas também, de forma intensificada ao ambiente. Segundo Selborn (2001), os ecossistemas da terra são sustentados e interligados pela água, que promove o crescimento da vegetação e oferece um habitat permanente a muitas espécies, inclusive cerca de 8.500 espécies de peixes, sustentando áreas de reprodução ou abrigo temporário para outras, tais como a maior parte das 4.200 espécies de répteis e de anfíbios descritas até agora. E desta forma, o lançamento de efluentes industriais implica na perda da qualidade de tudo que se refere à água.

Castro Junior, Sobreira e Bortoloti (2007) evidenciam que os recursos hídricos são um dos componentes do meio físico cuja alteração produz maior impacto no ambiente. No corpo hídrico um dos principais impactos iniciais do lançamento de efluentes industriais está na diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido.

3.2 AUTODEPURAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS

Durante a década de 50 do século passado, vários casos sazonais de depleção dos níveis de oxigênio nos rios causavam uma degradação da sua qualidade, além de dificultar o tratamento da água para fins potáveis. Esta depleção do oxigênio dos corpos d'água era devida, principalmente, a alta carga de compostos orgânicos biodegradáveis provenientes das cidades riparianas e das indústrias (MIERZWA, 2002).

A diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido gerados pela atividade degradadora das bactérias ao tomar partido da carga orgânica lançada no corpo d'água, e a partir de então, inicia uma rede de interferências e degradações tanto no ecossistema aquático quanto nos ecossistemas terrestres circunvizinhos. As características físicas, químicas e as interações biológicas dos cursos hídricos fazem com que este, tenda a um reequilíbrio da qualidade ambiental do ecossistema a partir de um fenômeno titulado autodepuração.

O fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes (SPERLING, 1996). Se dá com a variação da vazão do curso hídrico, a distância para com o local de lançamento, a atividade microbiológica entre outros fatores a estes interligados, dessa forma pode-se estabelecer zonas de autodepuração.

Estas se dividem em: zona de degradação, que ocorre logo após o lançamento do efluente e possui uma alta concentração de matéria orgânica e turbidez, além da presença de oxigênio dissolvido, a partir da adaptação dos microorganismos inicia-se a zona de decomposição ativa na qual a qualidade da água apresenta seu estado mais deteriorado, o oxigênio dissolvido nesta fase chega a sua menor concentração. Após a fase de intenso consumo de matéria orgânica e de degradação do ambiente

aquático, inicia-se a fase de recuperação no qual o nível de oxigênio dissolvido é recuperado, dando condições para a existência de vida de forma mais diversificada (SPERLING, 1996).

As zonas de autodepuração estão extremamente ligadas à qualidade do ecossistema, tanto o aquático, quanto ao terrestre circunvizinho, de acordo com Selborn (2001). A disponibilidade e qualidade da água é um fator de controle fundamental na manutenção da biodiversidade e muitos ecossistemas sustentam uma ampla variedade de espécies e um grande número de indivíduos de cada espécie. (SELBORN, 2001), além do que, interage com todo o ambiente, acumulando as informações dessas interações e, assim, funcionando como indicador ambiental de grande eficiência (OKI, 2002). A condição limitante do funcionamento destes ecossistemas, está intimamente relacionado aos níveis de oxigênio dissolvido no meio aquático.

Para analisar estes níveis, assim como a capacidade do corpo hídrico em recuperar o oxigênio dissolvido e suas demais características após lançamentos de cargas poluidoras, foram desenvolvidos diversos modelos e métodos matemáticos, a fim de facilitar tanto o controle desses parâmetros, assim como, buscar entender as necessidades ecossistêmicas de um referido corpo hídrico.

Os modelos matemáticos são instrumentos que foram desenvolvidos inicialmente para auxiliar na solução de diversas problemáticas, entre as quais, na minimização de problemas de poluição. Possibilitam compreender o meio ambiente e visualizá-lo integrado, pois os modelos matemáticos associam as informações físicas, químicas e biológicas (CHAPRA, 1997 apud OPPA, 2007).

O principal método empregado para análise da capacidade de autodepuração dos corpos hídricos, é o modelo Streeter-Phelps, tal modelo matemático relaciona os níveis de oxigênio dissolvido (OD) e demanda biológica de oxigênio (DBO) em um curso de água superficial que recebe a descarga de águas residuais com a decomposição de matéria orgânica, e aeração de oxigênio (FELIZARDO et. al., 2013).

Existem ainda inúmeros sistemas computacionais disponíveis com modelos de qualidade da água que podem ser aplicados. Alguns destes sistemas podem ser utilizados gratuitamente, cito, o MOHID, DESERT, STELLA, QUASAR, SisBAHIA, QUAL, o WASP e o clássico Streeter e Phelps.

3.3 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: visão jurídica

Com o advento da industrialização, ocorrido na Inglaterra, à partir do século XVIII, novos processos produtivos foram descobertos, objetivando maiores quantidades e qualidade dos produtos, a fim de maior retorno financeiro. Dadas as grandes extensões territoriais inexploradas dessa época, as consequências da ação humana sobre o meio ambiente não foram claramente percebidas pelos produtores (LEAL; FARIAS; ARAUJO, 2008).

O homem após a 2ª Guerra Mundial começa a perceber que sua presença no mundo passou a significar risco para as comunidades de sua própria espécie, nessa fase a devastação ambiental se tornou mais visível (MARTINS; VALENCIO, 2003).

Porém, a discussão em torno dos problemas ambientais em âmbito internacional só ocorreu no ano de 1972 com a Conferência de Estocolmo, que estabeleceu o conceito de redução dos impactos ambientais e da harmonização entre o desenvolvimento econômico e o meio ambiente.

No Brasil a preocupação com o ambiente foi oficializada com a lei federal 6.938 em 1981 que institui a Política Nacional do Meio ambiente, que tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

No ano de 1988 é instituída a Constituição Brasileira que discute em seu art. 225 as preocupações com o meio ambiente, assegurando que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Porém, a deliberação de legislação para a gestão dos recursos hídricos no Brasil se deu com a Lei Federal 9.433 do ano de 1997, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos e regulamenta instrumentos para Planos de gestão dos recursos hídrico. Ressalta-se entre seus fundamentos no artigo primeiro, que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, e além do que segundo o inciso quinto deste mesmo artigo da lei supracitada: a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de

Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Ao que rege a utilização dos corpos hídricos para a destinação final dos efluentes gerados nas diversas atividades do setor econômico, instituiu-se a Resolução 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2011) que assegura em seu artigo terceiro que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

A necessidade da implementação da gestão dos recursos hídricos, impostas pela legislação brasileira, é fundamental Martins e Valencio (2003) ressaltam que com uma perspectiva de crescimento populacional exacerbada até o ano de 2015, o maior dos problemas será a água, menos por seu volume e mais por sua distribuição irregular na face da Terra, acrescida de seu desperdício, poluição e degradação de mananciais e reservatórios naturais.

3.4 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: utilização dos sistemas de informação geográfica

Para contribuir para a gestão dos recursos hídricos a utilização de um sistema que forneça uma melhor visualização das características e impactos do meio é fundamental. Logo a implementação de um sistema de informação geográfica seria de grande auxílio. Segundo Fan e Collischon (2013), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com a sua capacidade de geração de bancos de dados espaciais e processamento das informações, são a ferramenta que possibilita a eliminação desta dificuldade de obtenção da descrição espacial detalhada da região de estudo.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tem como aplicação essencial a realização de análises espaciais e têm possibilitado o desenvolvimento de métodos de análise e planejamento sobre o espaço geográfico. Desta forma, podem auxiliar no processo de tomada de decisão, subsidiando os planejadores do território em suas ações (BESER de DEUS; SANTOS; FREITAS, 2011).

Ao que se refere à análise da qualidade de água e dos impactos ambientais no meio, pode ser especialmente interessante a integração dos modelos de qualidade da água com Sistemas de Informação Geográfica (FAN, COLLISCHONN e RIGO, 2013).

O desenvolvimento de Sistemas de Informações Geográficas com aplicações específicas tem sido cada vez mais comum proporcionando a aproximação do técnico operacional com a informação e sendo apresentado como uma ferramenta de grande valia no apoio à tomada de decisões (OLIVEIRA et. al., 2011). No que se refere a gestão de bacias hidrográficas os SIG empenham de diversas formas, agindo como um facilitador nos mais variados aspectos a serem estudados.

Dzedzej et. al. (2011) utilizaram o Sistema de Informação Geográfica para a análise do potencial hidroelétrico de uma bacia hidrográfica, sobretudo o SIG foi utilizado para constatar a presença de fatores ambientais restritivos e ou impeditivos à implantação de empreendimentos hidrelétricos.

Batista, Carmona e Bortoluzzi (2012) estudam os benefícios oferecidos pelas geotecnologias (SIG) na avaliação de impacto ambiental (AIA), através da determinação de cota de inundação da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Jordão.

Carvalho et. al (2009) aplicou o SIG para realizar a otimização da água na industrial, identificando oportunidades de reuso/reciclagem de água, e, conseqüentemente, como apoio à gestão do consumo da água na indústria e redução de efluentes.

A inserção de um sistema de informação geográfica para auxílio na análise de impactos gerados pelo lançamento de efluentes industriais nos corpos hídricos constituintes de uma bacia hidrográfica, facilitam tanto a análise do ambiente circunvizinho em todas e suas características físicas e biológicas, as condições de lançamento de cada indústria e da qualidade de água. Tornando-se dessa forma uma importante ferramenta para o cumprimento das Leis de Gestão dos Recurso Hídricos vigentes.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Microbacia Rio do Campo, objeto de estudo dessa pesquisa, é parte constituinte da Bacia Hidrográfica do Ivaí, está inserida nos limites territoriais do município Campo Mourão, e trechos dos municípios de Araruna e Peabiru, entes constituintes do estado do Paraná.

Os referidos municípios estão situados na Mesorregião Centro Ocidental do estado do Paraná (Figura 1), possuem de forma conjunta área territorial de aproximadamente 1719,66 km², (IPARDES, 2015), das quais 9,9%, é coberta pela área de drenagem da Microbacia Rio do Campo.

A Microbacia em questão, possui área de aproximadamente 170,00 km², seus corpos hídricos serpenteiam por um perímetro de entorno de 125 km (Figura 2). Margeados por áreas de produção agrícola, preservação permanente, silvicultura e área urbana do município de Campo Mourão. Também faz suporte para a produção industrial.

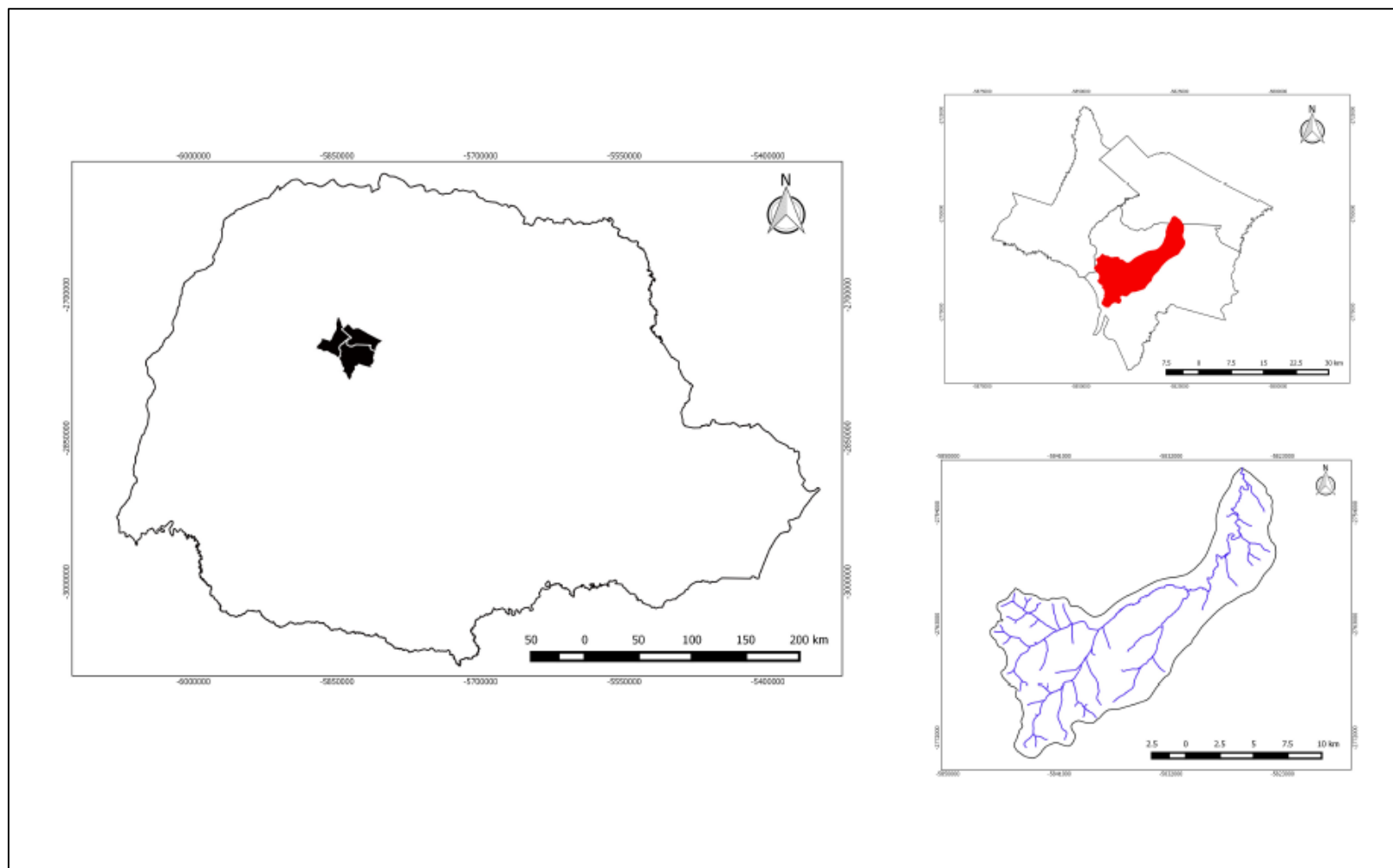


Figura 1: Localização da Microbacia Rio do Campo, Paraná.

Ao que se refere aos aspectos geofísicos da área, a Microbacia Rio do Campo está situada sobre a unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná e sobre a unidade morfoescultural do terceiro planalto paranaense, com características de vertentes com dissecação baixa, topos aplainados e vales em calha (MINEROPAR, 2006). Acostado a isso, pedologicamente, predomina-se a existência de Latossolo, associados também, a áreas de Argissolo e Neossolo (ITCG, 2008).

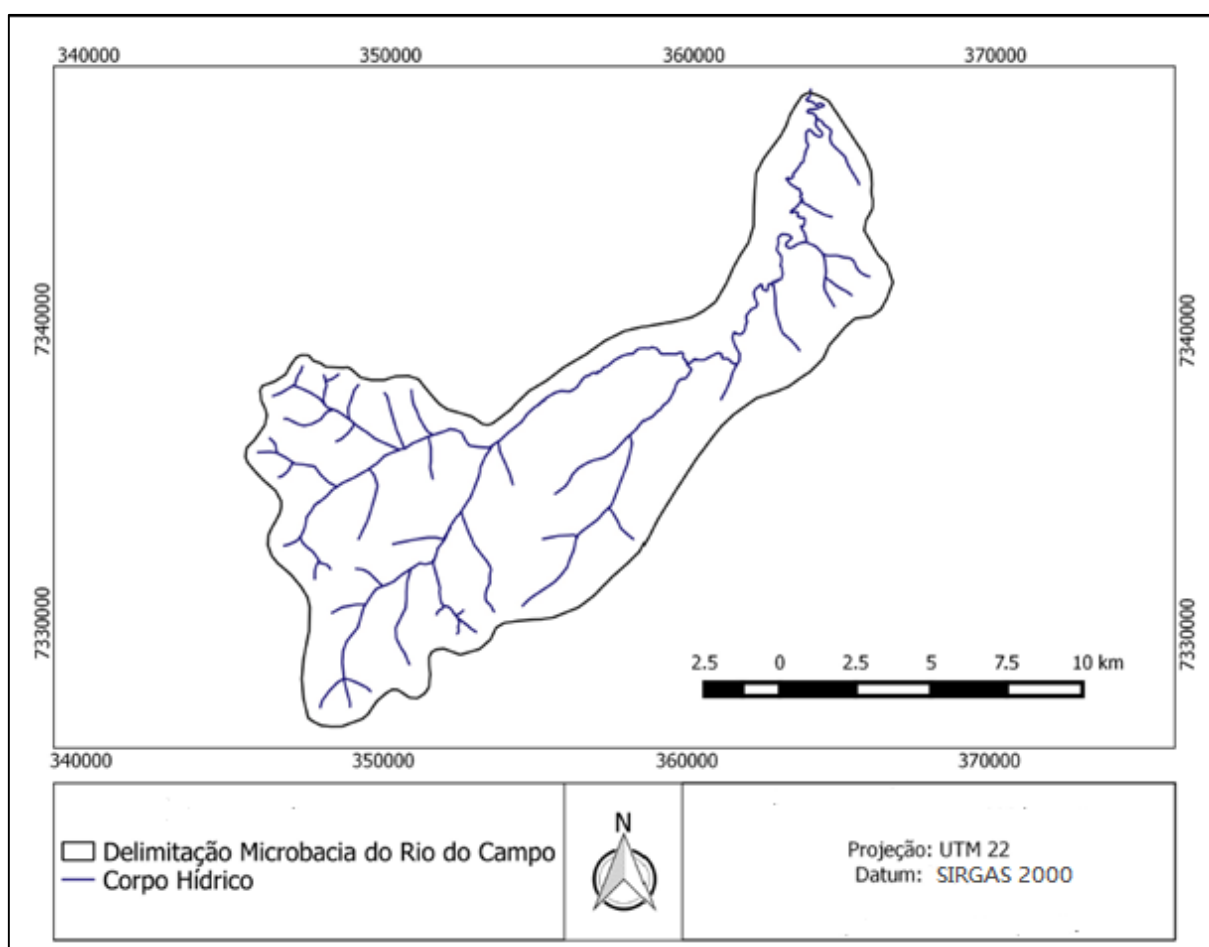


Figura 1: Delimitação da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.
Adaptado de: Topodata, 2015.

Segundo a classificação climática de Köppen, situa-se sob a influência do clima subtropical (Cfa) com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas

pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 2014).

Devido as interações entre as condições climáticas, geológicas e pedológicas apresentadas, a região na qual a Microbacia Rio do Campo está inserida, dispõe de formações vegetacionais do Bioma Mata Atlântica, mais especificamente, está sob área de transição entre Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista, com encraves de formação vegetacional do Bioma Cerrado (MAACK, 1950 apud ITCG, 2009)

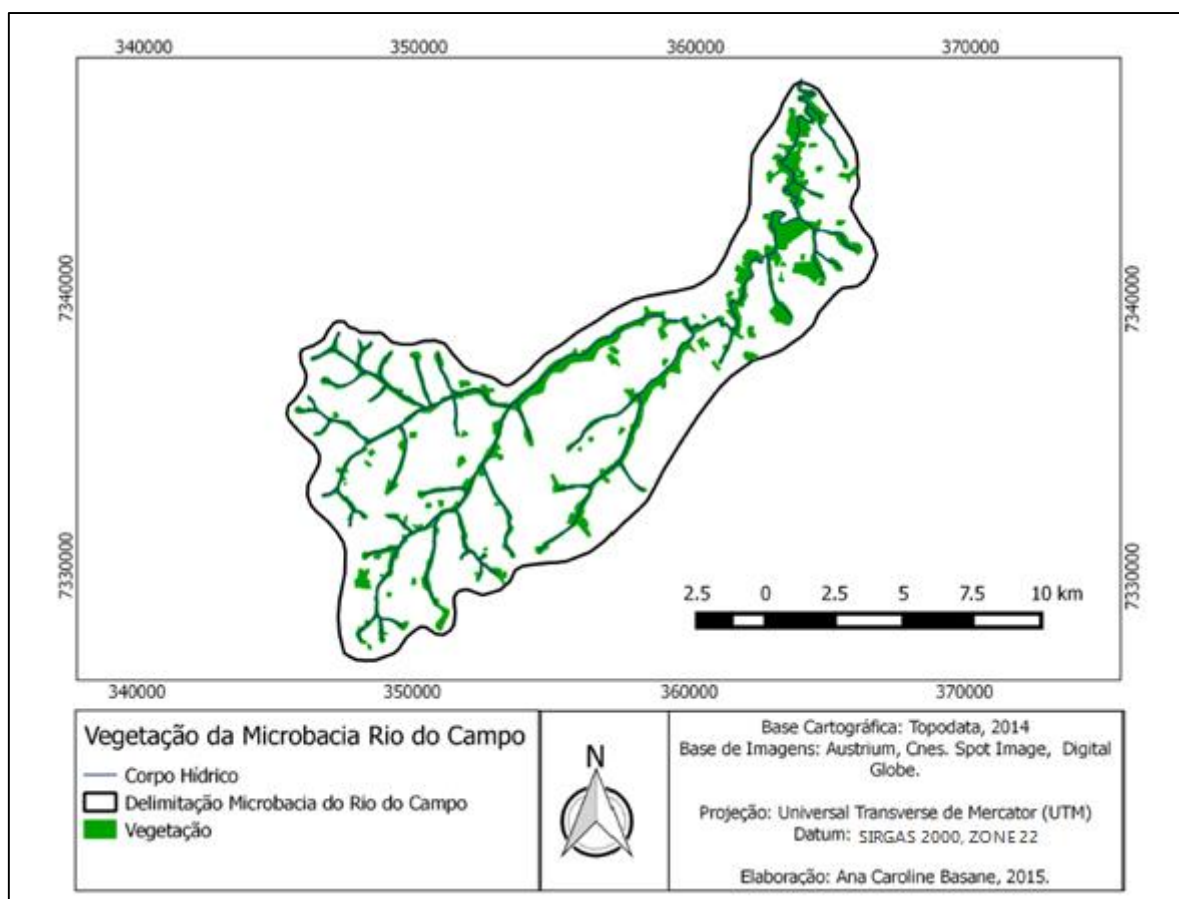


Figura 2: Vegetação da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

A microbacia apresenta apenas resquícios de áreas verdes quando comparado com a períodos pré colonização e urbanização, apenas 13,58 % da área territorial é recoberta por vegetação nativa, ou predominantemente nativa (Figura 3),

a maior parcela existente realiza a função de área de preservação permanente ao entorno dos leitos superficiais.

Ao que se refere aos encraves do cerrado descritos por MAACK, também passam por processo de degradação, de acordo com Antunes et. al. (2009), os fragmentos de cerrado que se encontram em Campo Mourão- PR vem desaparecendo por vários motivos, tais como: retirada de madeiras, falta de dispersores, presença de espécies invasoras e, também, porque essas áreas são usadas como áreas de depósito de resíduos sólidos.

Quanto as características econômicas da área ocupada pela Microbacia Rio do Campo, é válido afirmar que há o predomínio de produção agrícola. Segundo os dados dispostos no Caderno Estatístico do Município de Campo Mourão, o município contribui com a maior porcentagem do território da microbacia em questão, possui aproximadamente 20% da população exercendo atividades empregatícias no comércio, além de que, entorno de 10% da população empregada está contribuindo no ramo agrícola. No ano de 2014, por exemplo foram produzidos cerca de 168 toneladas de soja e 100 toneladas de milho no município (IPARDES, 2015).

4.2 AUTODEPURAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS

A fim de obter o mapeamento da capacidade de autodepuração dos corpos hídricos e perfis de oxigênio dissolvido para a Microbacia Rio do Campo, após lançamento de águas residuárias industriais e de tratamento de esgoto sanitário, realizou-se o cálculo do perfil de oxigênio dissolvido dos corpos hídricos. Para tal, utilizou-se o aplicativo computacional AD' ÁGUA 2.0, um sistema que tem por finalidade estimar parâmetros referentes à autodepuração dos cursos d'água empregando o modelo proposto por Streeter-Phelps no ano de 1925 (SANTOS et. al., 2010).

A hipótese básica no modelo Streeter-Phelps é que o processo de decomposição da matéria orgânica no meio aquático segue uma reação de primeira ordem entre a redução da matéria orgânica e a concentração da matéria orgânica em um instante de tempo de forma proporcional (ANDRADE, 2010).

O modelo utilizado que já fora supracitado, requisitou como dados de entrada valores atinentes a parâmetros de qualidade dos corpos hídricos e efluentes em questão, e demais informações que se seguem (Figura 4).

Os dados referentes a qualidade do corpo hídrico requeridos, foram:

- Oxigênio dissolvido corpo hídrico, a montante do lançamento do efluente;
- Velocidade média do percurso do corpo hídrico;
- Profundidade do corpo hídrico na seção;
- Coeficiente de reaeração;
- Temperatura;
- Demanda bioquímica de oxigênio do corpo hídrico, a montante do lançamento do efluente;
- Vazão do corpo hídrico, a montante do lançamento do efluente;

Além do que, foram necessários dados de entrada atinentes aos parâmetros do efluente a ser lançado, tais como:

- Vazão de lançamento;
- Demanda bioquímica de oxigênio;
- Oxigênio dissolvido;
- Coeficiente de desoxigenação

De forma contínua, também tornou-se necessária a obtenção de informações relativas a altitude do local de coleta. Além das respectivas classes dos corpos hídricos, que levou em conta o disposto na resolução Conama 357 de 2005.

Os corpos hídricos, e respectivos pontos para os quais foram realizadas as análises dos parâmetros supracitados, foram obtidos de forma relacionada ao levantamento de atividades industriais que utilizavam tais corpos hídricos para diluição das águas residuais geradas. Essas informações foram adquiridas no site do sistema global de dados, na página de consulta de licenças ambientais concedidas pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

Figura 3: Janela de dados de entrada dos parâmetros necessários para cálculo do perfil de oxigênio no software AD' ÁGUA.

A busca foi efetuada através do preenchimento do campo município, a partir de tal fez-se o levantamento, constatando-se preliminarmente entre todas as licenças ambientais do município, as que possuíam sua localização na Microbacia Rio do Campo, e *a posteriori* que realizavam lançamentos de águas residuárias.

4.2.1 Obtenção de parâmetros do corpo hídrico

Buscando preencher os requisitos para o cálculo dos perfis de oxigênio dissolvido e autodepuração dos corpos hídricos, coletou-se os dados necessários previstos para o programa Ad' Água 2.0. Os valores de OD utilizados foram obtidos através de medição realizada por sonda multiparamétrica da marca YSI, modelo 6920vz, expresso em valores de mg/L, utilizando o método polarográfico de análise. O dado foi coletado aos dias 27/05/2015.

Em ato contínuo, coletou-se também, os valores de temperatura do corpo hídrico, tendo em vista a capacidade da sonda multiparamétrica citada, em identificar tal valor.

Os valores de velocidade média foram coletados utilizando-se do aparelho de vazão acústico FlowTracker marca SONTEK, em dois dias distintos da estação do outono do ano decorrente.

As medições foram executadas a cada metro de uma margem a outra do rio, com a orientação de uma trena. Em corpos hídricos com profundidade menor que 0,6 m foi efetuada uma leitura a 60% da profundidade, em corpos hídricos que apresentaram profundidade entre 0,6 e 1,2m foram executadas duas leituras, a 20% e 80% da profundidade verificada.

O FlowTracker, aparelho utilizado, é um medidor biestático de velocidade pontual que se utiliza do efeito Doppler para medir a velocidade da água. O Flowtracker mede a velocidade da seguinte maneira: o transmissor gera um pulso curto de som, em uma frequência conhecida, o som é refletido em todas direções pelo material particulado (sedimento, pequenos organismos), uma porção da energia refletida viaja de volta através do feixe do receptor, o sinal refletido é amostrado pelos receptores acústicos. O efeito Doppler é proporcional a velocidade das partículas através dos vetores do receptor e do transmissor.

O parâmetro de Profundidade do corpo hídrico foi realizado utilizando-se a haste numérica, acoplada ao medidor de vazão FlowTracker marca SONTEK. Além de que, o aparelho após medida apresentou os valores de profundidade média do corpo hídrico em análise.

Os valores de Coeficiente de desoxigenação foram utilizados de acordo com o manual apresentado pelo programa AD' AGUA, escrito por Santos et. al. (2010), cita que o coeficiente de desoxigenação (k_1) depende do tipo da matéria orgânica e do grau de tratamento, além da temperatura e da presença de substâncias inibidoras. Efluentes tratados, por exemplo, possuem uma taxa de degradação mais lenta, pelo fato da maior parte da matéria orgânica mais facilmente assimilável já ter sido removida, restando apenas à parcela de estabilização mais vagarosa. Tomando uma temperatura de 20° da água, os valores para o coeficiente de desoxigenação, utilizados podem variar de 0,35 d⁻¹ a valores menores que 0,12 d⁻¹ (Tabela1).

Tabela 1: Valores para coeficiente de desoxigenação de acordo com o tratamento do efluente.

Coeficientes de desoxigenação	
ORIGEM	K1 (d⁻¹)
Água residuária concentrada	0,35 – 0,45
Água residuária de baixa concentração	0,30 – 0,40
Efluente primário	0,30 – 0,40
Efluente secundário	0,12 - 0,24
Efluente terciário	0,10 – 0,20
Rios com águas limpas	0,09 – 0,21
Água para abastecimento público	< 0,12

Fonte: SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, 1996.

Os valores do coeficiente de reaeração (K_2), foram calculados pelo próprio software AD Água 2.0.

A informação das classes dos corpos hídricos, foi baseada na portaria SUREHMA Nº019/92 de 12 de maio de 1992, que classifica os corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Ivaí em um modelo generalista.

A Demanda bioquímica de oxigênio, por fim, os dados de utilizados partiram do disposto na resolução Conama 430 que indica que corpos hídricos DBO5: dos corpos hídricos segundo sua classificação.

Os valores de vazão foram adquiridos a partir de duas metodologias diferenciadas. Regionalização da vazão utilizando dados históricos para a mesma bacia hidrográfica (Seção 4.2.1.1) e a segunda de maneira prática utilizando um medidor de vazão acústico FlowTracker marca SONTEK.

As coletas foram realizadas no período do outono do ano de 2015, de forma a minimizar as influencias pelos meses com maior nível de precipitação concentrados nos meses da estação do verão.

4.2.1.1 Cálculo de regionalização da vazão

Devido a variação exercida no parâmetro vazão dos corpos hídricos frente as diferentes estações do ano, e suas transições temporais, entendeu-se a necessidade de analisá-la a partir de dados indexados em séries históricas, objetivando alcanças as tendências de vazão mínima, de importância para este trabalho, tendo em vista o

objetivo de estudar a autodepuração do corpo hídrico, frente ao lançamento de um determinado efluente tratado.

A fim de considerar tais dados históricos, determinou-se a utilização da metodologia de cálculos de regionalização da vazão para dados referentes a Microbacia Rio do Campo.

Segundo Tucci (2002), o estudo de regionalização é realizado para determinar a transferência de informações de um local para o outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. O princípio da regionalização se baseia na similaridade espacial destas informações que permitem essa transferência.

Para o cálculo de regionalização das vazões na Microbacia Rio do Campo, foi utilizado dados históricos de vazão (Q) e cotas (H), obtidos no site HidroWeb do sistema global de dados, referentes a área em estudo.

Os dados em questão, são gerenciados pelo Instituto Águas Paraná, e coletados por uma estação fluviométrica, localizada no ponto de coordenadas UTM , y 7337836.78 e x 355843.06, especificamente no ponto de monitoramento da Estação de Tratamento de Água do município de Campo Mourão.

Os valores de vazão e cotas obtidos, foram alocados em colunas do editor de planilhas, *Excel*, em ato contínuo, realizou-se a elaboração de gráfico, a fim de obter-se a relação entre os dados de cotas e vazões, gerando sua respectiva equação, denominada equação da curva chave.

Em seguida, aplicou-se a equação da curva chave aos dados de cota (H) diários referentes ao espaço-temporal de 4 anos, impetrando os dados de vazão regularizados.

Com os dados de vazão obtidos da forma supracitada, calculou-se a probabilidade de ocorrência da vazão, podendo-se relacionar o valor de referência para 95% probabilidade, ou seja, o valor de Q95%.

Vale salientar, que o valor de referência Q95%, é utilizado de forma abrangente, tendo em vista sua capacidade de representar a vazão mínima de um curso de água, ou seja, a vazão que é superada em 95% do tempo. Devido a eficiência demonstrada, é empregada como valor de referência para concessão de outorga de uso da água e na caracterização da disponibilidade hídrica dos cursos d'água entre outros (SILVA; FARIAS; COELHO, 2011).

Isto posto, faz-se a relação entre o valor encontrado para Q95%, pela área da bacia de drenagem a montante do ponto de coleta dos dados hidrológicos. O valor

encontrado trata-se da vazão específica, que multiplicada pela área de contribuição das demais microbacias inseridas na área de estudo, gerou os valores de vazão específicas.

O estabelecimento das áreas de drenagem foi realizado com o emprego do software Qgis, em meio ao processo de mapeamento.

4.2.2 Obtenção de parâmetros do efluente

Realizou-se inicialmente, levantamento quanti-qualitativo dos empreendimentos industriais que incluem em seu processo de tratamento de efluentes, o lançamento de águas residuárias de seus respectivos tratamentos nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo. Para tal, realizou-se consulta ao sítio do Instituto Ambiental do Paraná, intitulado Consulta de Licenças, indexado no sistema global de redes de computadores (IAP, 2015).

Tabela 2: Questionário aplicado aos empreendimentos da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Questionário para aplicação
1. Processo produtivo realizado no empreendimento.
2. Quantidade da produção realizada diariamente;
3. Geração de efluentes;
4. Processo de tratamento dos efluentes;
5. Média dos valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio do efluente final;
6. Média dos valores de Oxigênio Dissolvido do efluente final;
7. Vazão de lançamento do efluente final;

Tendo em vista o exposto, realizou-se levantamento junto aos empreendimentos que lançam efluentes industriais e Estação de Tratamento de Esgoto gerenciado pela Companhia de Saneamento do Paraná, por meio de um questionário, abordando tópicos sobre o sistema de produção e tratamento dos efluentes gerados (Tabela 2).

4.3 ELABORAÇÃO DE PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

A série de cartas elaboradas neste trabalho, foi realizada calcado em dados disponíveis gratuitamente no sistema global de redes de computadores interligadas, e elaborados no SIG QGIS (QGIS, 2015), versão 2.6.0 Brighton.

O QGIS, escolhido para desenvolver a etapa de mapeamento, é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de utilização facilitada, é um Software Livre licenciado sob a GNU General Public License.

Utilizou-se de forma associada os complementos disponíveis na versão citada do programa, mais especificamente Open Layers Plugins versão 1.3.6, no qual fora empregado Google Maps, com extensão do Google Satellite, que apresentou imagens Terra Matrics, 2013.

As cartas elaboradas, utilizaram também como base de informação, as imagens de altitude disponíveis no modelo digital SRTM, obtido na página topodata, que foram posteriormente georreferenciados no próprio QGIS 2.6.0 , a fim de modificar o sistema de projeção para UTM.

Com está base de dados, fora construída as camadas de delimitação da microbacia em questão, traçado dos corpos hídricos e áreas de drenagem

Para realizar a elaboração de cartas de autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos receptores de águas residuárias, baseou-se nos valores para OD obtidos após lançamento das águas residuária nos corpos hídricos em questão.

A localização de cada indústria foi georreferenciada após a captura das coordenadas com o auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS) Garmin eTrex H Handheld GPS Navigator. Os pontos de lançamento de efluentes e os pontos medição de vazão e análise dos parâmetros de qualidade de água também foram coletados com o auxílio do GPS, efetuando-se mesmo procedimento.

A partir dessa camada com os pontos de localização das industrias, local de lançamento de efluentes, foram inseridos os resultados dos perfis do oxigênio dissolvido realizados pelo programa AD' ÁGUA 2.0 para a elaboração do produto principal.

Foram também mapeados o uso do solo ocupado por vegetação nativa, ou parcialmente nativa, utilizando-se das imagens disponibilizadas pela extensão do Google Satellite no software Qgis.

Além do que, e por fim, mapeou-se os perfis de oxigênio dissolvido utilizando-se dos dados dispostos pelo programa AD Água 2.0, para valores inferidos através de dados de vazões regionalizadas.

5 RESULTADOS

5.1 LANÇAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA MICROBACIA RIO DO CAMPO

Encontram-se licenciados no segmento territorial da microbacia hidrográfica do Rio do Campo, pelo órgão ambiental competente (IAP, 2014), 4 (quatro) empreendimentos que utilizam os corpos hídricos ali existentes como destinação final de seus efluentes líquidos, dos quais, 2 (dois) vinculados ao setor alimentício, 1 (um) à indústria têxtil, e 1 (um) aos sistemas de saneamento de esgoto doméstico urbano (Figura 5).

As indústrias do setor alimentício, constituem-se de dois abatedouros de bovinos e suínos, que realizam suas atividades as margens do Córrego Água dos Papagaios, um dos afluentes do Rio do Campo, suas atividades estão outorgadas por suas licenças de operação nº 19018 e 7320. Os empreendimentos serão intitulados respectivamente como A e B neste trabalho de pesquisa. Tais empreendimentos distam entre si cerca de 400m.

A indústria têxtil, localiza-se também, as margens do Córrego Água dos papagaios, próximo, em uma distância de entorno de 520m, de sua confluência com o corpo hídrico do Rio Campo, constitui-se de uma empresa que segundo sua licença de operação, realiza a atividade de malharia e tinturaria na fabricação e acabamento de fios de tecido.

A Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), também licenciada ambientalmente na Microbacia Rio do Campo é gerida pela empresa de economia mista Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), está localizada no Rio do Campo, próximo a sua confluência com o Rio km 119.

Cabe ressaltar que esta microbacia também faz-se suporte para o abastecimento de água do município de Campo Mourão, com pontos de captação de água no corpo hídrico Rio do Campo, em ponto a montante do lançamento de efluentes industriais. Especificamente no bairro Lar Paraná, asa oeste do município de Campo Mourão.

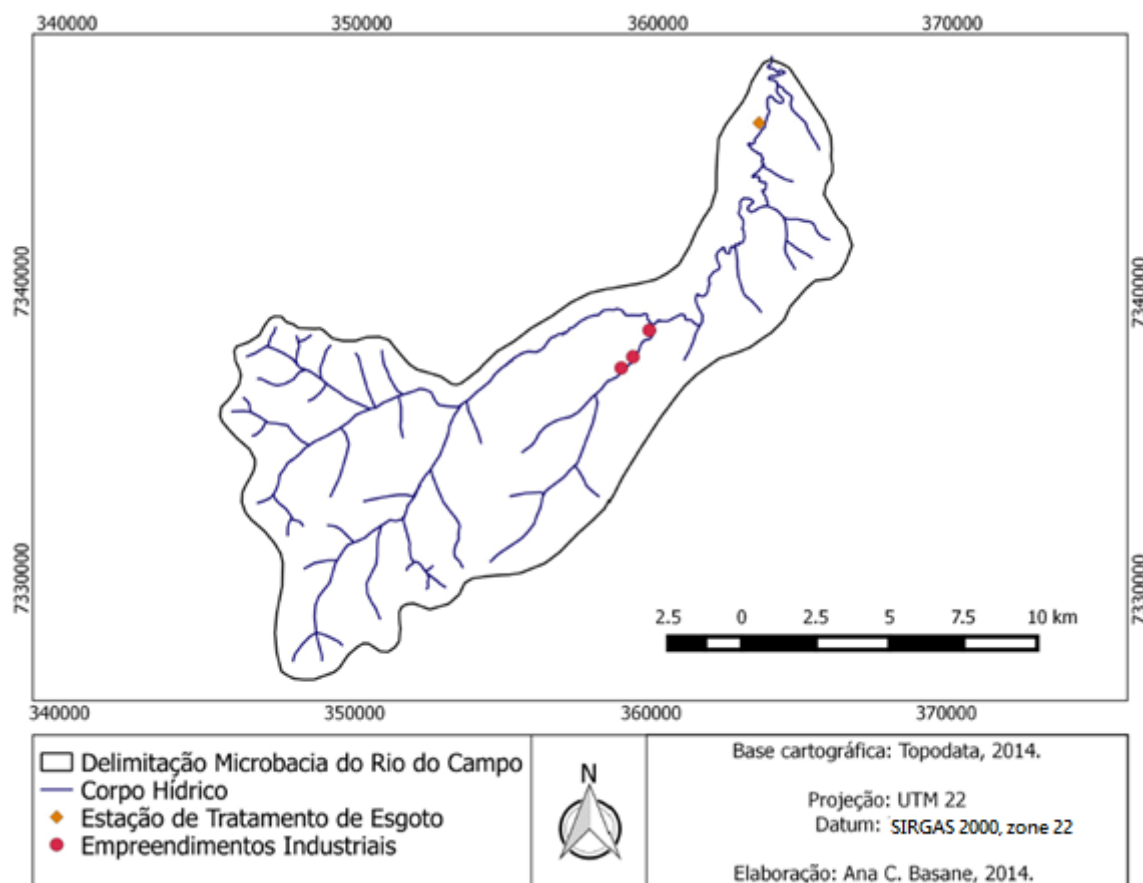


Figura 4: Localização dos empreendimentos industriais que realizam lançamento de águas residuárias nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

De forma a entender os impactos do lançamento de águas residuárias industriais sobre a bacia do rio do campo, sob o aspecto da autodepuração dos corpos hídricos receptores e depleção de oxigênio dissolvido, serão explicitadas suas características de forma detalhada. Além do que, entender as singularidades dos corpos hídricos que fazem suporte para o lançamento de tais águas residuárias.

5.2 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DOS CORPOS HÍDRICOS

5.2.1 Dados hidrológicos

Calculado na localização dos empreendimentos que realizam o lançamento de efluentes industriais tratados na Microbacia Rio do Campo, realizou-se a coleta de

dados hidrológicos de algumas secções dos corpos hídricos, foram estes: Córrego Água dos Papagaios, água dos papagaios e o Rio do Campo, que dá nome a microbacia.

As coletas foram realizadas em pontos a montante dos lançamentos dos efluentes tratados, com exceção do empreendimento de tratamento de esgoto sanitário urbano, para o qual, foram coletados dados hidrológicos a jusante do lançamento devido a impossibilidade de efetuar as análises, por suas características de margem e profundidade do corpo hídrico a montante.

Foram estabelecidos 3 (três) pontos para coleta (Figura 6). O primeiro a montante do abatedor de bovinos e suínos A, que também fora utilizado de referência para o cálculo do perfil do oxigênio dissolvido juntamente com os dados do abatedouro B.

O fato de utilizar os dados hidrológicos do primeiro ponto, para o cálculo de autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido par ao segundo empreendimento, se deu pela proximidade dos pontos de lançamento, e a ressalva de que até o presente momento o abatedor de bovinos e suínos A, não está efetuando o lançamento de águas residuárias no corpo hídrico Córrego Água dos Papagaios.

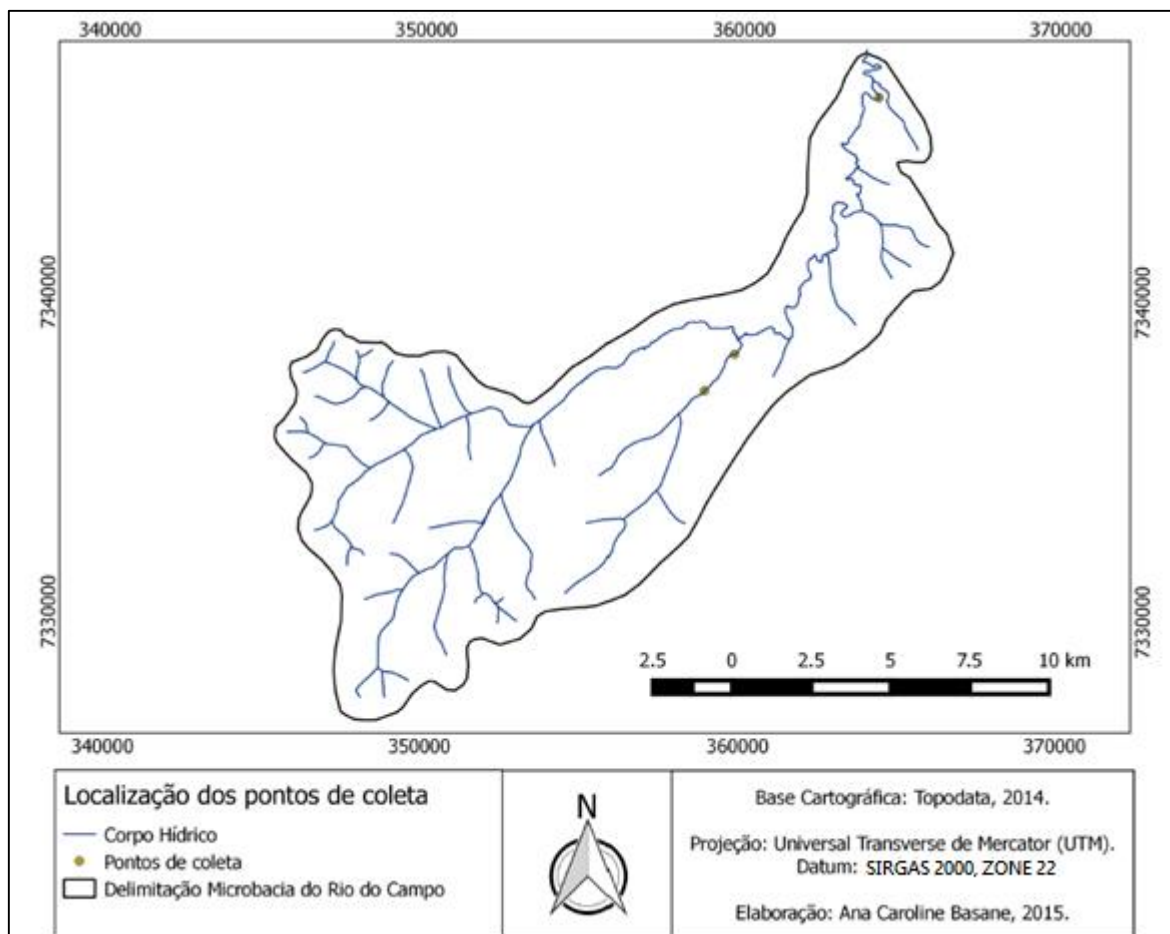


Figura 5: Pontos de coleta de dados hidrológicos na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

O primeiro ponto de coleta está localizado especificamente sobre as coordenadas $x:358857.71$ m e $y:7337132.55$ m (UTM).

O segundo ponto de coleta, está localizado 266 m a montante do ponto de lançamento de águas residuárias da indústria têxtil em questão, no corpo hídrico do Rio dos Papagaios (Figura 6). Está localizado de forma transversal a uma via de acesso rural, que se liga a Rodovia BR 487. Com coordenadas UTM, $x:359778.49$ m e $y:7338242.68$ m.



Figura 6: Segundo ponto de coleta de dados hidrológicos na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Por fim, o terceiro ponto de coleta de dados, localiza-se no corpo hídrico do Rio do Campo, sob as coordenadas UTM x:364320.10 m e y: 7346301.78 m , 900m a jusante do ponto de lançamento de águas residuárias da estação de tratamento de esgoto (Figura 8). Está próximo à Rodovia BR 158, que liga a cidade de Peabiru a cidade de Campo Mourão.



Figura 7: Terceiro ponto de coleta de dados hidrológico no Rio do Campo, Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

As atividades de coleta foram realizadas em duas datas distintas da estação do outono do ano de 2015, nos meses de abril e maio. As condições meteorológicas variaram para os distintos dias. A primeira coleta foi realizada aos dias 22 de abril, na qual, o tempo apresentou-se com variação de temperatura entre 18,9 a 23,6°C, umidade do ar entorno de 95% e precipitação após período da realização da coleta, no montante de 10 mm (INMET, 2015).

A seção determinada para a coleta no ponto 1 (um), apresentou valores de profundidade que variaram entre 0,24 e 0,44 m, a velocidade máxima apresentada ficou entorno de 0,728m/s e a mínima em valores próximos a 0,01 m/s, com margem de erro de 3,02%. Já os valores de profundidade para o ponto 2 (dois), alteraram de 0,54 a 0,42m e os de velocidade entre 0,997 m/s e 0,249 m/s com margem de erro de 7,5%. Os valores de profundidade para o ponto de coleta 3 (três), alternaram entre 0,20 e 0,58m, e valores de velocidade de 1,30m/s e 0,50 m/s com erro de aproximadamente 3,5%. Os dados de vazão constatados para os 3 pontos variaram entre 0,59 e 4,07m³/s (Tabela 3)

Tabela 3: Valores referentes aos parâmetros coletados nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Coleta 1				
Parâmetros	P1	P2	P3	Data
Largura (L)	3,470m	2,500m	13,35m	22/04
Área da secção (A)	1,09 m ²	1,045m ²	4,449m ²	22/04
Profundidade média (Pm)	0,317m	0,418m	0,333m	22/04
Velocidade média (Vm)	0,538m/s	0,691m/s	0,916m/s	22/04
Vazão (Q)	0,591m ³ /s	0,721m ³ /s	4,076m ³ /s	22/04
Temperatura (T)	21°C	21°C	22,8°C	22/04

As condições meteorológicas alusivas a data da segunda coleta, deu-se com temperaturas que variaram de 19,6 a 8,2°C, umidade relativa do ar variando entre 77 a 97%, não houveram precipitações na data em questão, porém os três dias que a antecederam, apresentaram níveis de precipitação de 17, 25 e 31mm respectivamente por dia (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2015).

Tabela 3: Valores referentes aos parâmetros coletados nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Coleta 2				
Parâmetros	P1	P2	P3	Data
Largura (L)	3,500m	2,65m	12,70m	29/05
Área da secção (A)	1,145m ²	1,145m ²	4,424m ²	29/05
Profundidade média (Pm)	0,327m	0,405m	0,357m	29/05
Velocidade média (Vm)	0,530m/s	0,772m/s	0,994m/s	29/05
Vazão (Q)	0,607m ³ /s	0,829m ³ /s	4,397m ³ /s	29/05
Temperatura (T)	17,6°C	17,96°C	18,86°C	29/05

Os valores hidrológicos de velocidade e vazão dos corpos hídricos coletados no dia 29/05 (segundo dia de coleta) apresentaram distinções quando comparados com os dados do primeiro dia de coleta (Tabela 5), situação ocorrida *in tesi* devido aos níveis de precipitação que se deram na semana da segunda coleta.

5.2.2 Regionalização das curvas de vazão

A partir de dados históricos obtidos para área de drenagem do ponto de captação de água do município de Campo Mourão, exercido pela Companhia de Saneamento do Paraná, pode-se aplicar o método de regionalização para as demais áreas de drenagem que constituem a Microbacia Rio do Campo, tendo em vista a proximidade territorial, a permanência das características dos corpos hídricos e dados de pluviosidade.

Para tal utilizou-se valores referentes a vazão e cotas do corpo hídrico, datadas dos anos de 2006 a 2010. Os valores de vazão variaram de 0,64 m³/s até valores de 7,05 m³/s, já os dados das respectivas cotas variaram de 83 a 127m. A relação entre estes dois parâmetros gerou os valores de curva de permanência (Figura 9).

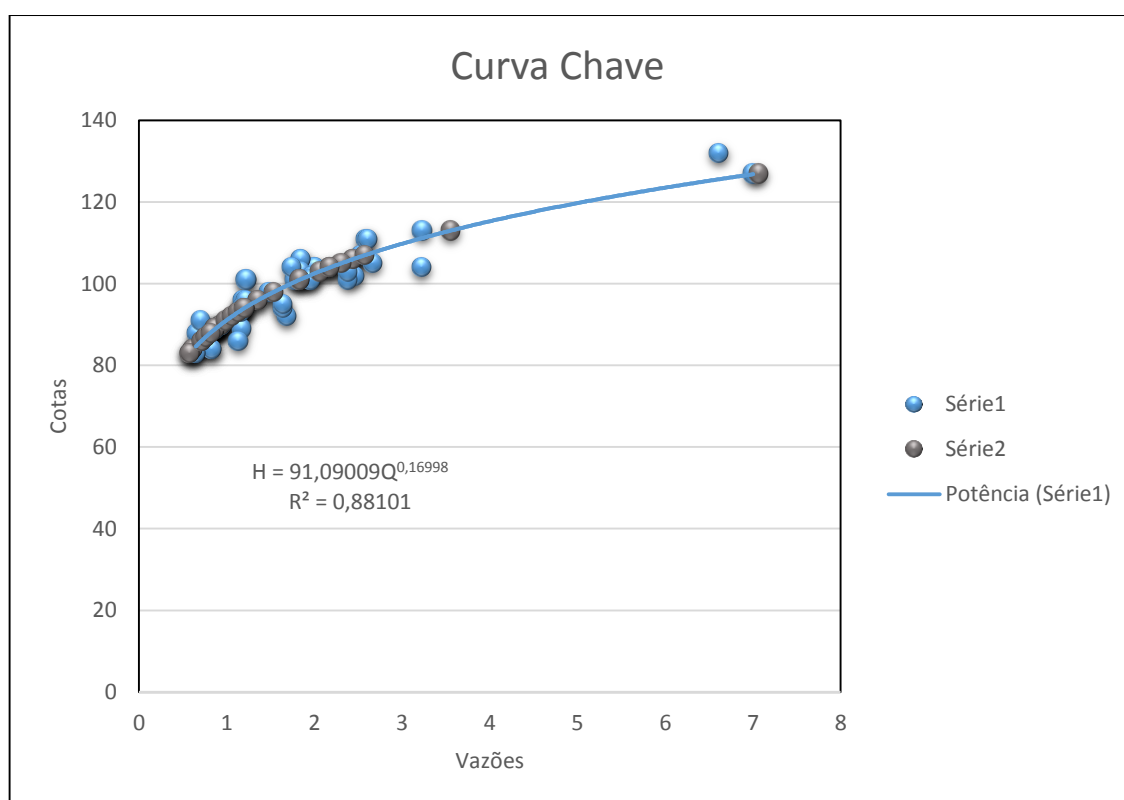


Figura 8: Curva chave para regionalização das vazões na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

A curva chave encontrada gerou também, sua respectiva equação (1), da qual utilizou-se empregando diversos dados de cotas para a área de drenagem em em questão, gerando-se diversos valores de vazões regularizadas.

$$H = 91,09009Q^{0,16998} \quad (1)$$

As vazões regularizadas passaram por aplicação do método simples de probabilidade, a fim de aferir a perspectiva existentes para a repetição de valores de vazão ao longo do tempo. Gerando assim o gráfico de probabilidade de ocorrência (Figura 9).

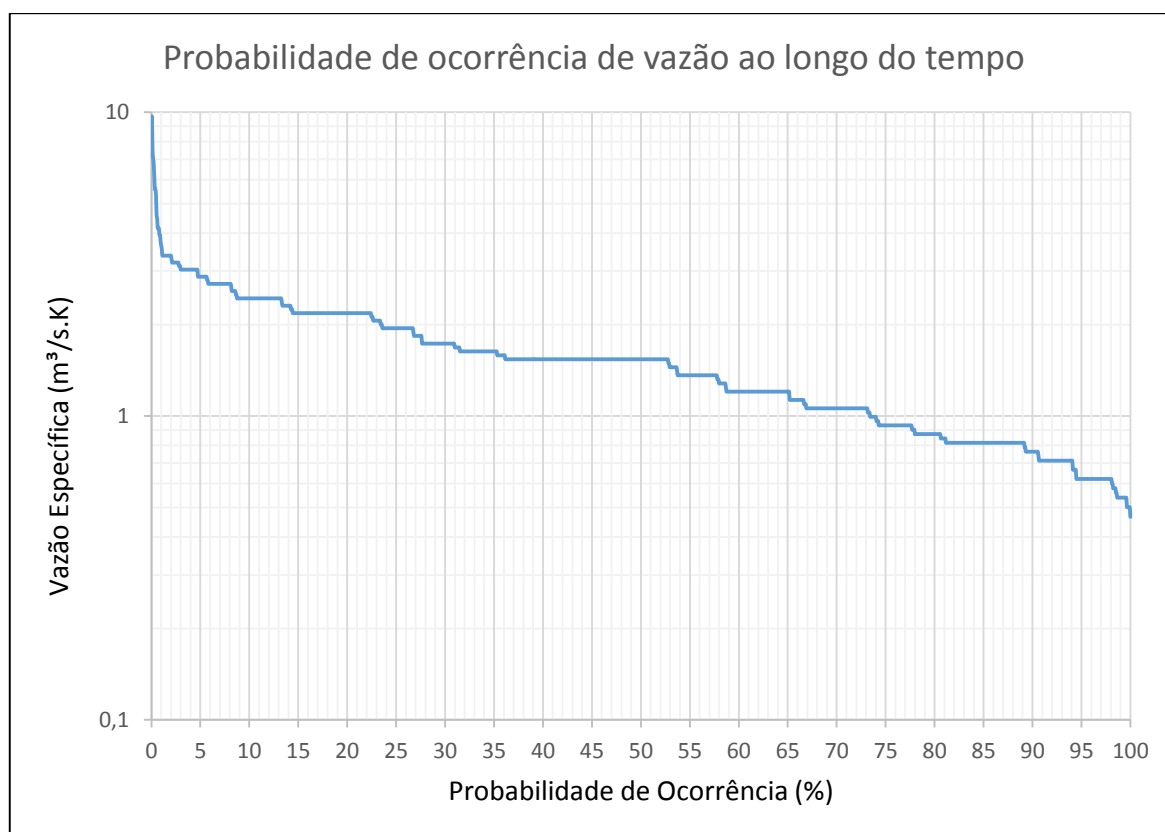


Figura 9: Valores de probabilidade de ocorrência de valores distintos de vazão para a Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

A probabilidade de valores de vazão para a área de drenagem a montante do ponto de abastecimento de água da Sanepar durante o tempo, variaram de 0,465m³/s para 100% do tempo até 9,68m³/s para 0,5% do tempo. Para 95% do tempo, ou seja, para Q95%, dos casos, fora determinado com o valor de 0,620819 m³/s para uma área de drenagem de 79km². Realizando a relação entre o valor de Q95 e a área de 79,

obteu-se o valor de vazão de referência: 0,007858 m³/s.km², que multiplicado pelas demais áreas da microbacia geraram às demais vazões regionalizadas.

A fim de determinar os valores de Q95% para as demais áreas de drenagem da Microbacia Rio do Campo, mapeou-se com o auxílio do Qgis, os possíveis limites de áreas de drenagem a montante dos pontos de lançamento de águas residuárias dos empreendimentos localizados na área em questão (Figura 11).

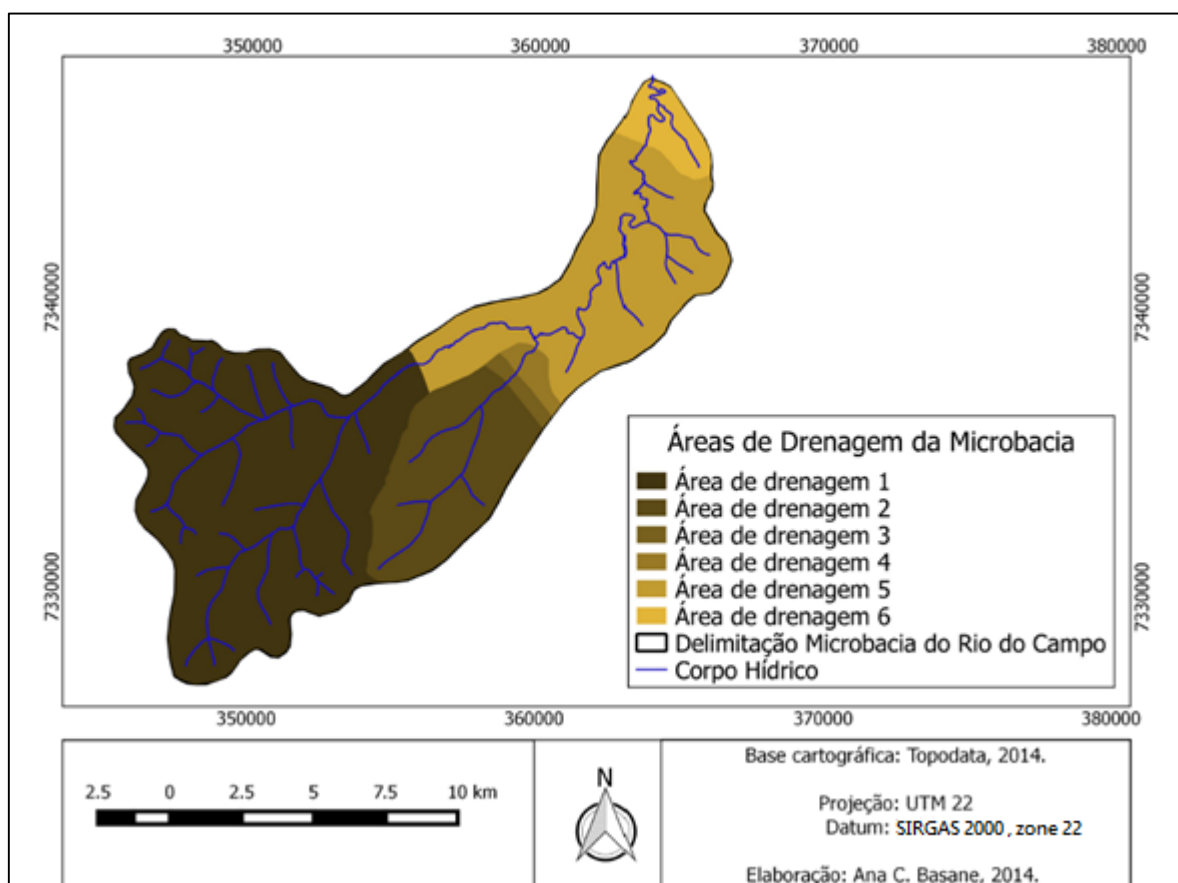


Figura 10: Delimitação das áreas de drenagem da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Por fim utilizando o mesmo SIG supracitado, calculou-se as áreas de drenagens expressas em km², foram identificadas e delimitadas 6 (seis) áreas, que apresentaram valores de 79 a 1,7 km², que em totalizam a área da Microbacia Rio do Campo, com aproximadamente 170 km² (Tabela 6).

Tabela 4: Áreas de drenagem da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Áreas de drenagem	
Áreas de drenagem	Área (km ²)
Área de drenagem 1	79 km ²
Área de drenagem 2	30,7km ²
Área de drenagem 3	1,7 km ²
Área de drenagem 4	2,7 km ²
Área de drenagem 5	48,8 km ²
Área de drenagem 6	6,8 km ²
Total	170,00km ²

A partir da inferência das áreas de drenagem, realizou-se o somatório das áreas necessárias para o cálculo das vazões regionalizadas, evidenciou-se a quantia de 5 áreas de drenagem, a partir das quais calculou-se os valores de vazão específica, multiplicando o valor de vazão de referência, e assim obtendo-se os valores de vazões específicas regionalizadas.

Tabela 5: Vazão específicas referentes as áreas de drenagem a montante da descarga de efluentes na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão – Paraná..

Vazões específicas regionalizadas			
Ponto de drenagem	Somatório das áreas de drenagem	Área total (km²)	Vazão Específica (m³/s.)
Ponto de Abastecimento	Ad1 = 79,00	79,00	0,6207
Área de drenagem Empreendimento 1	Ad2 = 30,7	30,7	0,2412
Área de drenagem Empreendimento 2	Ad2 + Ad3 = 30,7 + 1,7	32,4	0,2545
Áreas de drenagem Empreendimento 3	Ad2 + Ad3 + Ad4 = 30,7 + 1,7 + 2,7	35,1	0,2758
Área de drenagem Empreendimento 4	Ad 1 + Ad2 + Ad3 + Ad4 = 79 + 30,7 + 1,7 + 2,7 + 48,8	162,9	1,2824

Os valores de vazões específicas regionalizadas, foram utilizadas a fim de analisar os perfis de oxigênio e a autodepuração dos corpos hídricos com o auxílio do programa AD Água, considerando-as como valores mínimos de vazão (Tabela 7).

5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES LANÇADOS

5.3.1 Abatedouros de animais

O abate de bovinos e suínos, assim como de outras espécies animais, é realizado para obtenção de carne e de seus derivados, destinados ao consumo humano. O processo se dá a partir do abate dos animais, produzindo carcaças (carne com ossos) e vísceras comestíveis. Algumas unidades também fazem a desossa das carcaças e produzem os chamados “cortes de açougue”, porém não industrializam a carne (PACHECO; YAMANAKA, 2008)

A quantidade e as características dos resíduos gerados em abatedouros variam de forma significativa, desde o tipo de animal a ser abatido, porte físico do mesmo, tipo de planta industrial, técnicas utilizadas durante o abate e grau de automação, além das técnicas de limpeza e higienização de equipamentos e ambientes. O consumo de água é de aproximadamente 2500 L por boi abatido (SPERLING, 1997).

O efluente de abatedouro caracteriza-se principalmente por: alta carga orgânica (presença de sangue, gordura, esterco, conteúdo estomacal e intestinal), altos conteúdos de nitrogênio, fósforo e sal (DORNELLES, 2009). Por derradeiro, são considerados capazes de aumentar os níveis de nitrogênio, fósforo, sólidos totais, e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) nos corpos receptores, deixando-os parcialmente eutrofizados (DIAS, 2011)

A área em estudo deste trabalho, Microbacia Rio do Campo, é contemplado com a existência de 2 (dois) abatedouros de animais. De forma singular, o frigorífico B. realiza a atividade de abate e beneficiamento de bovinos. Enquanto que o abatedouro A., realiza a atividade com animais bovinos e suínos. Formatando suas particularidades.

5.3.1.1 Abatedouro A

O abatedouro bovino A, localiza-se as margens do Rio dos Papagaios, em área predominantemente rural, especificamente, entre as coordenadas UTM: x:358792.43 e y:7337337.19 e x:359000.73 e y:7337298.15 (Figura 12).

Segundo informações dispostas pelo gerente de produção, são abatidos diariamente em torno de 50 bovinos e 30 suínos no empreendimento. Existindo variações conforme a necessidade de mercado.

O processo de abate realizado gera quantidades significativas de efluentes, tendo em vista a necessidade de higienização constante dos materiais e ambientes, assim como os procedimentos realizados para tranquilizar os animais em momentos que antecedem o abate.

O tratamento do efluente gerado, consiste de remoção de sólidos grosseiros, realizado pelo processo de gradeamento, seguido de caixas de gordura, em ato contínuo o efluente líquido passa por peneiras para remoção de sólidos sedimentáveis e em suspensão, finalizando o tratamento primário. Em seguida, inicia-se o tratamento secundário, realizado através de tratamento biológico, por meio de lagoas de estabilização biológica sem aeração (Figura 8 1, 2 e 3), principalmente por ação biológica, devido à característica biodegradável do conteúdo remanescente dos efluentes do tratamento primário.



Figura 11: Lagoas de tratamento de efluentes do abatedor A, Campo Mourão - Paraná.

A priori, a destinação do efluente é realizada por infiltração no solo, a partir da percolação das águas residuária oriundas do tratamento. Para fins de obter

renovação do licenciamento ambiental, a empresa em questão está passando por processo de adequação do seu sistema de tratamento de efluentes, com o intuito de realizar a disposição no corpo hídrico, Rio dos Papagaios, de forma a atender as condicionantes legais previstas nas resoluções CONAMA 430/2011, CEMA 70/2009, CONAMA 357/2005 e IAP 019/2006.

O Efluente apresenta ao fim de seu tratamento as seguintes características: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em valores de 85 mg/L, Demanda Química de Oxigênio (DQO) 343 mg/L, Oxigênio Dissolvido (OD) 1,46 mg/L, porém utilizou-se para fins de cálculo de autodepuração neste trabalho, apenas os valores de DBO, OD e vazão de lançamento prevista (Tabela 8).

Tabela 6: Padrões de qualidade dos efluentes industriais do Abatedouro A, Campo Mourão - Paraná.

Características do efluente	
Oxigênio Dissolvido (OD)	1,46 mg/L
Vazão (Q)	0,0031 m ³ /s.
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	85 mg/L

Os valores encontram-se superiores ao indicado nas resoluções supracitadas, as quais determinam que os valores de DBO não devem exceder o valor de 60 mg/L e OD devem obedecer ao valor mínimo de 8 mg/L.

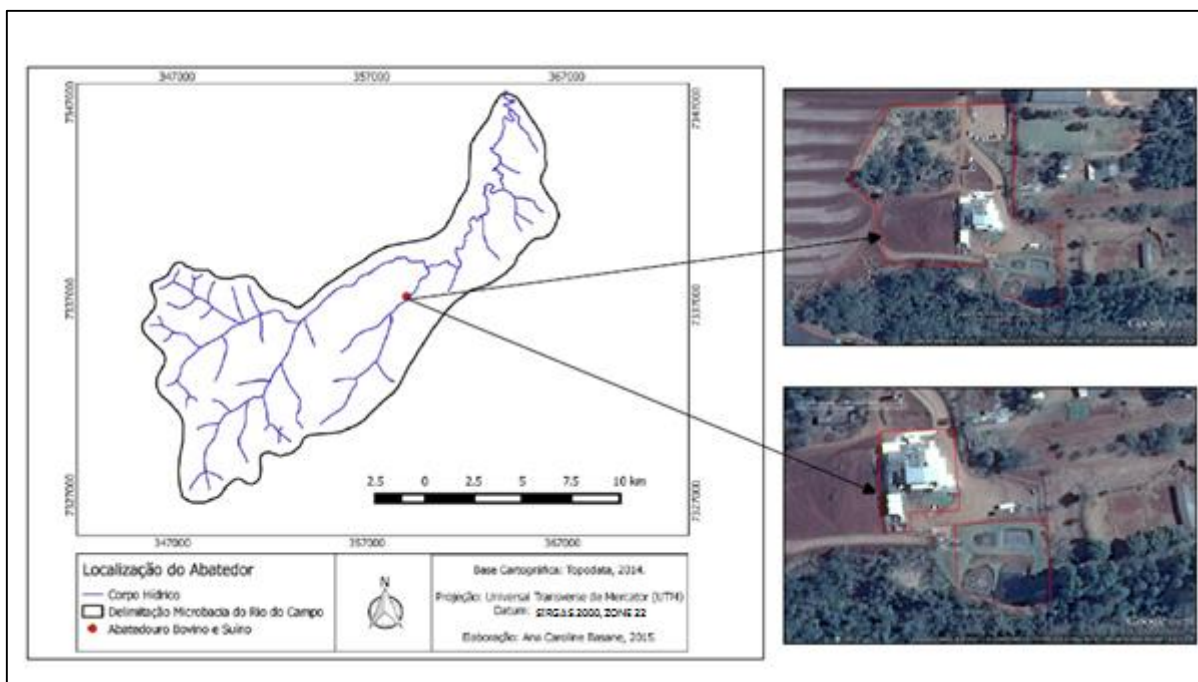


Figura 12: Localização do Abatedor A, Campo Mourão - Paraná.

5.3.1.2 Abatedouro B

O abatedouro B., localiza-se as margens do Rio dos Papagaios, entre a transição da área urbana, no bairro Vila Candida, e área rural, mais especificamente, entre as coordenadas geográficas Lat: S24° 4'8.08"- Long: O 52°23'6.99" e Lat: S 24° 3'58.36"- Long: O 52°23'4.09".

Segundo informações dispostas pelo proprietário, são abatidos diariamente entorno de 75 bovinos no empreendimento. O processo de abate realizado gera quantidades significativas de efluentes, tendo em vista a necessidade de higienização constante dos materiais e ambientes, assim como os procedimentos realizados para tranquilizar os animais em momentos que antecedem o abate. São lançados no corpo hídrico cerca de 0,004 m³/s de efluentes tratados.

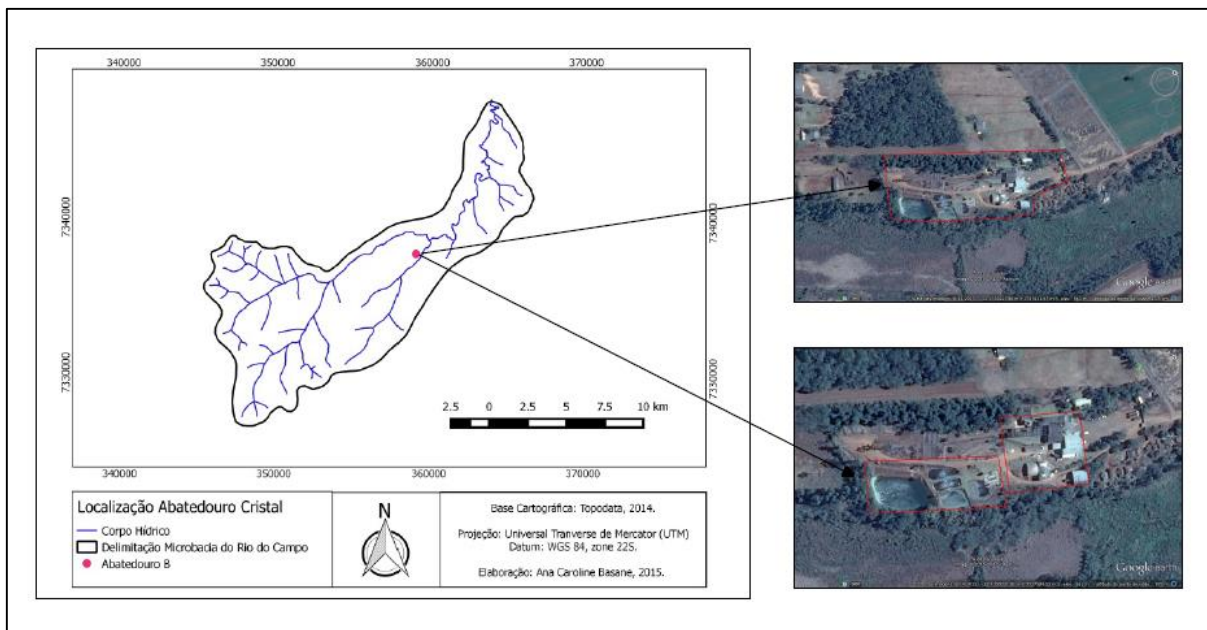


Figura 13: Localização do abatedouro B, Campo Mourão - Paraná.

O tratamento do efluente gerado, consiste de remoção de sólidos grosseiros, realizado pelo processo de gradeamento, seguido de caixas de gordura, em ato contínuo o efluente líquido passa por peneiras, para remoção de sólidos sedimentáveis e em suspensão, finalizando o tratamento primário. Em seguida, inicia-se o tratamento secundário, realizado através de tratamento biológico, por meio de lagoas de estabilização biológica sem aeração (Figura 13), principalmente por ação biológica, devido à característica biodegradável do conteúdo remanescente dos efluentes do tratamento primário. O empreendimento possui 5 lagoas para o tratamento de seus efluentes.

Estes possuem valores mínimos de oxigênio dissolvido, devido a presença de alta carga de matéria orgânica, representado pela demanda bioquímica de aproximadamente 60 mg/L (Tabela 9).

Tabela 7: Padrões de qualidade dos efluentes industriais do Abatedouro B, Campo Mourão - Paraná.

Características do efluente	
Oxigênio Dissolvido (OD)	0,5 mg/L
Vazão (Q)	0,004 m³/s.
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	60 mg/L

5.3.2 Indústria têxtil

A empresa de malharia e estamparia de tecidos localiza-se na área industrial de Campo Mourão, seu processo de operação restringe-se a tinturaria de tecidos, o seu processo produtivo, conseqüentemente gera resíduos líquidos que após processo de tratamento preliminar e primário, são destinados ao córrego intitulado como Rio dos Papagaios com a finalidade de que os mesmos possam ser decompostos por processos biológicos e químicos no meio natural.

A qualidade do efluente gerado, é analisada a partir de alguns parâmetros conceituais para qualidade de água, como pH, sólidos suspensos, DBO₅, DQO, OD. Análises estas que são realizadas periodicamente, no espaço temporal 30 dias.

Para a avaliação da autodepuração do Rio dos Papagaios, após o lançamento de efluente da referida produção, levando em conta a metodologia proposta, utilizou-se dados de OD, Vazão e DBO₅ do Efluente (Tabela 10), que dispõe dos dados necessário para determinar em qual espaço-temporal o corpo hídrico reabilitaria-se a qualidade inicialmente existente.

Segundo os dados fornecidos pela indústria responsável, a Demanda Bioquímica de Oxigênio apresentou no ano de 2014, uma média de 35 mg/L, apresentado uma mínima no valor de 25 mg/L no mês de junho, e máxima de 46 mg/L no mês de janeiro. De forma a posicionar-se na situação de maior impacto, utilizar-se-á o valor superior de DBO. Ou seja, em uma condição superior seria necessário 46mg de oxigênio para que um litro de efluente fosse estabilizado biologicamente, em condições de temperatura adequadas.

Tabela 8: Padrões de qualidade dos efluentes industriais têxtil, Campo Mourão - Paraná.

Características do efluente	
Oxigênio Dissolvido (OD)	0 mg/L
Vazão (Q)	0,0069 m ³ /s.
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	46 mg/L

5.3.3 Efluente sanitário

As estações de tratamento de esgoto – ETE, constituem-se de unidades de operação que tem por objetivo alterar a qualidade do esgoto doméstico para que este possa voltar ao ambiente sem interferir de maneira abrupta, para tal, são realizados procedimentos de tratamento em diferentes níveis. Convencionalmente, o tratamento inicia-se com a remoção dos sólidos em suspensão (preliminar), seguido dos sólidos sedimentáveis e DBO (primário), DBO em suspensão e solúvel (secundário) e por fim tratamento que visa a remoção de nutriente, patógenos, metais pesados e etc (terciário).

De acordo com Sperling (1996) as características apresentadas pelo esgoto doméstico é uma variável que depende diretamente de condicionantes sociais, econômicas e geográficas locais. Os efluentes são constituídos de aproximadamente 99,9% de água, a fração restante apresenta sólidos orgânicos e inorgânico e microorganismos, fator que torna necessário o emprego de tratamentos.

Após as etapas de tratamento, as águas residuária atendendo parâmetros solicitados, são encaminhadas para um corpo hídrico receptor. Apesar de tratado, o líquido ainda desencadeia uma rede de impactos no ecossistema que o recebe, podendo provocar diversos tipos de contaminação, eutrofização e disfunções a partir da inserção de novos microorganismos.

A Microbacia Rio do Campo possui uma estação de tratamento de esgoto, as margens do Rio do Campo, próximo a sua confluência com o Rio 119, o qual, também possui uma ETE.

A estação de tratamento de efluentes em estudo localiza-se na asa norte do município de Campo Mourão, entre as coordenadas geográficas latitude S23°59'49.67" – longitude O52°20'35.94" e latitude S23°59'45.19" – longitude O52°20'27.88", nas proximidades do Bairro Jardim Tropical I e a montante do Rio do Campo (Figura x1).

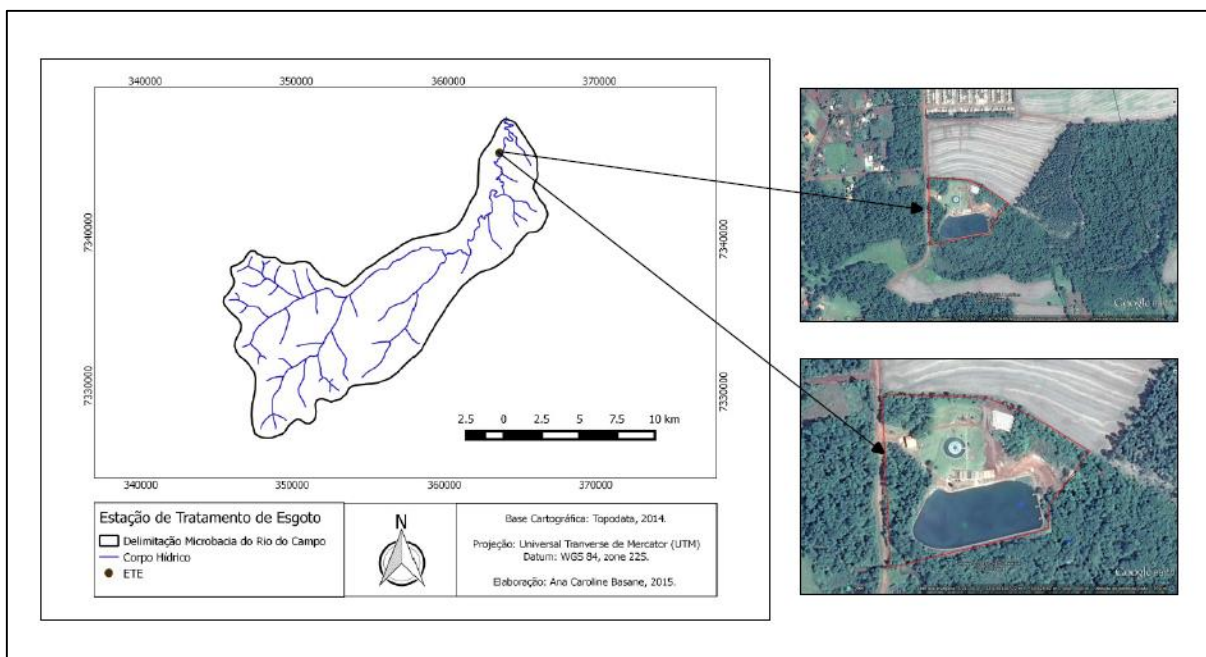


Figura 14: Localização da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão- Paraná.

O empreendimento é gerenciado pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, recebe metade dos efluentes gerados no município por dia, subsequentemente lança um montante de 0,083 m³/dia de águas residuária junto ao corpo hídrico.

O sistema de tratamento exercido, é considerado convencional e conta com as etapas de tratamento preliminar de gradeamento, desaneradores, o tratamento é realizado através de um reator anaeróbio de manto de Lodo (RALF), por fim passa por uma lagoa aeróbia para realizar o polimento do efluente.

Tabela 9: Dados das águas residuária da Estação de Tratamento de Esgoto do Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná

Características do efluente	
Oxigênio Dissolvido (OD)	0,2 mg/L
Vazão (Q)	0,083 m ³ /s
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	90 mg/L

Os efluentes são lançados periodicamente, atendendo os padrões estipulados pelas resoluções CONAMA 357/2005 e 430 do ano de 2011.

Os dados fornecidos pelo empreendimento datam dos últimos meses ano e apresenta valores de DBO, OD e vazão próximos aos limites máximos permissíveis para lançamento em corpo hídrico de classe 2 (Tabela 11).

5.4 AUTODEPURAÇÃO DOS CORPOS HÍDRICOS

5.4.1 Autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido: seção 1

Calculou-se a capacidade de autodepuração do corpo hídrico, levando-se em consideração três distintas situações, sendo elas: 1 - com parâmetros hidrológicos coletados em datas com médias baixas de pluviosidades nos dias antecedentes, 2 - valores com pluviosidades considerável nos dias antecedentes, e 3 - valores de vazão e velocidade calculados através dos métodos de regionalização com probabilidade 95% de ocorrência.

Os valores foram aferidos através do programa AD Água 2.0, para todos os pontos (referentes aos lançamentos de águas residuárias), com variações dos dados hidrológicos nas situações distintas referidas no parágrafo anterior.

Para o primeiro ponto e primeiro cálculo do perfil de oxigênio dissolvido e autodepuração do corpo hídrico, foram dispostos os valores dos parâmetros das águas residuárias, descritos na seção 5.3.1.1, e os valores dos parâmetros hidrológicos coletados aos dias 22 de abril de 2015 (Tabela 12).

Tabela 10: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o primeiro ponto de coleta na data de 22 de abril de 2014, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 1 – cálculo 1

Área da seção (A)	1,1 m ²
Velocidade média (Vm)	0,53 m/s
Vazão Específica (Q)	0,59 m ³ /s
Profundidade	0,31 m
Oxigênio Dissolvido	8 mg/L
Temperatura	21 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	555 m

Classe

2

Através da inferência destes valores, obteve-se o resultado de que após o lançamento de águas residuárias do abatedouro A, com as condições hidrológicas e meteorológicas descritas, o oxigênio dissolvido obteve uma redução de 0,03 mg/L, também observou-se que a DBO apresentou valor de 5,42 mg/L, com déficit de oxigênio de 0,36 mg/L (Tabela 13).

Tabela 11: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para o ponto 1 nas condições hidrológicas e de qualidade de água na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultados: Ponto 1 – cálculo 1

Concentração de O ₂ na mistura	7,97 mg/L
DBOu da mistura	8,88 mg/L
Concentração crítica	8,27 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	0,36 mg/L
DBO5 da mistura	5,42 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

O segundo cálculo fora realizado com os dados hidrológicos e condições meteorológicas apurados para o dia 29 de maio de 2015, para o corpo hídrico do Rio dos Papagaios, ponto 1 (Tabela 14)

Tabela 12: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o primeiro ponto de coleta na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 1 – cálculo 2

Área da seção (A)	1,4 m ²
Velocidade média (Vm)	0,52 m/s
Vazão Específica (Q)	0,61 m ³ /s
Profundidade	0,32 m
Oxigênio Dissolvido	8 mg/L
Temperatura	17 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	555 m
Classe	2

A segunda situação para o primeiro ponto apresentou depleção dos valores de oxigênio dissolvido na mistura no valor de 0,03 mg/L, com déficit de oxigênio dissolvido

na zona de mistura de 1,07mg/L, o oxigênio dissolvido reestabeleceu seus padrões dentro de 5 km de distância, alcançando cerca de 8,9 mg/L. Não sendo apresentado tempo crítico e distância crítica. A DBO₅ na zona de mistura apresentou-se em valores de 5,40 mg/L (Tabela 15)

Tabela 13: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para o ponto 1 nas condições hidrológicas e de qualidade de água na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultados: Ponto 1 – cálculo 2	
Concentração de O ₂ na mistura	7,97 mg/L
DBOu da mistura	9,94 mg/L
Concentração crítica	8,98 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	1.07 mg/L
DBO5 da mistura	5,40 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

A terceira e última situação hidrológica para cálculo de autodepuração na seção 1, foram utilizados dados de vazão regionalizados, e demais dados de caracterização do corpo hídricos obtidos na coleta da data de 22 de maio de 2015 (Tabela 16).

Tabela 14: Valores inferidos para o cálculo de autodepuração na seção 1, a partir de dados de vazão regionalizada para a Microbacia do Rio do ampo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 1 – cálculo 3	
Área da seção (A)	1,14 m ²
Velocidade média (Vm)	0,2115 m/s
Vazão Específica (Q)	0,2412 m ³ /s
Profundidade	0,31 m
Oxigênio Dissolvido	8 mg/L
Temperatura	21 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	555 m
Classe	2

Para tais dados constatou-se a depleção do oxigênio dissolvidos em níveis mínimos, tendo em vista que os valores, encontrados para o corpo hídrico eram de 8 mg/L e aferiu-se uma queda de 0,86 mg/L, também constatou-se que para a zona de

mistura os valores de DBO_5 chegaram a 6,02 mg/L, com déficit de oxigênio dissolvido de 0,40 mg/L (Tabela 17).

Tabela 15: Valores aferidos através do cálculo de autodepuração para a seção 1 da Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultados – Ponto 1- cálculo 3	
Concentração de O_2 na mistura	7,92 mg/L
DBO_u da mistura	7,16 mg/L
Concentração crítica	8,16 mg/L
Déficit de O_2 na mistura	0,40 mg/L
DBO_5 da mistura	6,02 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

Os valores aferidos determinam o reestabelecimento rápido dos níveis de oxigênio, estes retomaram a sua qualidade inicial antes de ultrapassar 4 km após o lançamento de águas residuárias industriais para o ponto 1 (Figura 16).

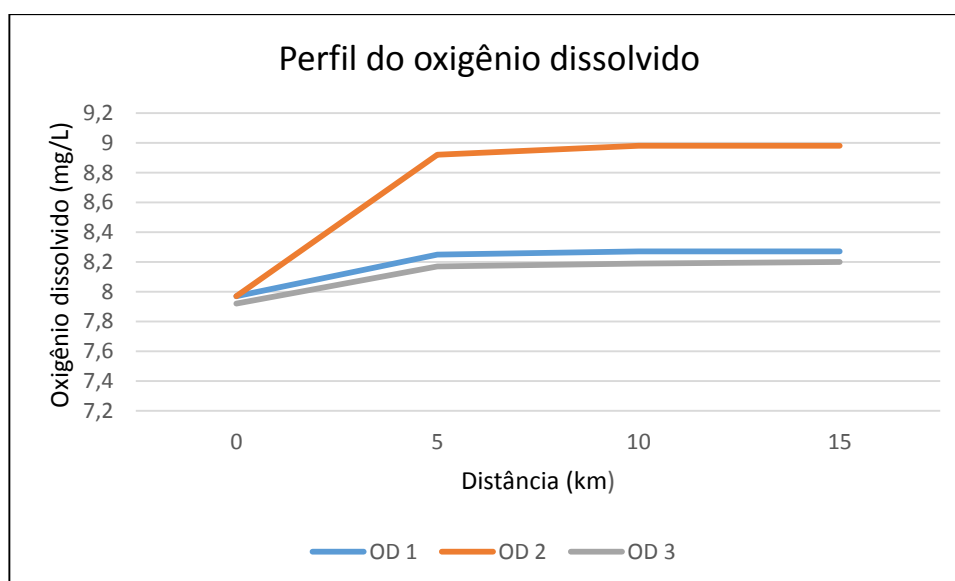


Figura 15: Perfil de oxigênio dissolvido para as três situações de condições hidrológicas e de qualidade de água para o ponto 1, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Percebeu-se que o reestabelecimento de oxigênio dissolvido no corpos hídricos deu-se de maneiras progressivas, com diferenciações entre as datas e condições hidrológicas. Para o dia 29 de maio, o reestabelecimento ocorreu de maneira mais rápida, quando comparado as demais situações, ao fim de 5 km, apresentava o valor de 8,98 mg/L.

5.4.2 Autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido: seção 2

Para o cálculo de autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido a partir do lançamento de águas residuária do abatedor B (seção 2), utilizou-se os mesmos dados hidrológico impetrados para a situação 1 e 2 na obtenção de resultados para o ponto 1. Porém, os dados de qualidade da água, como oxigênio dissolvido, entre outros foram alterados (Tabela 18).

Tabela 16: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o segundo ponto de coleta, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 2 – cálculo 1	
Área da seção (A)	1,1 m ²
Velocidade média (Vm)	0,53 m/s
Vazão Específica (Q)	0,59 m ³ /s
Profundidade	0,31 m
Oxigênio Dissolvido	8 mg/L
Temperatura	21 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	555 m
Classe	2

O cálculo para a primeira situação no ponto de coleta 2 (dois) suscitou dados que demonstraram a depleção dos níveis de oxigênio em 0,05 mg/L no ponto de mistura entre as águas residuárias e águas do corpo hídrico. Demonstrou também, que houve um déficit de oxigênio dissolvido no teor de 0,37 mg/L, além de que, apresentou que o processo de autodepurção é instantâneo não apresentando distância e tempo crítico.

Tabela 17: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 2 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultados: ponto 2 – cálculo 1	
Concentração de O ₂ na mistura	7,95 mg/L
DBOu da mistura	6,39 mg/L
Concentração crítica	8,25 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	0,37 mg/L
DBO5 da mistura	5,37 mg/L

Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

Na situação 2, o cálculo de autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido fora realizados com valores hidrológicos coletados aos dias 29 de maio de 2015, para o ponto 1, e os demais dados relacionados para a data.

Tabela 18: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para a segunda seção de coleta, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 2 – cálculo 2

Área da seção (A)	1,4 m ²
Velocidade média (Vm)	0,52 m/s
Vazão Específica (Q)	0,61 m ³ /s
Profundidade	0,32 m
Oxigênio Dissolvido	8 mg/L
Temperatura	17 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	555 m
Classe	2

Como resultado, obteve-se dados que demonstraram ter havido a diminuição de 0,05 mg/L de oxigênio dissolvido para o corpo hídrico na zona de mistura, assim como para o resultado da primeira situação. O déficit de oxigênio na mistura foi de entorno de 1,09mg/L, e a DBO₅ alcançou valores de 5,36mg/L, 0,36 a mais do que o estimado.

Tabela 19: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 2 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultados: ponto 2 – cálculo 2

Concentração de O ₂ na mistura	7,95 mg/L
DBOu da mistura	6,85 mg/L
Concentração crítica	8,96 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	1,09 mg/L
DBO5 da mistura	5,36 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

Por fim, realizou-se o cálculo para a terceira situação, onde os valores de vazão e velocidade média utilizados foram obtidos a partir de dados de regionalização de vazão, acoplados as características do corpo hídrico, e ainda, dados de qualidade da água e dos aspectos físicos da área (Tabela 22).

Tabela 20: Valores inferidos para o cálculo de autodepuração na seção 2, a partir de dados de vazão regionalizada para a Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 2 – cálculo 3	
Área da seção (A)	1,14 m ²
Velocidade média (Vm)	0,2232 m/s
Vazão Específica (Q)	0,2412 m ³ /s
Profundidade	0,32 m
Oxigênio Dissolvido	8 mg/L
Temperatura	21 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	555 m
Classe	2

Resultou do cálculo de autodepuração a partir dos dados inferidos no programa AD Água 2.0 para a seção 2, com dados de vazão regionalizada, que os níveis de oxigênio dissolvido tiveram uma queda de 0,12mg/L na zona de mistura, com déficits de oxigênio dissolvido na zona de mistura, entorno de 0,44mg/L. Além de que, a demanda bioquímica de oxigênio apresentou valores de 5,90mg/L na zona de mistura (Tabela 23).

Tabela 21: Valores aferidos através do cálculo de autodepuração para a seção 2, a partir de valores de vazão regionalizada, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultados – Ponto 3	
Concentração de O ₂ na mistura	7,88 mg/L
DBOu da mistura	7,02 mg/L
Concentração crítica	8,16 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	0,44 mg/L
DBO5 da mistura	5,90 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

Os valores resultantes determinam o reestabelecimento rápido dos níveis de oxigênio, estes retomaram a sua qualidade inicial antes de ultrapassar 4 km após o

lançamento de águas residuárias industriais para o ponto 1, segundo os dados calculados (Figura 17).

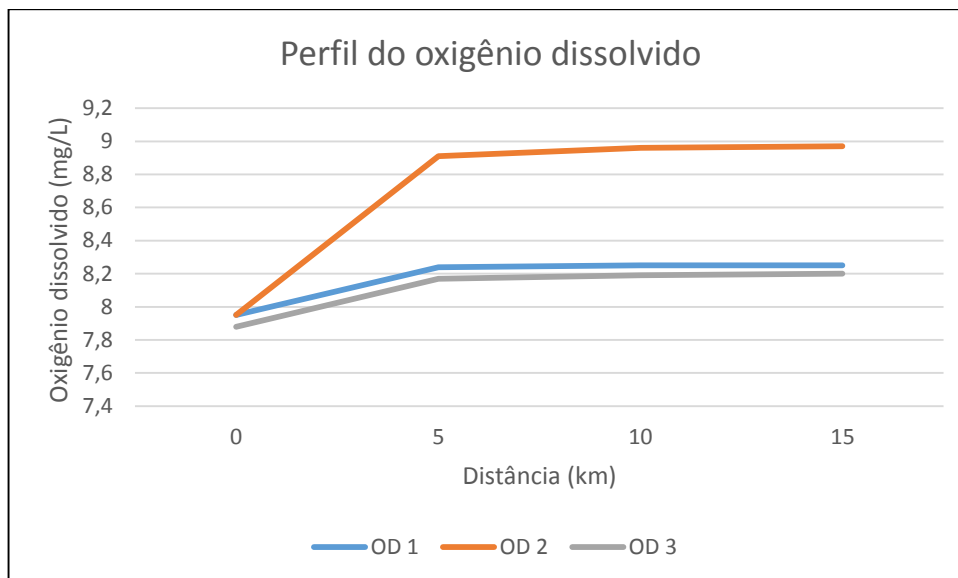


Figura 16: Perfil de oxigênio dissolvido para as três situações de condições hidrológicas e de qualidade de água para o ponto 1, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Através de tais resultados, entendeu-se que o reestabelecimento de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos deu-se de maneiras progressivas, com diferenciações entre as diferentes situações hidrológicas apresentadas. Para o dia 29 de maio, o reestabelecimento ocorreu de maneira mais rápida, quando comparado as demais situações, ao fim de 5 km, apresentava o valor de 8,81 mg/L.

5.4.3 Autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido: seção 3

Para o cálculo do perfil de oxigênio dissolvido e autodepuração na seção 3, utilizou-se dados de qualidade das águas residuárias de uma indústria têxtil, disposto no item 5.3.2 deste trabalho, juntamente com dados das três situações hidrológicas distintas impetradas especificamente para este ponto de estudo.

A primeira situação de dados hidrológicos está calcada na coleta realizada aos dias 22 de abril deste ano corrente, além de dados relacionados a qualidade dos corpos hídricos e dos aspectos físicos do local (Tabela 24).

Tabela 22: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o terceiro ponto de coleta, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão – Paraná.

Ponto 3 – cálculo 1	
Área da seção (A)	1,04 m ²
Velocidade média (Vm)	0,69 m/s
Vazão Específica (Q)	0,72 m ³ /s
Profundidade	0,41 m
Oxigênio Dissolvido	7,4 mg/L
Temperatura	21 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	503 m
Classe	2

Após cálculo realizado pelo programa AD Água 2.0, obteve-se os seguintes valores tabelados (Tabela 25), pode-se perceber que o oxigênio dissolvido apresentou uma redução de 0,07mg/L na zona de mistura, além de que, apresentou um déficit de O₂ de 1,04 mg/L, não apresentou tempo e distância crítica, o que corrobora com a hipótese de que o corpo hídrico tem capacidade para realizar sua autodepuração instantaneamente.

Tabela 23: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 3 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultado: Ponto 3 – cálculo 1	
Concentração de O ₂ na mistura	7,33 mg/L
DBOu da mistura	6,42 mg/L
Concentração crítica	8,26 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	1,04 mg/L
DBO5 da mistura	5,39 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

A segunda situação hidrológica utilizada para o cálculo dos perfis de oxigênio dissolvido e autodepuração dos corpos hídricos, deram com valores coletados aos dias 29 de maio de 2015 (Tabela 26).

Tabela 24: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para a terceira seção de coleta, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 3 – cálculo 2	
Área da seção (A)	1,14 m ²
Velocidade média (Vm)	0,772 m/s
Vazão Específica (Q)	0,829 m ³ /s
Profundidade	0,40 m
Oxigênio Dissolvido	7,4 mg/L
Temperatura	18 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	503 m
Classe	2

Assim como os resultados da primeira situação de dados hidrológicos, houve uma queda mínima da quantidade de oxigênio dissolvido no corpo hídrico, entorno de 0,06mg/L, com aumento do valor estimado da DBO para 5,34mg/L. Conclui-se que o corpo hídrico apresenta capacidade para se autodepurar instantaneamente tendo em vista que fora apresentado pela programa, distância e tempo crítico no valor de 0.

Tabela 25: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 3 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultado: Ponto 3 – cálculo 2	
Concentração de O ₂ na mistura	7,34 mg/L
DBOu da mistura	6,70 mg/L
Concentração crítica	8,81 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	1,56 mg/L
DBO5 da mistura	5,34 mg/L
Distância crítica	0,0 km
Tempo crítico	0,0 dias

Por fim, calculou-se os perfil de oxigênio dissolvido e autodepuração para a seção 3, com dados estimados para a terceira e última situação hidrológica, na qual, utilizou-se valores de vazões mínimas regionalizadas (Tabela 28), além de características do corpo hídrico e dados de qualidade de água.

Tabela 26: Valores inferidos para o cálculo de autodepuração na seção 3, a partir de dados de vazão regionalizada para a Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 3 – cálculo 3	
Área da seção (A)	1,14 m ²
Velocidade média (Vm)	0,265 m/s
Vazão Específica (Q)	0,275 m ³ /s
Profundidade	0,40 m
Oxigênio Dissolvido	7,4 mg/L
Temperatura	18 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	503 m
Classe	2

Acostado aos dados utilizados, obteve-se que a quantidade de oxigênio dissolvido fora reduzida 0,18mg/L na zona de mistura, houve também o aumento da DBO para 6,00mg/L (Tabela 29), assim como em todas as situações de inferências de dados, não apresentou-se tempo e distância crítica, corroborando para a hipótese de que a autodepuração exercida pelo corpo hídrico é imediata ao lançamento dos efluentes.

Tabela 27: Valores aferidos através do cálculo de autodepuração para a seção 3, a partir de valores de vazão regionalizada, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultados: ponto 3 – cálculo 3	
Concentração de O ₂ na mistura	7,22 mg/L
DBOu da mistura	7,15 mg/L
Concentração crítica	8,15 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	1,15 mg/L
DBO5 da mistura	6,00 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

Pode-se perceber que houve variação entre os dados resultantes para os perfis de oxigênio dissolvido entre as diferentes datas relacionadas aos dados de entrada

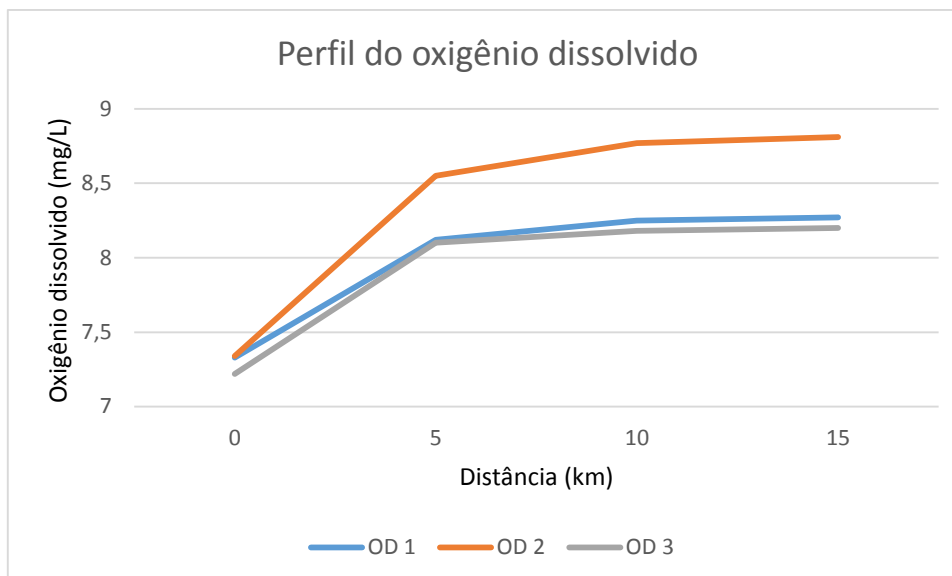


Figura 17: Perfil do oxigênio dissolvido para a seção 3 na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Através de tais resultados, entendeu-se que o reestabelecimento de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos deu-se de maneiras progressivas, com diferenciações entre as diferentes situações hidrológicas apresentadas. Para o dia 29 de maio, o reestabelecimento ocorreu de maneira mais rápida, quando comparado as demais situações, ao fim de 5 km, apresentava o valor de 8,81 mg/L.

A partir dos resultados para vazões mínimas regionalizadas, pode-se perceber condições mais lentas do reestabelecimento dos níveis de oxigênio dissolvido, que apresentou 7,22 mg/L no ponto zero (zona de mistura), 8,1 a 5km da zona de mistura, percebe-se neste ponto que os níveis de oxigênio dissolvido superaram o valor encontrado a montante do lançamento. Para os pontos a 10 e 15km a jusante do lançamento, os valores de OD apresentaram-se entorno de 8,2 mg/L.

5.4.4 Autodepuração e perfil de oxigênio dissolvido: seção 4

A autodepuração do corpo hídrico do Rio do Campo ocorrida após o lançamento águas residuária pertencentes a Estação de Tratamento de Esgoto da Sanepar, fora realizada de maneira já mencionada, primeiramente realizou-se o cálculo utilizando-se dos valores de padrão de qualidade fornecidos pela Companhia e dados hidrológicos do corpo hídrico em questão, coletados aos dias 22 de abril do

ano corrente, além de alguns parâmetros de qualidade do corpo hídrico e etc (Tabela 30).

Tabela 28: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para o quarto ponto de coleta, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão – Paraná.

Ponto 4 – cálculo 1

Área da seção (A)	13,35 m ²
Velocidade média (Vm)	0,916 m/s
Vazão Específica (Q)	4,076 m ³ /s
Profundidade	0,33 m
Oxigênio Dissolvido	8,0 mg/L
Temperatura	22 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	488 m
Classe	2

A partir dos resultados obtidos na inferência destes primeiros dados, percebeu-se que houve uma redução no nível de oxigênio dissolvido presente na água, em particular na zona de mistura, de aproximadamente 0,06mg/L, que acarretou em um déficit de O₂ de 0,38mg/L na zona de mistura. Também pode-se observar que não houve relação de distância crítica e tempo crítico, para o ponto (Tabela 31). Demonstrando que a autodepuração do corpo hídrico ocorre imediatamente na zona de mistura.

Tabela 29: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 4 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 22 de abril de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultado: ponto 4 – cálculo 1

Concentração de O ₂ na mistura	7,84 mg/L
DBOu da mistura	7,85 mg/L
Concentração crítica	8,15 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	0,38 mg/L
DBO5 da mistura	6,70 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

O segundo cálculo fora realizado com base nos dados alcançados a partir da coleta de dados hidrológicos realizados para o dia 29 de maio de 2015, além de novamente (Tabela 32), os dados dos parâmetros de qualidade das águas residuárias

lançadas que encontram-se dispostos na seção 5.3.3 deste trabalho, e demais informações necessárias e coletadas para o local.

Tabela 30: Valores dos parâmetros hidrológicos e de qualidade do corpo hídrico para a quarta seção de coleta, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 4 – cálculo 2	
Área da seção (A)	12,70 m ²
Velocidade média (Vm)	0,994 m/s
Vazão Específica (Q)	4,39 m ³ /s
Profundidade	0,35 m
Oxigênio Dissolvido	8,0 mg/L
Temperatura	18 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	488 m
Classe	2

Os dados resultantes, demonstraram que assim como na primeira situação já descrita, houve depleção do nível de oxigênio dissolvido após o lançamento das águas residuárias, em especial na zona de mistura, onde atingiu valores de 7,86mg/L. O reestabelecimento dos valores de OD, ocorreu em um curto espaço, ao atingir aproximadamente 200m a jusante, tornavam-se superiores à 8 mg/L segundo a modelagem realizada pelo programa AD Água 2.0, notou-se também, que para a decomposição da matéria orgânica presente no lançamento houve de imediato um déficit de 1,06mg/L de OD. Os valores de distância crítica e tempo crítico foram respectivamente de 0,00km e 0,00dias (Tabela 33), o que acarreta na conclusão de que o corpo hídrico autodepurou-se em meio a zona de mistura.

Tabela 31: Resultado da autodepuração do corpo hídrico para a seção 4 nas condições hidrológicas e de qualidade de água, na data de 29 de maio de 2015, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultado: ponto 4 – cálculo 2	
Concentração de O ₂ na mistura	7,86 mg/L
DBOu da mistura	8,25 mg/L
Concentração crítica	8,84 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	1,06 mg/L
DBO5 da mistura	6,58 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

Por fim, realizou-se o cálculo de autodepuração para o corpo hídrico do Rio do Campo após lançamento de águas residuária da Estação de Tratamento de Esgoto, considerando dados hidrológicos com vazões mínimas obtidas através de metodologias de regionalização, mais especificamente, Q 95 (Tabela 34). E demais dados característicos ao corpo hídrico.

Tabela 32: Valores inferidos para o cálculo de autodepuração na seção 3, a partir de dados de vazão regionalizada para a Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Ponto 4 – cálculo 3	
Área da seção (A)	12,70 m ²
Velocidade média (Vm)	0,291 m/s
Vazão Específica (Q)	1,28 m ³ /s
Profundidade	0,35 m
Oxigênio Dissolvido	8,0 mg/L
Temperatura	21 °C
DBO5	5 mg/L
Altitude	488 m
Classe	2

Obteve-se a partir de tal resultados, que ocorreu a maior queda nos níveis de oxigênio dissolvido para as três situações, na zona de mistura entre as águas do Rio do Campo e despejos da ETE, deparou-se com o valor de 7,53mg/L de OD, além de que, relatou-se um aumento na DBO de mistura para o valor de 10,17mg/L, com déficit de OD, de aproximadamente 0,86mg/L, não foram constatados valores para tempo crítico e distância crítica (Tabela 35).

Tabela 33: Valores aferidos através do cálculo de autodepuração para a seção 3, a partir de valores de vazão regionalizada, na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Resultado: Ponto 4 – cálculo 3	
Concentração de O ₂ na mistura	7,53 mg/L
DBOu da mistura	12,11 mg/L
Concentração crítica	8,12 mg/L
Déficit de O ₂ na mistura	0,86 mg/L
DBO5 da mistura	10,17 mg/L
Distância crítica	0,00 km
Tempo crítico	0,00 dias

Por derradeiro, obteve-se os dados dos perfis de oxigênio dissolvido, disposto para as três diferentes condições hidrológicas. Para a situação 1 (OD 1 – Figura 19), inferiu-se que o oxigênio dissolvido variou de 7,84 na zona mistura, até alcançar sua estabilização ao ultrapassar 10km a jusante do lançamento, com valores hipotéticos de oxigênio dissolvido de entorno de 8,15 mg/L.

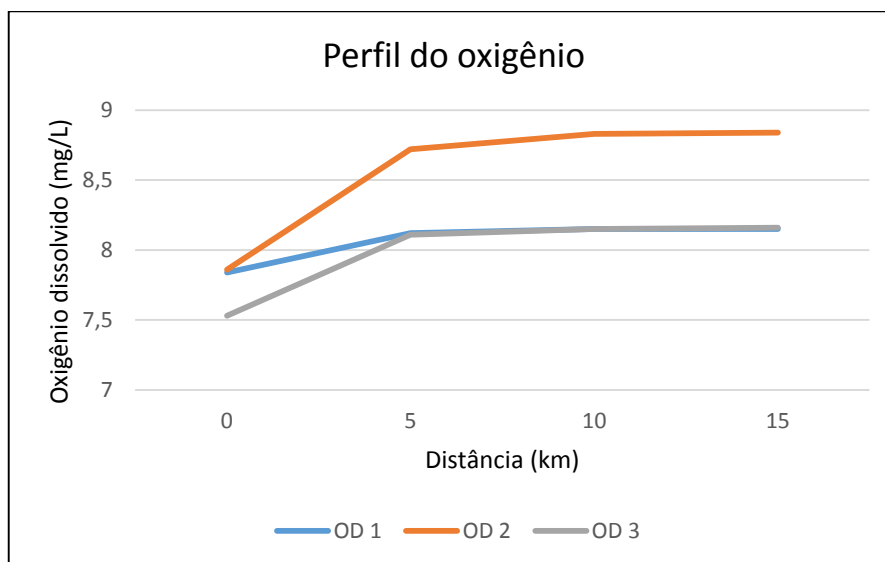


Figura 18: Perfil do oxigênio dissolvido para a seção 3 na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Para a segunda situação, constatou-se o reestabelecimento acelerado dos níveis de oxigênio dissolvido (OD 2 – Figura 19), que saltou de 7,97mg/L na zona de mistura, até alcançar hipoteticamente, em 15km a jusante do ponto de lançamento das águas residuária 8,84mg/L de OD.

O terceiro perfil de oxigênio dissolvido, demonstrado pela linha cinza (OD 3 – Figura 19), remete-se aos valores calculados com base em vazões mínimas, que demonstrou que os valores de oxigênio dissolvido para a área se reestabelecem antes de alcançar o passar de 5km a jusante do lançamento de águas residuárias, os valores apresentados são de 7,53mg/L na zona de mistura e se estabiliza após 10km a jusante com valores entorno de 8,15 mg/L de OD.

5.5 MAPEAMENTO DOS PERFIS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO

A partir dos resultados obtidos quanto aos processo de autodepuração para as seções estudadas na Microbacia Rio do Campo, constaou-se que a ação ocorre de forma instantânea, ou seja, o copor hídrico tem capacidade de se autodepurar na própria zona de mistura. Porém, os níveis de oxigênio dissolvido se reestabelecem de maneira progressiva. Foram mapeados, os perfis de oxigênio dissolvido obtidos através do cálculo realizado com vazões mínimas de vazão, especificamente Q95% regionalizado.

Gerando a partir de tal, dois documentos que retratam estas condições para os quatro pontos calculados, a primeira imagem representa os valores de perfil de oxigênio dissolvido após o lançamento das águas residuárias do Abatedouro A, representado ao sul, abatedouro B que se segue e por fim o perfil de oxigênio dissolvido obtido através dos dados do empreendimento industrial têxtil (Figura 20).

A delimitação dos perfis de OD, se deram até o ponto dos trechos dos corpos hídricos em estudo com outros corpos hídricos para os quais não foram analisados os perfis de OD, devido ao fato, de que após a confluência está característica pode ser diferenciar.

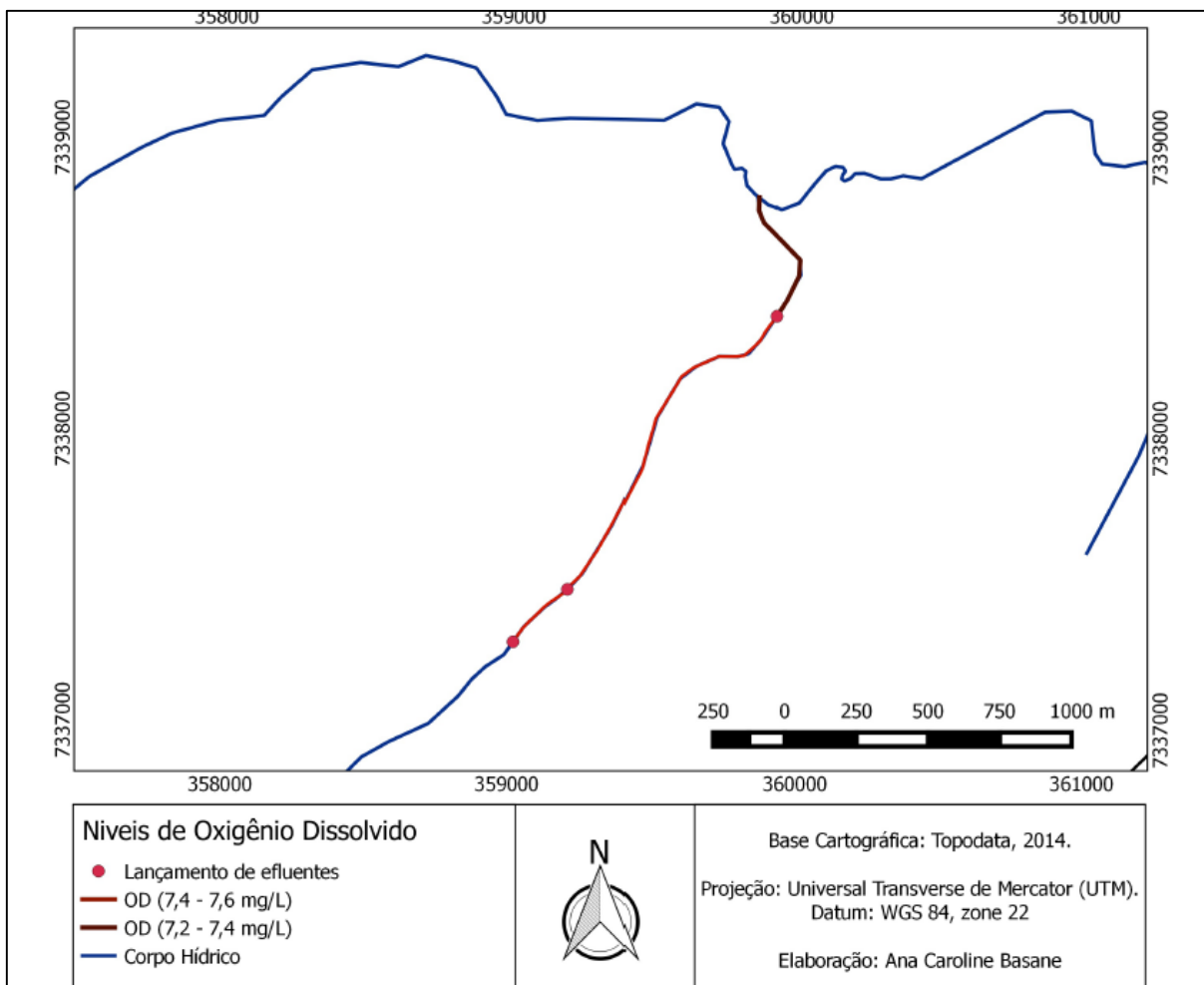


Figura 19: Mapa do perfil de oxigênio dissolvido para o empreendimento de Abatedouro A, Abatedouro B e Indústria Têxtil localizada na Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Percebeu-se que houve uma continuidade dos padrões do OD mínimos obtidos até o ponto de lançamento de lançamento das águas residuária do empreendimento industrial têxtil, para os quais houve maior depleção dos níveis de OD.

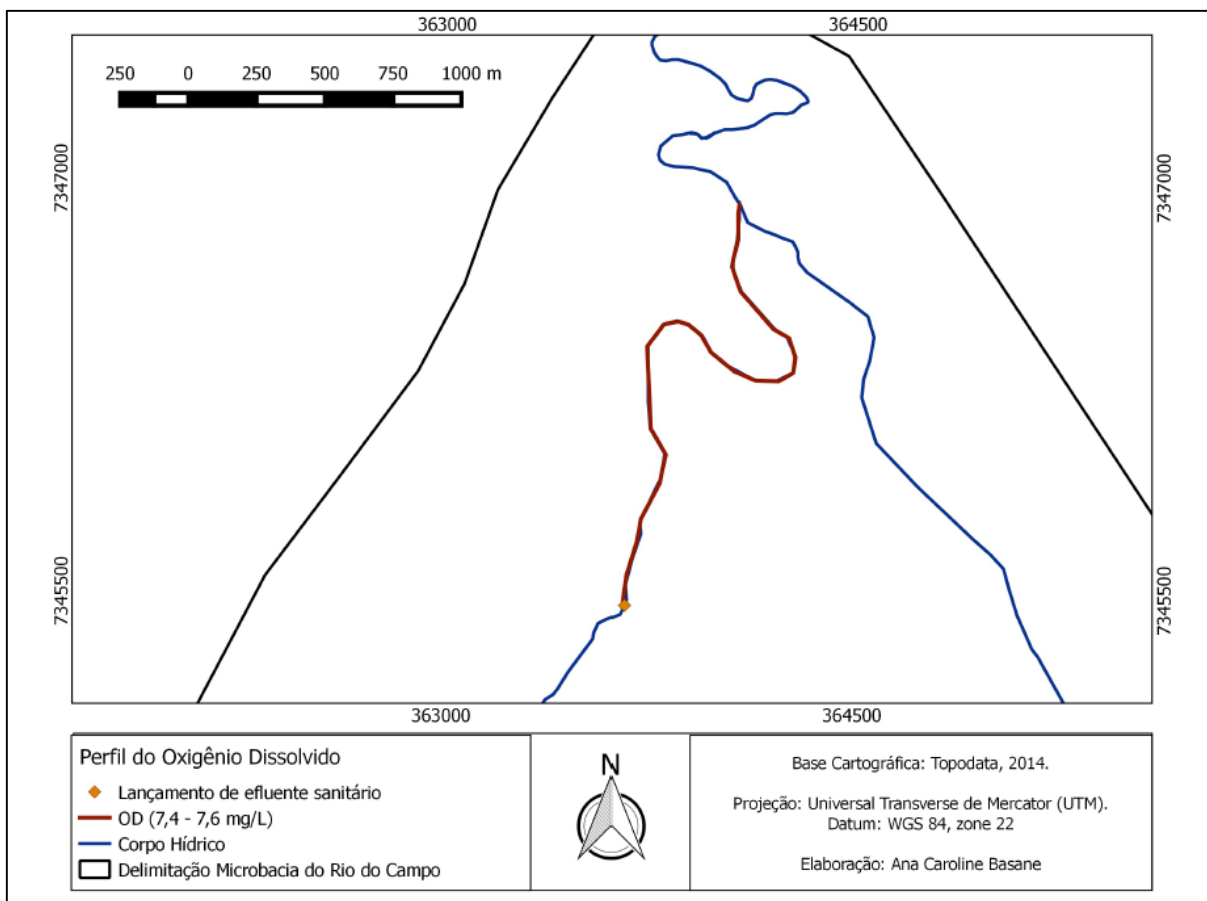


Figura 20: Mapa do perfil de oxigênio dissolvido para após lançamento de águas residuária pela Estação de Tratamento de Esgoto, Microbacia Rio do Campo, Campo Mourão - Paraná.

Com os dados de vazão regionalizada, obteve-se que o perfil de oxigênio dissolvido variou dentro dos valores de 7,53 e 8,11mg/L nos primeiro 5km após o lançamento das águas residuárias da Estação de tratamento de Esgoto gerida pela Sanepar as margens do Rio do Campo.

Obteve-se o mapeamento do perfil de OD para entorno de 700m a jusante do ponto de lançamento, para os quais houve variação de entorno de 0,02mg/L de OD, descritos através dos limites de 7,4 e 7,5mg/L de OD.

Logo fora possível mapear cerca de 3,5km do oxigênio dissolvido na Microbacia Rio do Campo, para os quais os valores de OD variaram de 7,3 a 7,9mg/L.

6 DISCUSSÕES

Os empreendimentos industriais e de tratamento de esgoto sanitário referidos neste trabalho de pesquisa, possuem seus lançamentos de águas residuárias regidas pelo que determina o artigo 12 da resolução Conama 430 do ano de 2011, tal artigo descreve que o lançamento de efluentes em corpos de água, com exceção daqueles enquadrados na classe especial, não podem exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes.

Os corpos hídricos da microbacia Rio do Campo, com exceção do trecho do Rio do Campo a montante da captação de água para abastecimento da Sanepar, estão determinados pela portaria 019 de 1992 da SUREHMA, como pertencentes a classe 2. Logo, nestas áreas, é necessário que o lançamento de águas residuárias das atividades industriais não ultrapassem os padrões estabelecidos para tais.

Segundo o artigo 15 da resolução Conama 357 de 2005, entre outros parâmetros, os corpos hídricos pertencentes a classe 2, devem sempre apresentar valores para oxigênio dissolvido superiores a 5mg/L, ou seja, independente do sistema de tratamento de efluentes, da porcentagem de eficiência, e da qualidade do efluente lançado, o corpo hídrico deve permanecer em sua condição mínima de qualidade.

Ressalva é dada para as zonas de mistura entre o corpo hídrico e as águas residuárias lançadas, questão inferida pelo artigo 13, da resolução Conama 430 de 2011, cita que na zona de mistura poderão ser admitidas concentrações de substâncias em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo receptor. Com o porém de não comprometerem os usos previstos para o mesmo.

Ante o exposto pela legislação vigente descrita a cima, infere-se que os lançamentos de águas residuais de empreendimentos industriais na Microbacia Rio do Campo respeitam o disposto.

Independente dos dados hidrológicos utilizados para o cálculo de autodepuração, obteve-se resultados de oxigênio dissolvido a cima de 7mg/L, até mesmo para condições de vazão mínima regionalizada, para as quais obteve-se para o ponto 1,2,3 e 4 respectivamente 7,92; 7,88; 7,22; 7,53mg de oxigênio dissolvido por litro de água do corpo hídrico na zona de mistura. Ou seja, mesmo em condições de zona de mistura os padrões para OD não são ultrapassados. Além que, os resultados obtidos demonstraram que a autodepuração exercida pelo corpo hídrico ocorre de

forma instantânea na zona de mistura, a partir da qual os valores de OD passam a se reestabelecer de maneira acelerada.

Os valores de reestabelecimento de oxigênio dissolvido aferidos durante os cálculos de autodepuração dos corpos hídricos após lançamento de águas residuária na Microbacia Rio do Campo, demonstraram duas diferentes tendências, a primeira evidenciando a interferência dos valores de vazão para a autodepuração dos corpos hídricos e o segundo, relacionando a influência da temperatura dos corpos hídricos para o reestabelecimento dos níveis de oxigênio dissolvido.

Pode-se constatar também que os resultados dos perfis de oxigênio dissolvido variaram de acordo com as condições hidrológicas dos corpos hídricos para as diferentes situações em que foram calculadas.

Os valores de reestabelecimento do oxigênio dissolvido, deram-se de forma acelerada para os dados referentes ao segundo dia de coleta (29 de maio de 2015), a diferença constatada ocorre, devido a diferença de temperatura da água no corpo hídrico, já que as variações de vazão e demais parâmetros hidrológicos do dia 29 de maio, para o dia 22 de abril não foram tão representativas para nenhum dos pontos de coleta.

Segundo Sperling (1996) o aumento da temperatura reduz a solubilidade do gás e sua elevação reduz a concentração de saturação. A maior agitação entre as moléculas na água faz com que os gases dissolvidos tendam a passar para a fase gasosa, acelerando o processo de absorção do oxigênio para que o sistema fique em equilíbrio.

Situação também evidenciada por Nunes (2008), este cita que a temperatura influencia na oxigenação do corpo d'água de duas formas: reduz a concentração de saturação da água e acelera o processo de absorção de oxigênio. Observa-se, de modo geral, que a água previamente desoxigenada absorve menos oxigênio da atmosfera à medida que a temperatura se eleva, se todas as condições permanecerem constantes.

Partindo do segundo pressuposto, que dita que a autodepuração do corpo hídrico está intrinsicamente ligada a vazão do mesmo, pode-se perceber que a partir dos cálculos realizados com vazões mínimas regionalizadas, obteve-se os maiores níveis de depleção do oxigênio dissolvido existente no corpo hídrico, as diferenças entre o nível de oxigênio dissolvido na zona de mistura dos dados aferidos com valores de Q95 e os demais, resultaram em uma variação de entorno de 0,05mg/L para o

primeiro ponto, 0,07mg/L no segundo ponto, 0,08mg/L para o terceiro ponto e de 0,30mg/L para o quarto e último ponto referente a ETE do Rio do Campo.

Tucci (2002) menciona a importância de utilizar dados de vazão mínima para inferir sobre a qualidade do corpo hídrico em respeito aos padrões de OD, segundo ele, a vazão mais crítica é de estiagem, quando a capacidade de diluição do rio se reduz (menor vazão do rio para diluir a carga que entra). Por exemplo, ao utilizar-se a Q95 (indica que as vazões são maiores ou iguais a ela durante 95% do tempo) para a vazão de referência, a classe do rio é atendida pelo menos 95% do tempo. Adicionalmente, pode-se estabelecer que o rio deva ter pelo menos a classe inferior a esta para as vazões entre 95% e 100%, garantindo assim, certos condicionantes do rio. Por exemplo, para a classe em que o oxigênio dissolvido é ≥ 5 mg/L, na classe inferior a condição é de 3 mg/L, o que garantiria vida aquática mesmo nos cenários mais críticos.

Na situação em tela, os níveis de depleção do oxigênio dissolvido não ultrapassam os valores tabelados pela legislação vigente, porém, esta condição não garante de forma total que não sejam provocados impactos sobre o ambiente, é válido ressaltar que além das atividades industriais existentes na Microbacia Rio do Campo, demais outras atividades contribuem de alguma forma com a diminuição de outros padrões de qualidade da água, que não oxigênio dissolvido.

Logo percebe-se que os dados de localização de empreendimentos que lançam águas residuária, assim como a capacidade dos corpos hídricos em recebe-los, além dos perfis de oxigênio dissolvido, são importantes para a elaboração de projetos de gestão ambiental de uma determinada área.

Tendo em vista o apresentado, torna-se interessante expor uma constatação redigida por Sperling no ano de 1996, que da abertura para diversos questionamentos dos métodos de gestão ambiental regional: “O controle da qualidade de água está associado a um planejamento global, a nível de toda a bacia hidrográfica, e não individualmente, por agente gerador”

Desta forma, levanta-se os questionamentos fundamentados a respeito de como rege a aplicação das resoluções vigentes quanto ao lançamento de efluentes industriais, Conama 357 e 430, e de como esta realidade se relaciona com o que dita a lei mestra da gestão dos recursos hídricos – Política Nacional dos Recursos Hídricos, Lei Federal 9433, que instrumentalizada a redação de Sperling.

Embasando-se na lei supracitada, parte-se do pressuposto que “a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas”, texto retirado do art. 1º, transcrito para fundamentar toda a gestão dos recursos hídricos no território nacional. Dentro do mesmo artigo, determina-se que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Logo os recursos hídricos devem ser geridos nos limites territoriais de bacia para atingir entre outros, uma respectiva qualidade requerida.

A classe 2, para qual os corpos hídricos estudados estão alocados, dispõe que a qualidade deve permitir o diversos usos como:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

Com o auxílio do material elaborado neste trabalho pode-se determinar áreas de restrição para estes usos, independentemente do conhecimento de demais parâmetros, acredita-se que a algumas atividades como: recreação de contato primário, coleta de água para irrigação ou abastecimento não deva ser exercida em zonas de mistura entre as águas residuárias e dos corpos hídricos, onde os valores de oxigênio dissolvido são menores, por consequência encontra-se um maior número de microorganismos executando a degradação da matéria orgânica e etc. Mas sim, em áreas onde há maior qualidade do corpo hídrico.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os corpos hídricos em estudo neste trabalho demonstraram capacidade de realizar autodepuração durante a zona de mistura. Desta forma, esse dado impetrou na conclusão de que o lançamento de águas residuárias nos corpos hídricos da Microbacia Rio do Campo não acarretam impactos consideráveis nos níveis de oxigênio dissolvido do corpo hídrico para diversas situações de características hidrológicas dos corpos hídricos, inclusive para vazões mínimas, quando considerados os dados obtidos.

Porém, percebe-se que a proximidade de empreendimentos, como o exemplo de abatedouros de impossibilita que este retome por completo suas características de oxigênio dissolvido que recorreriam antes do lançamento de tais águas residuárias.

Pode-se entender também, que os níveis de oxigênio dissolvido nos corpos hídricos deve maior depleção para vazões mínimas regionalizadas.

Desta forma, entende-se que devem ser considerados na gestão ambiental, em especial na liberação de licenças ambientais e outorga d'água, além da capacidade de autodepuração, a proximidade dos empreendimentos geradores de águas residuárias que as depositam nos corpos hídricos, além de que, os demais usos do solo, a fim de diminuir a probabilidade de impactos sobre a qualidade do corpo hídricos e respectivamente aos ecossistemas aquático, e a desta água utiliza. Angariando que os usos previsto para água pela legislação vigente possam ser executadas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Larice N. Autodepuração dos corpos d'água. USP: REVISTA DA BIOLOGIA .vol 5. dez de 2010.

ANTUNES, E. M.; CAXAMBU, M. G.; MELO, J. F. Levantamento Florístico da Estação Ecológica do cerrado de Campo Mourão. In: VI Congresso de Meio Ambiente da Asociación de Universidades Grupo Montevideo, São Carlos. 2009

BESER DE DEUS, Andrei L.; SANTOS, Camila S. M.; FREITAS, Marcos A. V. A utilização de sistema de informação geográfica como Suporte ao gerenciamento de bacias hidrográficas Transfronteiriças - sig geoamazona. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica. Disponível em: <<http://www.ivig.coppe.ufrj.br/noticias/Documents/artigos/utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20sistema%20de%20informa%C3%A7%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 20 jun. 2014.

BRASIL, Constituição Federal.1988.

BRASIL, Lei Federal nº 6938. 31 de agosto de 1981.

BRASIL, Lei Federal nº 4.933, 8 de janeiro de 1997.

CAMPOS, José N. B. A gestão integrada dos recursos hídricos: uma perspectiva histórica. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**. v.1, n.1 2013. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7109/4881>> Acesso em:13 jun. 2014.

CARVALHO, Elicelma; KIPERSTOK, Asher; KALID, Ricardo A.; ESQUERRE-OLIVEIRA, Karla P.; MATTOS Mário C. O. **SIG como ferramenta de apoio à gestão do uso industrial da água e geração de efluentes**. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2009. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art86.pdf> Acesso em: 15 jun. 2014.

CASTRO JÚNIOR, RM., SOBREIRA, FG. and BORTOLOTTI, FG.. Modelagem Geoestatística a Partir de Parâmetros de Qualidade da Água (IQA-NSF) para a Sub- Bacia Hidrográfica do Rio Castelo (Es) Usando Sistema de Informações Geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, vol. 59, nº. 03, 2007.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 430, 2011.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 357 de 2005.

DORNADELLES, Fani. **Análise da Gestão dos Tratamentos dos Efluentes Gerados nos Abatedouros de Bovinos de São Luiz Gonzaga**. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS. 2009.

DIAS, I. C. L. **O Processo de Abate de Bovinos: Implicações para a saúde e ao ambiente**. Cad. Pesq. V. 18. São Luís, MA. 2011.

DZEDZEJ, Maíra; FLAUZINO, Bárbara K.; ÁLVARES, João M.; SANTOS, Afonso H. M. Sistemas de informações geográficas como ferramenta para avaliação ambiental integrada de potenciais hidroelétricos **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Curitiba: 2011.

FAN, Fernando M.; COLLISCHONN, Walter; RIGO, Daniel. Modelo analítico de qualidade de água acoplado com Sistema de Informação Geográfica para simulação de lançamentos com duração variada. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.18, n.4, dez. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522013000400359> Acesso em: 15 mai. 2014.

FAN, Fernando M.; COLLISCHONN, Walter. Integração do Modelo MGB-IPH com Sistema de Informação Geográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, v 19, n.1, mar 2014. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/170c7ff9bc41f7f845e3bd393b13e7a9_f87a7958332fa277d40514f40c46809a.pdf> Acesso em: 23 mai. 2013.

FELIZARDO, Lucas M.; FARIA, Glaucia A.; MATSUMOTO, Tusnao; OLIVEIRA, Jefferson N. **Avaliação da autodepuração do córrego mula em Santa Fé do sul – SP, com simulações no ad'água 2.0**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2013.

FREIRE, A. P.; CASTRO, E. C. Análise de correlação do uso e ocupação do solo e da qualidade da água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Vol. 19, n.1, 2014.

GONÇALVES, Júlio C. S. I. et al. **Avaliação espaço-temporal da qualidade da água e simulação de autodepuração na bacia hidrográfica do córrego São Simão, SP**. Revista Ambiente & Água. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas, v. 7, n. 3, p. 141-154, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/114537>>. Acesso em:

IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Licenças ambientais**. Disponível em: <http://celepar7.pr.gov.br/sia/licenciamento/consulta/con_licenca.asp> Acesso em: 27 de dez. 2014.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>> Acesso em: 20 jun. 2014

INMET - INSTITUO NACIONAL DE METERELOGIA. **Consulta Dados da Estação Convencional: CAMPO MOURAO (PR)**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/dspDadosCodigo.php?ODM3ODM=>>> Acesso em: 30 de maio de 2015.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico do município de Araruna**. 2015.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico do município de Campo Mourão**. 2015.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico do município de Peabiru**. 2015.

ITCG - INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. **Mapa de Solos do**

Paraná. Produtos Cartográficos. Disponível em:

<<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=47>>. Acesso em: 12 de outubro de 2012.

LEAL, Georla C. S. G.; FARIAS, Maria S. S.; ARAUJO, Aline F. **O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano**. QUALIT@S

Revista Eletrônica. ISSN 1677-4280 V7.n.1. Ano 2008. Disponível em: <

<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CFQQFjAI&url=http%3A%2F%2Frevista.uepb.edu.br%2Findex.php%2Fqualitas%2Farticle%2Fdownload%2F128%2F101&ei=BJsU6zmM4bLsQTJ94>>

GQBg&usg=AFQjCNHHRVyFABxrvVpz5JFR92W8xFJYeQ&sig2=93BSxKLjTQ0dwSxa54K8Yw&bvm=bv.69837884,d.b2k > Acesso em: 6 jun. 2014

LUOGON, M. S. et. al. Diagnóstico ambiental da sub-bacia hidrográfica do Córrego Amarelo, abordando o uso e ocupação do solo e a qualidade da água. **Revista Engenharia Ambiental**. Espírito Santo do Pinhal: 2009. Vol. 6, n.3.

MARTINS, Rodrigo C.; VALENCIO, Norma F. L. da S. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil: desafios teóricos e político-institucional**. São Carlos: Rima, 2003.

MACHADO, I.; F. **Diversidade e conservação de anuros em áreas úmidas costeiras do sul do Brasil**. Tese de Doutorado. São Leopoldo, 2011. Disponível em: < <http://biblioteca.asav.org.br/vinculos/tede/IbereFarinaMachado.pdf>> Acesso em: 07 de Janeiro de 2014.

MIERZWA, José C. **O uso racional e o reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria estudo de caso da Kodak brasileira**. 2002. 367f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/arquivos/File/2_Geral/Geomorfologia/Atlas_Geomorforlogico_Parana_2006.pdf>. Acesso em: 24 de Jun. de 2014.

NUNES, D. G. **Modelagem da autodepuração e qualidade de água do Rio Turvo Sujo**. 2008. Dissertação de Mestrado. Viçosa: UFV, 2008, 109p.

OKI, Viviana. K. **Impactos da colheita de *Pinus taeda* sobre o balanço hídrico, a qualidade da água e a ciclagem de nutrientes em microbacias**. 2002. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

OPPA, Lorenza F. **Utilização de modelo matemático de qualidade de água para análise de alternativas de enquadramento do Rio Vacacaí Mirim**. 2007. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

OLIVEIRA, Gilcimar P. C.; CASTRO, Leonardo M. A. de; CORDEIRO, José R. C.; SOUZA, Ana K. P. de. **Sistemas de informações geográficas como ferramenta de apoio ao gerenciamento de recursos hídricos – uma aplicação à bacia do rio**

Santo Antonio. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, 2011.

PINHEIRO, Renata B. et. al. Outorga para lançamento de efluentes — Uma metodologia de apoio à gestão de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v 18, n.4, dez. 2013. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/7505434aac0c837030b65e328bc045d0_922daf4b5f90dfb068150f4a1aa595e6.pdf> Acesso em: 5 mai. 2014.

PRISCOLI, Jerome D. Reflections on the nexus of politics, ethics, religion and contemporary water resources decisions. **Water Policy**. v.14, 2012. Disponível em: <<http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic1236942.files/Water%20ethics%20religion%20WPOL-D-11-10002.pdf>> Acesso em: 19 jun. 2014.

RODRIGUES, Aline S.; MALAFAIA, Guilherme. Degradação dos recursos hídricos e saúde humana: uma atualização. **Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal**, v. 10, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://periodicos.univille.br/index.php/RSA/article/viewFile/179/184>> Acesso em: 5 jun. 2014

SANTOS, Alexandre R. dos S.; SAITO, Nathália S.; PELUZIO, Telma M. de O.; BRAGA, Juliana C. et. al. **AD' ÁGUA 2.0: sistema para simulação de autodepuração de cursos d'água – Manual do Usuário**. Alegre: CAUFES, 2010.

SELBORN, Lorde. **A ética do uso da água doce: um levantamento**. Brasília: Unesco, 2001. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001271/127140por.pdf>> Acesso em: 19 jun. 2014.

SILVA, José F. R.; FARIAS, José A. M.; COELHO, Luiz S. **Regionalização de vazões (q95%) no estado do Maranhão**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió: 2011. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/a5463b814da1645f87d08aad0c3f6785_bc1d6b5ffdf73ba4110e78c26a9722a4.pdf> Acesso em: 31 mai. 2015

SPERLING, Marcos V. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Vol. 4. Universidade Federal de Minas Gerais. 1997.

SPERLING, Marcos V. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

STREETER, H. W.; PHELPS, E. B. A study of the pollution and natural purification of the Ohio River. Washington: **Public Health Bull.** 1925, 146 p.

SUPERINTÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO BÁSICO. **Manual Técnico de Outorgas.**

SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE. **Portaria SUREHMA nº019/92 de 12 de maio de 1992** Paraná: 1992.

TUCCI, Carlos E. M. **Regionalização de vazões.** Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1º ed. Porto Alegre.

TUCCI, Carlos E. M. **Desenvolvimento dos recursos hídricos no Brasil.** 2004. Disponível em: < <http://www.eclac.cl/DRNI/proyectos/samtac/InBr00404.pdf>> Acesso em: 26 jun. 2014

TUNDISI, José G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos: Rima, 2003.

XAVIER, Ana C. P.; LOBO, Rafael F. S. SIG: análise de aplicabilidade em avaliações ambientais integradas. **Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos.** Porto Alegre: 2010.