



## REVISÃO HISTÓRICA DO ENTORNO DA BACIA DO MANANCIAL SANTA BÁRBARA-PELOTAS/RS E SUAS RELAÇÕES COM A QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DOS ANOS 2013 A 2015

**Henrique Kosby Corrêa** – henriqukosby@pelotas.ifsul.edu.br  
Universidade FEEVALE – Bolsista CAPES  
Campus II-ERS 239, 2755  
CEP 93525-075 – Novo Hamburgo - RS

**Roberta Plangg Riegel** – roplangg@yahoo.com.br  
Universidade FEEVALE – Bolsista CAPES

**Daniela Muller de Quevedo** – danielamq@feevale.br  
Universidade FEEVALE – PPG Qualidade Ambiental

**Resumo:** Este estudo tem por objetivo analisar os valores de parâmetros de água bruta da barragem do Arroio Santa Bárbara em Pelotas/RS disponibilizados pela autarquia Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP), a fim de relacioná-los com estudos acadêmicos históricos do entorno da bacia observando uso do solo, ação antrópica e outros fatores relatados, bem como com dados do censo 2010 realizado pelo IBGE. Os parâmetros são Temperatura, Turbidez, Cor, pH, Dureza, Alcalinidade, CO<sub>2</sub> Livre e Matéria Orgânica no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015 e foram disponibilizados em planilhas diárias, sendo então compilados em planilhas de dados Excel com médias mensais. Em um primeiro olhar pode-se dizer que como um todo a água da barragem do Santa Bárbara é satisfatória, porém o ponto de coleta do SANEP ainda mantém-se de certa maneira mais preservado do contato humano. Por estudos realizados, pelos dados censitários de onde evidenciam-se muitos aspectos danosos à qualidade do ambiente - esgoto não tratado, acúmulo de lixo, entre outros - e a proximidade de moradias à bacia sugere-se que podem ocorrer alterações significativas na qualidade da água da bacia, assim como já ocorre em vários pontos mais antropizados do canal Santa Bárbara. O presente estudo é o início de uma pesquisa que futuramente pretende analisar mapas atuais da bacia e através de regressão logística buscar a espacialização de probabilidades para fazer inferências sobre parâmetros de qualidade de água e suas relações com usos e ocupações da bacia e dados sociodemográficos.

**Palavras-chave:** Pelotas, Santa Bárbara, Parâmetros de água, Características da bacia.

## HISTORICAL REVIEW OF THE SURROUNDINGS OF THE BASIN OF SANTA BARBARA RESERVOIR IN PELOTAS/RS AND ITS RELATIONS TO THE QUALITY OF RAW WATER BETWEEN YEARS 2013 -2015

**Abstract:** This study aims to analyze the raw water parameter values from the Arroio Santa Bárbara reservoir in Pelotas/RS provided by the Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) local authority, in order to relate them to historical academic studies of the surroundings of the basin observing soil use, anthropic action and other factors reported, as well as data from the 2010 census conducted by IBGE. The parameters are temperature, turbidity, color, pH, hardness, alkalinity, free CO<sub>2</sub> and organic matter from January 2013 to December 2015 which were made available from daily worksheets and were then compiled in Excel spreadsheets with monthly averages. At a first glance, it may be said that, as a whole, the water from the Santa Bárbara reservoir is satisfactory. However, the SANEP water collection point is still maintained, in a certain way, more preserved from human

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO

INFORMAÇÕES



*contact. Based on previous studies, census data in which many harmful aspects to the quality of the environment are evident such as untreated sewage, garbage accumulation, among others. In addition, nearby housing suggests that significant alterations to the quality of the water from the reservoir may occur as it can be seen in various more anthropized points of the Santa Bárbara canal. This study is the beginning of a research which aims to analyze current maps of the basin in the future and, by using logistic regression, seek the spatialization of probabilities in order to make inferences about water quality parameters and their connections to the basin use and occupations and sociodemographic data.*

**Key Words:** Pelotas, Santa Bárbara, Water parameters, Characteristics of the basin.

## 1. INTRODUÇÃO E APORTES TEÓRICOS

Para Guerra e Cunha (2001), os impactos ambientais decorrentes da ocupação das áreas urbanas estão relacionados ao pouco conhecimento do ambiente, das dimensões físicas, político-sociais, socioculturais e espaciais e a deterioração do ambiente causada por essas aglomerações urbanas vem das alterações provocadas por uma sociedade estruturada em classes sociais. Segundo Motta (2001) tais impactos sugerem uma ineficácia e inadequação dos instrumentos de planejamento e gestão urbana convergindo para estabelecimento de ocupações irregulares e processos informais de urbanização, sobretudo nos segmentos mais pobres, visto que a introdução de grandes empreendimentos imobiliários em áreas consideradas regulares, com boa qualidade de vida e infraestrutura adequada obriga as classes mais pobres migrarem para lugares caracterizados como fundo de vale e áreas de preservação ambiental constituindo as ocupações irregulares.

A eutrofização à beira dos mananciais da cidade em geral ocasiona a deterioração da qualidade da água por falta de tratamento dos efluentes, criando potenciais riscos ao abastecimento da população em vários cenários, e o mais crítico tem sido a ocupação das áreas de contribuição de reservatórios de abastecimento urbano que, eutrofizados, podem produzir riscos à saúde da população (TUCCI, 2008).

A aplicação da geografia com o registro de eventos sobre a superfície terrestre considerando uma variação tanto de tempo como de espaço tem utilizado atualmente a aplicação de geotecnologias, resultando em mapas, cartas e modelos digitais georreferenciados que expressam informações sobre a geografia local. Trabalhando conjuntamente com processos de gestão da ocupação urbana há uma nova significação de planejamento urbano, uma vez que esta ciência possibilita analisar sistemicamente os processos de interação homem-meio ambiente, mesmo que se utilize como unidade de análise um compartimento da paisagem (RIBEIRO, 2006).

Agregado à tecnologia possibilitou-se criar robustos bancos de dados, podendo estes ser montados e manipulados conforme o objetivo a que se destina a análise do meio, tornando possíveis combinações de informações, seja do meio físico como do meio biótico. Por meio de aportes tecnológicos pode-se hoje monitorar e inferir sobre questões relativas ao meio ambiente, e assim produzir material cartográfico com qualidade que sirva de base aos processos de planejamento e gestão ambiental. A partir dessas fontes são apuradas informações sobre o uso, ocupação e parcelamento do solo, desmatamentos, atividades agrícolas, assoreamento e poluição de corpos d'água, perdas de solo por erosão, etc (PORTO & HARTWIG, 2016).

Para Florenzano (2005) as geotecnologias referentes ao Sensoriamento Remoto e aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) estão cada vez mais interligadas, visto que suas aplicações nos diferentes campos do conhecimento têm aumentado. A princípio, em Geografia essas tecnologias têm uma vasta aplicação, entretanto, o potencial delas nos estudos geográficos não tem sido suficientemente explorado.

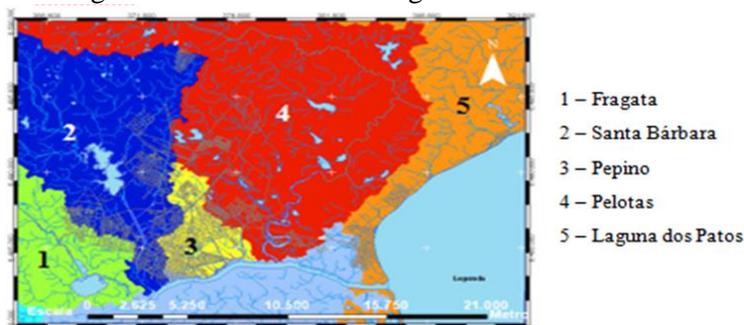
Analisar aspectos geográficos do entorno de bacia torna-se cada vez mais importante para a qualidade de sua água, pois conforme Venturieri *et al* (2005) as atividades antrópicas promovem a desestabilização do sistema reinante na microbacia hidrográfica e tais efeitos devem ser acompanhados e monitorados periodicamente. Dentre as atividades antrópicas capazes de provocar alterações na estabilidade e no equilíbrio dinâmico do sistema formado pela bacia hidrográfica, citam-

se as derrubadas de florestas, queimadas, atividades agropecuárias predatórias, mineração, indústrias poluentes, urbanização e outras formas de ocupação do solo sem planejamento ambiental.

Embasado no exposto acima este trabalho visa ser o início de um estudo da Bacia do Santa Bárbara, localizada em Pelotas, um município da região sul do estado do Rio Grande do Sul, situado a 250 quilômetros da capital, Porto Alegre, e segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma área total de 1.610,084 km<sup>2</sup>, com uma população estimada em 2015 de 342.873 habitantes, tendo, portanto, uma densidade demográfica estimada para o ano de 212,96 hab/km<sup>2</sup>, sendo a terceira cidade mais populosa do estado.

Geograficamente o município é cercado por águas, uma vez que seu território é limitado ao norte pelo Arroio Turuçu, a leste, pela Laguna dos Patos, ao sul, pelo Canal São Gonçalo e a oeste pelos Arroio da Reserva e Arroio da Serra. Nesse contexto hídrico tem-se que as principais sub-bacias hidrográficas existentes no município são: Santa Bárbara, Pepino, Pelotas, Fragata, e Laguna dos Patos, conforme Figura 01 a seguir.

Figura 01 – Sub-bacias hidrográficas de Pelotas/RS.



Fonte: BLOIS, 2014.

Com o fechamento do Arroio Santa Bárbara, em 1968, foi construída a barragem do Santa Bárbara, possuindo 352 hectares inundados e 359 hectares de proteção e tendo como profundidade média da bacia de acumulação de 3 a 4 metros. Seu volume de água estimado é de 10 bilhões de litros de água e tal barragem tem como finalidade fornecer água bruta por gravidade para a Estação de Tratamento de Água (ETA) Santa Bárbara e para a zona industrial, através de bombeamento. Esta ETA foi construída com o objetivo inicial de reforçar o abastecimento de água potável da cidade, tendo capacidade total de 40 milhões de litros de água por dia e abastecendo os bairros Centro, Zona do Porto, Navegantes, Vila Fátima, Fragata, Distrito Industrial e Vila COHAB, tornando-se posteriormente responsável pelo abastecimento de 80% da zona urbana do município. Em 2006 e 2012, devido a longos períodos de estiagem foi feita a transposição temporária do Arroio Pelotas para o Arroio Santa Bárbara (SANEP, 2016).

Concernente às redes coletoras de esgoto tem-se que 67% das residências da cidade são atendidas, contando o município com duas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) que juntas tratam 40% do esgoto coletado da zona urbana. O sistema de drenagem urbana é composto por casas de bombas e canais coletores e condutores, e tem-se no Canal Santa Bárbara um dos principais drenos da cidade, cortando-a de norte a sul, sendo onde, por exemplo, o distrito industrial lança seus efluentes (SANEP, 2016).

No município são produzidas 150 toneladas de lixo por dia, sendo 103 toneladas/dia de lixo orgânico; 0,2 toneladas/dia de resíduos sólidos coletados em postos de saúde (disposição efetuada após esterilização) e 45 toneladas/dia de outros materiais, salientando-se que ao todo são recicladas 2 toneladas/dia (BLOIS, 2014).

Nesse contexto, segundo Blois (2014), 92% de sua população reside na zona urbana e em conformidade com Bergamo (2006) a deterioração do ambiente das cidades, muito decorrente do processo de urbanização, influencia na qualidade de vida da população, visto que inúmeros problemas ambientais, incluindo a alteração do sistema da bacia hidrográfica, são ocasionados, existindo tais características independentemente do tamanho das cidades.

Ao final do estudo, pretende-se analisar os usos e ocupações do solo, através de SIG - Sistema de Informações Georreferenciadas, traçando comparativos com dados de parâmetros de análise de água bruta dos anos de 2013 a 2015, disponibilizados pela autarquia Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP), através da Regressão Logística. Neste momento, irá vincular-se tais dados com uma revisão histórica de trabalhos acadêmicos já publicados relacionados à bacia, buscando uma convergência, ou causa/consequência, entre observações geográficas e antrópicas relatadas nos estudos e os dados atuais dos parâmetros, caracterizando-a e analisando seus fatores antrópicos.

## 2. METODOLOGIA

O estudo trabalha com dados de coleta de água bruta provenientes da barragem Santa Bárbara e disponibilizados pelo SANEP no período de janeiro de 2013 a junho de 2015, sendo que os mesmos tratam dos parâmetros Temperatura, Turbidez, Cor, pH, Dureza, Alcalinidade, CO<sub>2</sub> Livre e Matéria Orgânica. Tal barragem localiza-se entre as coordenadas UTM 6492000 (Nmáx.) e 6488000 (Nmín.) e, 368000 (Emín.) e 372000 (Emáx.), encontrando-se ao seu lado a ETA Santa Bárbara e em suas proximidades o bairro Lindóia (KORB, 2006). A Figura 02 a seguir mostra a vista aérea desse reservatório e parte de seu entorno

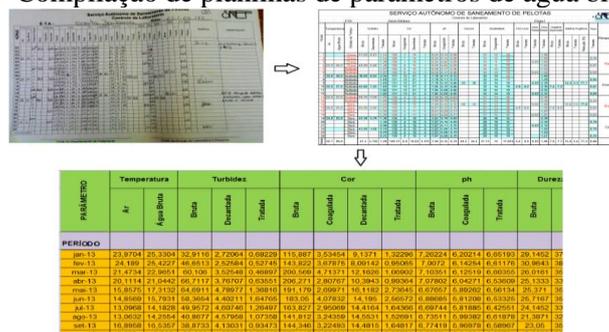
Figura 02 – Vista aérea da barragem Santa Bárbara.



Fonte: Google maps.

Tais parâmetros são medidos em intervalos de tempo específicos, sendo alguns de hora e hora e outros duas ou seis vezes ao dia, havendo, após a análise, registro em formulário próprio que são transpostos para planilhas diárias. Através da concatenação das planilhas diárias, obteve-se uma tabela mensal dos dados em *Excel* de onde extraiu-se as médias mensais e anuais de cada parâmetro. Na Figura 03 a seguir encontra-se uma compilação esquemática da sequência de trabalho com as planilhas.

Figura 03 – Compilação de planilhas de parâmetros de água bruta e tratada.



Fonte: Autores.

Para suporte inicial da pesquisa buscou-se no sítio do IBGE dados do censo 2010 e fez-se *download* de planilhas completas a partir do filtro Censo Demográfico 2010: Características Urbanísticas do Entorno dos Domicílios, de onde foram extraídos e compilados dados para suporte à escrita e considerações. A Figura 04 apresenta a origem da planilha do sítio e o formato de saída do *download*.

Figura 04 – Recorte de tela do sítio do IBGE e planilha em *Excel* gerada pelo mesmo.



Fonte: Autores.

De posse de tais dados buscou-se em revisão bibliográfica nos portais *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Scholar Google (Google Acadêmico) e Portal de Periódicos da CAPES estudos que detalhassem a bacia do Santa Bárbara em diferentes aspectos possibilitando inferir influências das alterações do entorno da bacia bem como do uso do solo nos valores encontrados para os parâmetros, sendo encontrado como válidos para essa fase de estudo 04 artigos e uma dissertação. Por entender que não há uma relação imediata causa-consequência entre alteração do entorno e os parâmetros de qualidade de água, fez-se a pesquisa bibliográfica para várias décadas anteriores aos dados ou pesquisas que contenham tais décadas, procurando um padrão que poderá influenciar de maneira direta os parâmetros ou uma compilação de influências que podem estar associadas a eles.

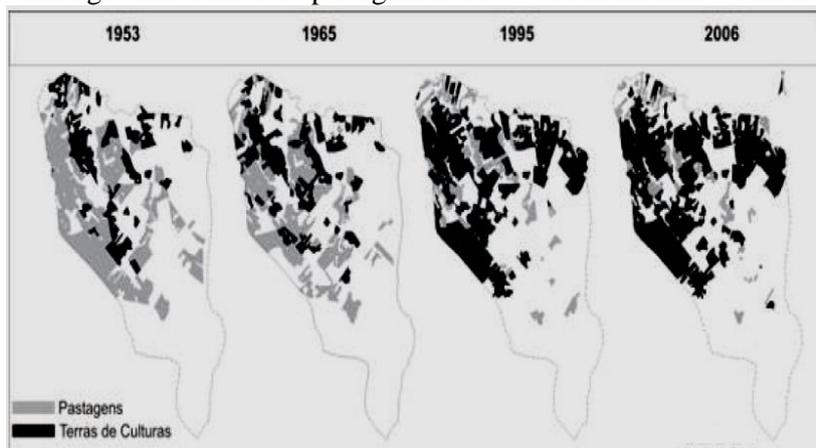
No presente estudo, os dados obtidos através do IBGE são analisados de forma geral para a bacia, mas estes serão em estudo futuro analisados através dos setores demográficos específicos do entorno relacionados ao vetor limitante da bacia com o uso do *software* ArcGis, sendo com isto gerados mapas atuais com características específicas de seu entorno.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Revisão Histórica de Estudos do Arroio Santa Bárbara

Simon *et al* (2010) traçou um importante estudo a respeito da geografia da bacia do Santa Bárbara com o objetivo de avaliar as transformações no uso da terra ocorrida na Bacia do Arroio Santa Bárbara, ao longo de 53 anos (1953 – 2006), destacando elementos do sistema socioeconômico que contribuíram para este processo. A análise desta dinâmica ocorreu a partir da elaboração de mapas de uso da terra dos anos de 1953, 1965, 1995 e 2006, sendo que as transformações espaciais ocorridas na bacia Santa Bárbara representam um processo regional, que aponta para a diminuição das áreas de pastagem em função do aumento das terras de cultura. Tal situação deriva da crise na pecuária voltada para o charque e da ascensão da indústria de alimentos em Pelotas que efetivou a expansão da área urbana, a redução das áreas de mata nativa e o aumento dos corpos de água artificiais. A Figura 05 a seguir traz a dinâmica das terras agrícolas e áreas de pastagem na bacia do Arroio Santa Bárbara nesse período estudado.

Figura 05 – Terras agrícolas e áreas de pastagem na bacia do Arroio Santa Bárbara (1953-2006).



Fonte: SIMON *et al*, 2010.

Lançando um olhar sobre as transformações geomorfológicas da bacia do Santa Bárbara, Simon & Cunha (2008) realizaram uma análise temporal das alterações nas formas do relevo, tendo como base informações espaciais oriundas da cartografia geomorfológica, possibilitando a compreensão da gênese dos distúrbios na morfodinâmica e dos impactos ambientais. Assim, foram analisadas as principais alterações geomorfológicas desencadeadas na bacia durante 41 anos (1965 – 2006), sendo que para avaliar as alterações ocorridas sobre a morfologia, foram elaborados mapas geomorfológicos da área em estudo, referentes aos anos de 1965 e 1995, a partir da interpretação de fotografias aéreas, e o cenário de 2006 foi constituído por meio de representações cartográficas esquematizadas a partir da obtenção de imagens orbitais. Como conclusão entendeu-se que as atividades antrópicas efetivaram a imposição de mecanismos de controle que alteraram as formas e a estrutura do sistema, agindo, conseqüentemente, sobre os fluxos de matéria e energia. Tais alterações vinculam-se à expansão urbana, ao desenvolvimento das atividades agrícolas e às ações antrópicas pontuais como a mineração e a interceptação dos cursos de água para a construção de reservatórios.

Entre os anos 1996 e 1998, Coradi *et al* (2009) desenvolveram uma pesquisa junto aos laboratórios da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) para avaliar a qualidade das águas nos principais cursos de água que cortam o município, utilizando-se o Índice de Qualidade de Água de Bascarán (IQAb), verificando que a qualidade dos corpos de água avaliados foi aceitável, com exceção da Barragem da Eclusa e da Barragem Santa Bárbara. Na Figura 06 apresenta-se os valores médios mensais de IQAb obtidos e a classificação da qualidade da água segundo o mesmo.

Figura 06 – Valores de IQAb e classificação do aspecto aparente de qualidade da água.

Valores dos IQAb médios mensais obtidos durante o período de monitoramento dos cursos de água.

Cursos de água	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Arr. Pelotas	59	56	55	55	54	56	55	61	61	62	59	55
Canal S. Gonçalves	57	56	52	55	59	57	58	62	62	65	59	60
Eclusa	56	55	52	52	61	55	54	59	62	59	61	56
Arr. Pepino	61	50	55	53	65	59	43	52	54	55	56	68
Barragem Sta. Bárbara	57	57	55	55	67	54	33	49	48	50	36	64
Porto	67	67	66	68	67	63	67	65	68	66	66	64

Aspecto aparente de qualidade da água em função do valor de IQAb calculado.

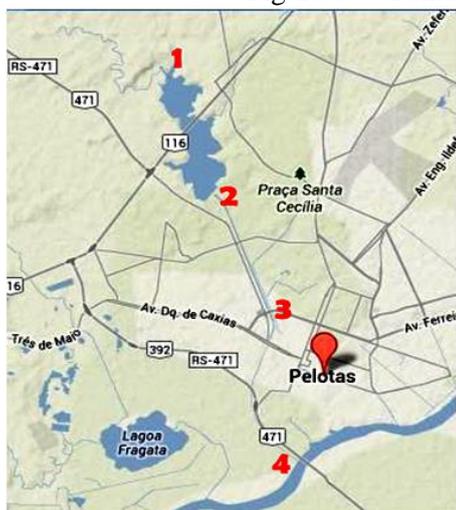
Aspecto aparente	Valor do IQAb	Aspecto aparente	Valor do IQAb
Péssimo	0	Aceitável	60
Muito ruim	10	Agradável	70
Ruim	20	Bom	80
Desagradável	30	Muito bom	90
Impróprio	40	Excelente	100
Normal	50		

Fonte: CORADI *et al*, 2009.

Percebe-se, portanto, que como um todo o aspecto aparente da qualidade da água beirou o limite de agradável e ruim (julho e novembro), mas em sua maioria o índice consegue manter-se no nível de aceitável. Tal resultado reflete em Piedras *et al* (2006), que analisaram de março a novembro de 2003 o impacto de dois afluentes da barragem Santa Bárbara sobre o ambiente da mesma, utilizando a ocorrência de invertebrados bentônicos e características químicas da água, tendo sido realizadas coletas e análises da água e de invertebrados bentônicos nos afluentes Sanga da Barbuda e Sanga do Passo do Cunha e também no interior da bacia de acumulação da barragem. Os resultados mostraram que, embora a Sanga da Barbuda e a Sanga do Passo do Cunha apresentem características químicas abaixo do recomendável, no limite aceitável pela legislação que determina os padrões de qualidade da água para abastecimento público, estes afluentes estão, ainda, sendo diluídos de forma satisfatória na bacia de acumulação da barragem.

Blois (2014) realizou pesquisa em 4 pontos do Santa Bárbara, sendo 01 o ponto de condições ambientais mais preservadas e outros 3 pontos dentro do chamado Canal Santa Bárbara que originalmente era um arroio que atravessava a cidade e que, com a urbanização, teve seu curso retificado e concretado, sendo transformado em um duto. Na Figura 07 encontram-se os pontos de coleta da pesquisa de Blois.

Figura 07 – Pontos de coleta de Blois (2014).



Localização dos pontos:  
Ponto 1 - Sanga do Passo do Cunha - S 031°42.039'W 052°22.710'.  
Ponto 2 - Canal Sta. Bárbara Saída Barragem - S 031°43.827'W 052°21.949'.  
Ponto 3 - Canal Sta. Bárbara Ponte Rodoviária - S 031°45.441'W 052°21.435'.  
Ponto 4 - Canal Sta. Bárbara Ponte Rio Grande - S 031°47.380'W 052°20.965'.

Fonte: Google Maps

Fonte: BLOIS, 2014.

O monitoramento constituiu-se de coleta mensal, entre agosto de 2012 a março de 2013, sendo os parâmetros de qualidade da água avaliados por Blois (2014) o Potencial Hidrogeniônico (pH); Temperatura; Oxigênio Dissolvido (OD); Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); Demanda Química de Oxigênio (DQO); Fósforo Total; Nitrogênio Total e Coliformes Termotolerantes.

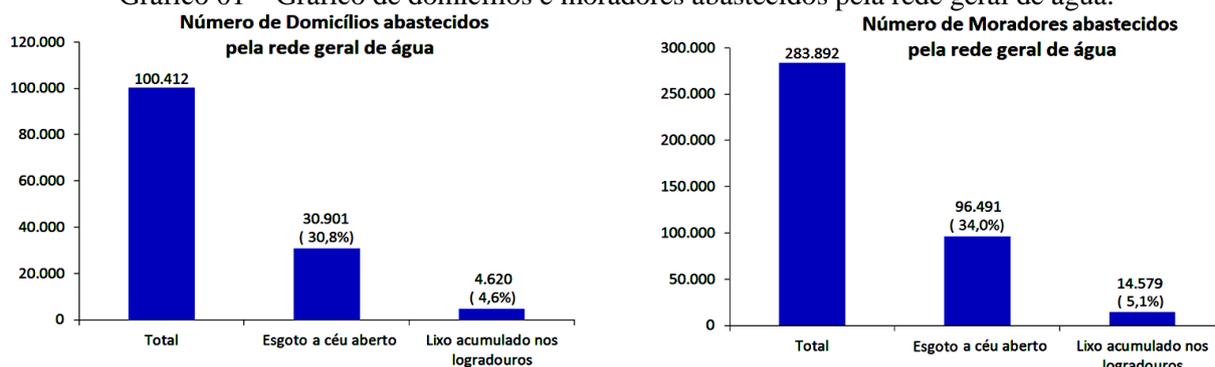
Constatou-se que as águas atingem alto grau de poluição, especialmente nos pontos 03 e 04 por serem mais antropizados, encontrando-se fora dos níveis mínimos exigidos quanto a algumas variáveis analisadas, evidenciando grave degradação das águas e entorno do corpo de água estudado.

### 3.2 Dados do IBGE para a Cidade de Pelotas

Buscando ambientar o trabalho em dados sociodemográficos, passa-se agora a uma análise de Pelotas segundo dados do censo de 2010, onde o município conta com 114.016 domicílios particulares ocupados, e, para os Gráficos 01, 02, 03 e 04 a seguir toma-se como referência a população de 328.275 habitantes. Tais gráficos tomaram por escopo o número total de domicílios e o número de moradores beneficiados/afetados em situações distintas - Abastecimento pela rede geral de água, Esgotamento sanitário pela rede geral de esgoto ou pluvial e Coleta de lixo - e destes, foram destacadas situações consideradas prejudiciais à qualidade do entorno do ambiente - Esgoto a céu aberto e Lixo acumulado nos gradouros.

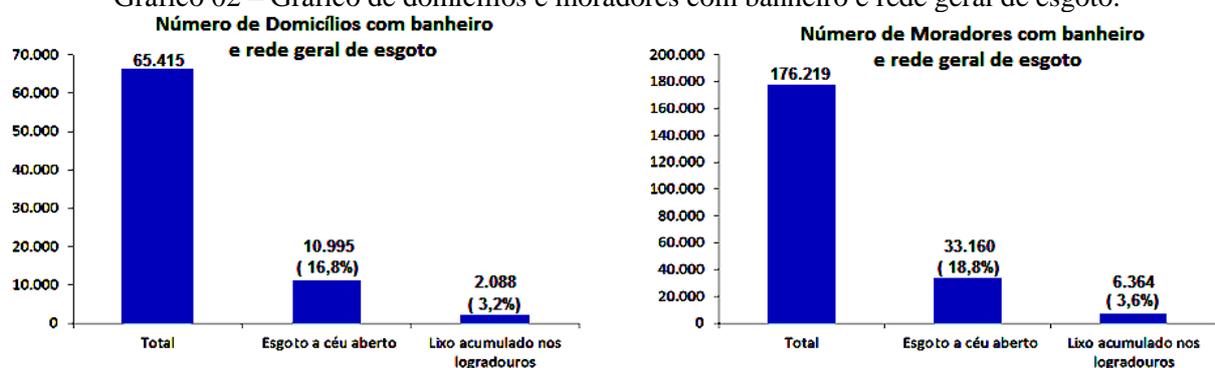


Gráfico 01 – Gráfico de domicílios e moradores abastecidos pela rede geral de água.



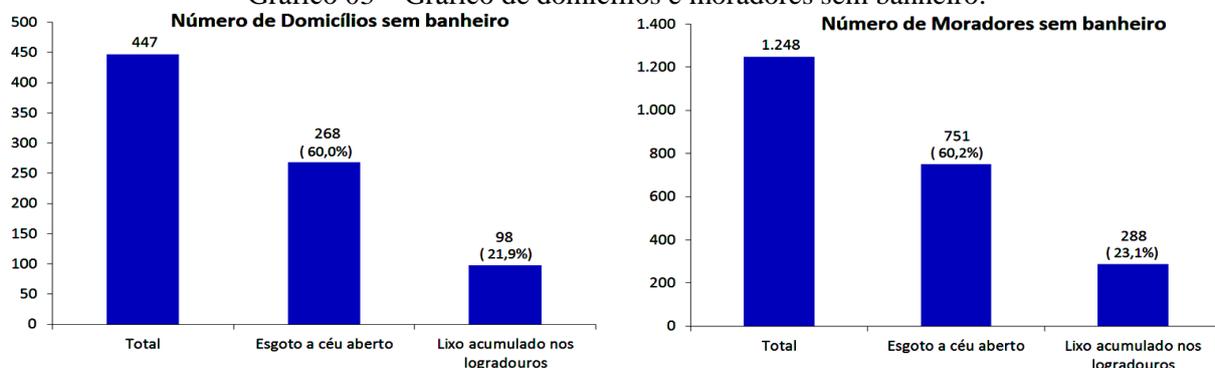
Fonte: Gráfico dos Autores, segundo dados Censo 2010-IBGE.

Gráfico 02 – Gráfico de domicílios e moradores com banheiro e rede geral de esgoto.



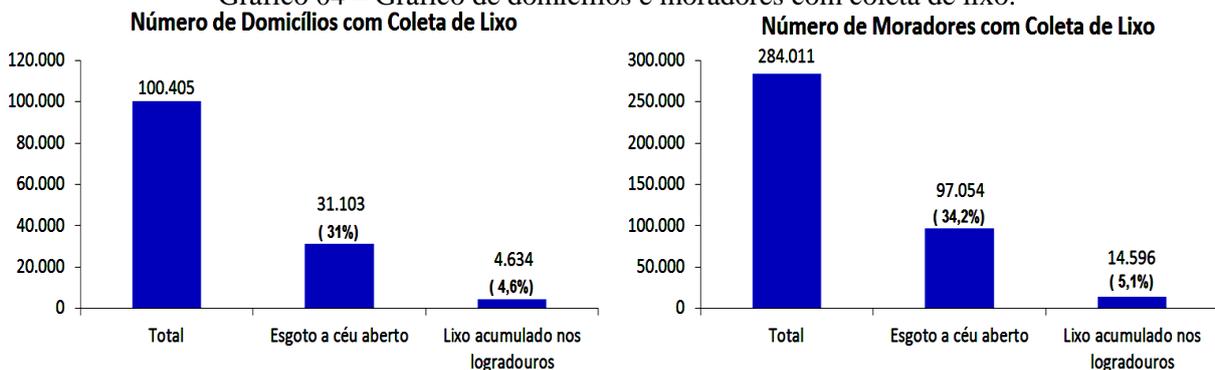
Fonte: Gráfico dos Autores, segundo dados Censo 2010-IBGE.

Gráfico 03 – Gráfico de domicílios e moradores sem banheiro.



Fonte: Gráfico dos Autores, segundo dados Censo 2010-IBGE.

Gráfico 04 – Gráfico de domicílios e moradores com coleta de lixo.



Fonte: Gráfico dos Autores, segundo dados Censo 2010-IBGE.

Percebe-se que 86,5% da população têm seu domicílio abastecido pelo rede geral de água, e sendo, vale lembrar, a barragem do Santa Bárbara responsável por 80% do abastecimento da área urbana, tem-se uma perspectiva da proporção que danos em sua bacia causaria à cidade. Observa-se que mesmo nos domicílios que têm ligação com a rede geral esgoto constata-se que 16,8% também apresentam esgoto a céu aberto o que poder-se-ia indicar ligações clandestinas, desatualizadas (ainda não ligadas à rede) ou falta de manutenção da malha de escoação. Destaca-se que a expectativa futura é que, infelizmente, à beira do manancial o percentual de esgoto a céu aberto seja muito maior, ocasionando maior dano à bacia.

Tratando-se mais especificamente de danos ambientais que podem ser analisados pelos gráficos anteriores destaca-se o baixo número de domicílios sem banheiro, muito certamente na zona rural ou áreas de posseiros, porém, tal número torna-se de certa expressão uma vez que entender-se que tais situações (ruralidade e posses) são adjacências da bacia, cabendo aqui uma melhor filtragem sobre tais aspectos quando se definir por georreferenciamento o limite e entorno da bacia, pois, um cenário preocupante se forma em termos de planejamento e retorno ao meio ambiente diante de um crescimento urbano e populacional (SANTOS *et al.*, 2011).

Quanto à coleta de lixo, observa-se que mesmo sendo percentualmente eficaz (88,1% dos domicílios) apresenta-se que 14.596 habitantes, indicaram que em seus logradouros acumulam-se lixos. À esta situação devem ser somados 44.264 moradores da cidade que não são atendidos pela coleta de lixo, perfazendo assim um total de 58.860 habitantes potencialmente convivendo com lixo acumulado em logradouros. Em uma segunda análise, se considerarmos que 8% da população de Pelotas reside em zona rural (ainda que isso não signifique que não há lixo acumulado), tem-se que 26.262 habitantes vivem na zona rural. Portanto, subtraindo 26.262 de 58.860, resulta que 32.598 habitantes de Pelotas, ou seja 9,9% da sua população total, convivem com lixo acumulando-se nos logradouros.

### 3.3 Parâmetros de Qualidade da Água do Arroio Santa Bárbara- ETA Santa Bárbara

Para caracterizar a qualidade da água do Arroio Santa Bárbara, este trabalho iniciou com a análise descritiva dos parâmetros de água bruta disponibilizados pelo SANEP, de um ponto de coleta localizado na parte superior da bacia, sendo um dos pontos de captação de água para abastecimento da cidade de Pelotas, no período de janeiro de 2013 a junho de 2015. A Tabela 01 apresenta uma síntese estatística básica de tais dados.

Tabela 01 – Síntese estatística básica dos parâmetros de água bruta.

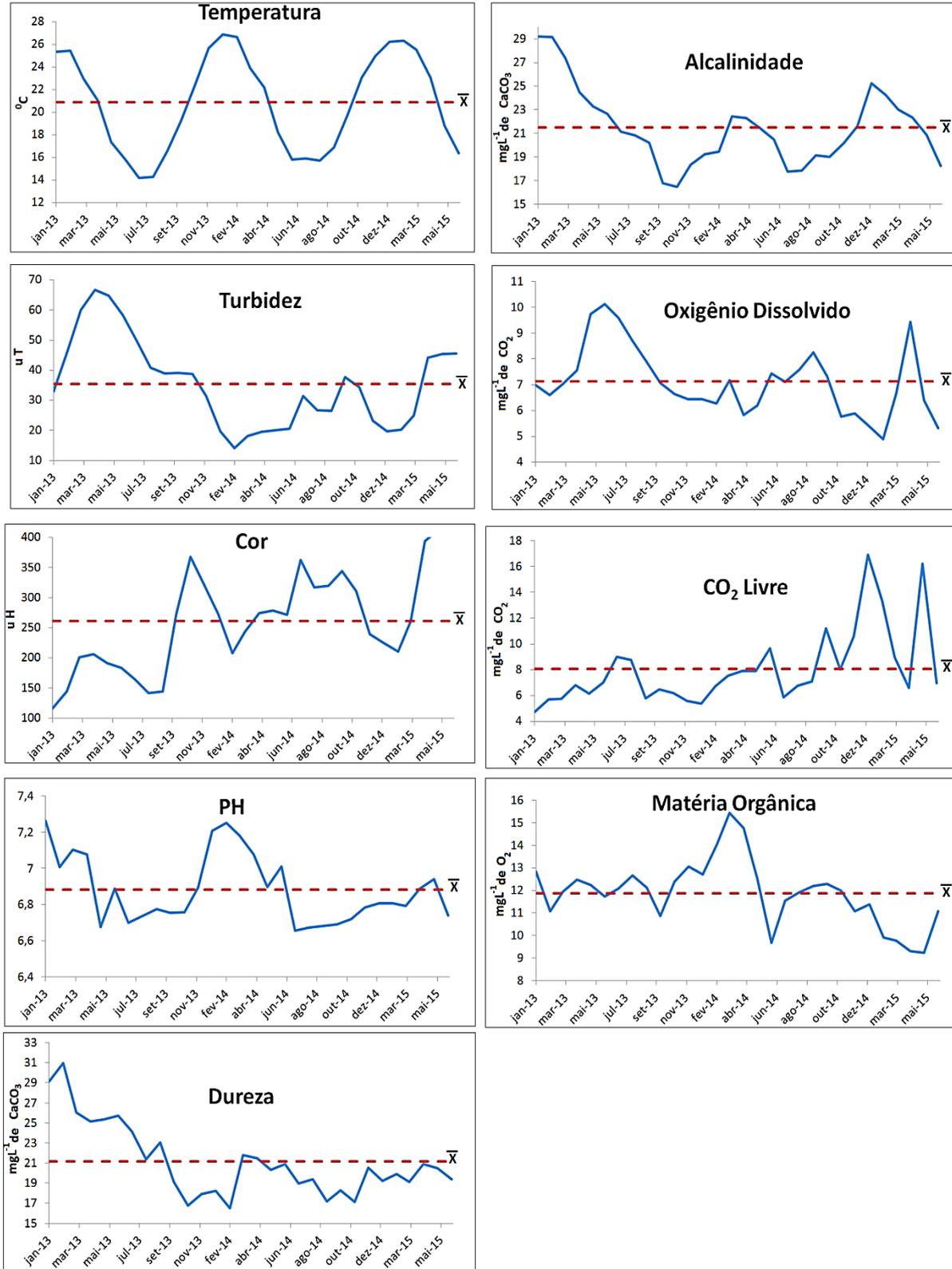
Ano	Descritiva	Temperatura	Turbidez	Cor	pH	Dureza	Alcalinidade	CO <sub>2</sub> Livre	Oxigênio Dissolvido	Matéria Orgânica
2013	Mín.	14,18	31,42	115,89	6,68	16,77	16,47	4,73	6,45	10,88
	Máx.	25,67	66,71	367,66	7,26	30,96	29,22	8,99	10,14	13,05
	Média	20,01	47,37	204,41	6,89	23,73	22,5	6,49	7,87	12,13
	DP	4,37	12,38	77,69	0,19	4,32	4,41	1,26	1,33	0,65
	CV	21,83	26,13	38	2,73	18,21	19,59	19,49	16,97	5,39
2014	Mín.	15,7	14,14	208,2	6,66	16,5	17,76	5,36	5,78	9,69
	Máx.	26,87	37,75	362,25	7,25	21,81	22,46	11,2	8,25	15,45
	Média	20,82	24,34	286,92	6,9	19,22	20,08	7,88	6,77	12,52
	DP	4,3	7,16	45,15	0,23	1,8	1,61	1,79	0,81	1,59
	CV	20,66	29,4	15,74	3,36	9,35	8	22,68	11,96	12,72
2015	Mín.	16,36	19,76	210,17	6,74	19,1	18,24	6,59	4,89	9,23
	Máx.	26,32	45,56	431,2	6,94	20,9	25,27	16,9	9,43	11,38
	Média	22,71	33,33	322,47	6,83	19,83	22,34	11,5	6,35	10,11
	DP	4,23	12,93	101,05	0,07	0,73	2,52	4,61	1,65	0,91
	CV	18,62	38,79	31,34	1,07	3,68	11,27	40,06	26,01	9,04

Mín.: Mínimo; Máx.: Máximo; DP: Desvio Padrão; CV: Coeficiente de variação (%).

Fonte: Autores, segundo dados disponibilizados pelo SANEP.

Para ter-se uma visão geral do comportamento de cada parâmetro no período analisado, a Figura 08 a seguir traz gráficos dos mesmos, sendo a linha tracejada a média dos valores do parâmetro.

Figura 08 – Gráficos dos parâmetros de água bruta da ETA Santa Bárbara.



Fonte: Gráficos dos Autores, segundo dados disponibilizados pelo SANEP.



A temperatura influencia praticamente todos os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na água e observa-se, nesse período, que a mesma foi de comportamento padrão às estações do ano na região.

Por não ser um padrão de potabilidade de água bruta a alcalinidade fica condicionada ao valor do seu pH, sendo que este oscilou de 6,5 a 7,2 durante o período de amostragem, o que leva a perceber que se trata de uma água levemente ácida e com uma alcalinidade ocasionada principalmente por bicarbonatos.

Observa-se que os maiores valores de oxigênio dissolvido (OD) foram obtidos em 2013, período que, portanto, apresentou ótimas condições de água nesse parâmetro. A ausência de oxigênio dissolvido na água dá espaço para o desenvolvimento de espécies anaeróbicas, que sobrevivem na ausência de oxigênio. O grande problema é que este tipo de bactéria decompõe a matéria orgânica em compostos mal cheirosos como aminas, amônias e sulfato de hidrogênio (H<sub>2</sub>S), resultando um odor ruim na água. O gás carbônico é de fundamental importância para o metabolismo das algas e de outros vegetais fotossintetizantes, mas a distribuição desse gás na massa da água é exatamente oposta à do oxigênio dissolvido (MATTIENSEN *et al.*, 2014). Cabe observar que os menores valores de OD encontrados no ponto analisado coincidem justamente com os picos de matéria orgânica ou CO<sub>2</sub> livre.

Os valores de cor sofreram variações acentuadas no período em questão, mostrando, possivelmente, presença de colóides orgânicos. No período analisado, a matéria orgânica apresenta-se uniforme, exceto no período de janeiro a março de 2014 onde observa-se um pico nesse parâmetro, revelando em um todo uma água com, possivelmente, baixo potencial de poluição.

Pelo Figura 08, apenas no ano de 2013 a turbidez apresenta valores acima da média do período, sendo que vale lembrar que a turbidez da água é principalmente influenciada por matérias em suspensão, podendo dar à água uma aparência turva, com estética indesejável e perigosa.

Em um primeiro olhar pode-se dizer que como um todo a água da barragem do Santa Bárbara é satisfatória, pois conforme Piedras *et al.* (2006) já apontaram, mesmo que alguns afluentes apresentem características químicas abaixo do recomendável ainda são diluídos na bacia de acumulação da barragem.

Cabe destacar que o ponto de coleta do SANEP ainda mantém-se de certa maneira mais preservado do contato humano. Mas, pelos estudos realizados, pelos dados censitários de onde evidenciam-se muitos aspectos danosos à qualidade do ambiente - esgoto não tratado, acúmulo de lixo, entre outros - e a proximidade de moradias à bacia sugere-se que podem ocorrer alterações significativas na qualidade da água da bacia, assim como já ocorre em vários pontos mais antropizados do canal Santa Bárbara. Esta deterioração já foi identificada pelo estudo de Coradi *et al.* (2009) onde o IQAb da Barragem do Santa Bárbara apresentou-se de desagradável a aceitável para todo o período de coleta. Talvez este cenário não esteja expresso nos dados apresentados na Tabela 01 e Figura 08 pois o IQAb considera em seu cálculo outros indicadores de qualidade da água, além dos disponibilizados pelo SANEP.

Blois (2014) também constata um certo grau de degradação na qualidade da água em um ponto avaliado na saída da barragem, mas que ainda apresenta-se pouco antropizado. Este autor apresenta elevados índices de DQO no ponto a saída da Barragem Santa Bárbara. A elevação da concentração de DQO num corpo de água deve-se principalmente a despejos de origem industrial ou pesticidas utilizados em plantações. Isto vem ao encontro do estudo de Simon *et al.* (2010), que demonstra o grande avanço de terras agrícolas de 1953 a 2006, na parte superior da bacia, onde localiza-se a barragem do Santa Bárbara (Figura 05).

Para a parte inferior da bacia do Santa Bárbara tanto Coradi *et al.* (2009) quanto Blois (2014) encontram um recurso hídrico altamente antropizado, com grande carga de matéria orgânica, turbidez e Coliformes. Estes indicadores estão relacionados à contaminação por esgoto doméstico e industrial. Este resultado também está alinhado aos dados de Simon *et al.* (2010), que identificam uma alta densidade urbana na parte inferior da bacia, e aos dados obtidos pelo Censo 2010 que ainda apresenta um índice elevado de esgoto a céu aberto e lixo acumulado nos logradouros. Segundo o Ranking de Saneamento do Instituto Trata Brasil (2016), utilizando dados de 2015, Pelotas tem um indicador de Esgoto Tratado por Água Consumida de 19,2%, ou seja, em cada 100 m<sup>3</sup> de água consumida há somente 19,2 m<sup>3</sup> de esgoto tratado. Ancorado nesse estudo o grupo Agenda 2020 estima que Pelotas não consegue tratar nem um terço do seu esgoto produzido.



Também ocorre em Pelotas acentuado processo de gentrificação, com a revitalização de bairros e pontos históricos. Tal fenômeno faz com que população de renda mais baixa, não conseguindo manter-se no novo padrão do bairro, migre para áreas mais periféricas da cidade e acabe inevitavelmente aproximando-se da barragem do Santa Bárbara conforme mostrado na Figura 03.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como proposta realizar uma análise de estudos científicos relacionados à bacia do Arroio Santa Bárbara, bem como avaliação da qualidade da água deste recurso e as características sociodemográficas disponibilizadas pelo IBGE que influenciam na qualidade do recurso hídrico. Deste modo, através de pesquisas realizadas em bases de dados, foi possível identificar que existem vários trabalhos que tratam da Bacia do Santa Bárbara, tanto no seu aspecto de usos e ocupações do solo, como características geomorfológicas e qualidade da água. Apesar de alguns dos estudos relatados neste artigo também realizarem análises em uma perspectiva histórica, identificando o avanço de atividades antrópicas, a divulgação dos resultados dos impactos da degradação do meio, bem como as variações nas ocupações da bacia, ocorre entre a década de 90 e o período atual. Também foi possível, através da compilação destes resultados, relacionar os possíveis impactos destas alterações na bacia com a qualidade da água deste recurso hídrico, mesmo que de forma empírica.

Observa-se uma grande atividade antrópica, ocasionando degradação e baixa qualidade da água nas regiões inferiores da bacia, que se caracteriza por uma alta densidade populacional, baixa taxa de tratamento de esgoto, esgoto a céu aberto e acúmulo de lixo nos logradouros. Apesar do ponto de coleta da ETA -Santa Bárbara apresentar ainda certo grau de preservação, observados através dos dados analisados neste estudo, já é possível encontrar certo grau de degradação relacionada possivelmente à atividade agrícola e da diminuição das áreas de preservação. Cabe ressaltar que este recurso é utilizado para abastecimento público, e para critérios de potabilidade nem todos os indicadores de contaminação são avaliados. Um exemplo disso são os metais pesados, que podem ser provenientes da indústria ou de áreas agrícolas (agrotóxicos), hormônios, vírus e outros indicadores, como já tem sido demonstrado em diversos estudos, e que não são eliminados da água com o tratamento convencional.

Embora o trabalho represente uma etapa inicial de um estudo mais amplo, este demonstra a importância de uma avaliação integrada da bacia, onde se identifica características físico-químicas do recurso hídrico associadas às alterações antrópicas em seu entorno que impactam diretamente na qualidade da água. Desta forma, apesar deste estudo ser uma análise preliminar das características gerais da Bacia do Arroio Santa Bárbara, foi possível identificar o seu perfil através de dados secundários com a compilação de estudos pontuais de vários autores, mas que associados revelam a identidade bacia. É necessário formalizar estas relações observadas, e para isto em continuidade a este estudo serão estabelecidas regiões de similaridade e probabilidades de contaminação com o uso de recursos estatísticos e SIG.

#### *Agradecimentos*

Agradecemos ao SANEP pela disponibilidade dos dados de água bruta utilizados nesse estudo e à CAPES pelos recursos financeiros que proporcionam a execução desse doutoramento.

#### 5. REFERÊNCIAS

AGENDA 2020. Disponível em: <<http://agenda2020.com.br/a-agenda-2020/>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

BERGAMO, E. P. **Legislação Ambiental e Urbana: a necessidade do planejamento ambiental em bacias hidrográficas urbanizadas na escala Municipal**. Geonordeste. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia – NPGeo. Universidade Federal de Sergipe – UFS, ano XV. n.1, p. 2 a 40, 2006.



BLOIS, F. M. D. **Caracterização e monitoramento da qualidade das águas do canal Santa Bárbara na região urbana de Pelotas/RS.** Novo Hamburgo, 78 p., 2014. Dissertação (Mestrado) – FEEVALE.

CORADI, P. C.; FIA, R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. **Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil.** Revista Ambiente & Água, v.4, n.2, p. 46-56, 2009. Disponível em: <<http://ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/download/227/686>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

FLORENZANO, T. G. **Geotecnologias na geografia aplicada: Difusão e acesso.** INPE, Revista do Departamento de Geografia, n.17, p. 24-29, 2005. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/mtc-m12@80/2006/08.04.16.27?languagebutton=pt-BR>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (organizadores). **Impactos ambientais urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 416 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=431440>>. Acesso em 07 jun. 2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

KORB, C. C. **Identificação de depósitos tecnogênicos no reservatório Santa Bárbara, Pelotas (RS).** Porto Alegre, 189 p., 2016. Dissertação (Mestrado) – UFRGS.

MATTIENSEN, Alexandre; MACIEL, Erika da Silva; FURLAN, Érika Fabiane; SUCASA, Lia Ferraz de Arruda; SILVA, Luciana Kimie Savay da. **Qualidade e Processamento de Pescado.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 256 p.

MOTTA, Diana Meirelles da. **Gestão do uso do Solo e Disfunções do Crescimento Urbano, Instrumentos de planejamento e gestão urbana : Brasília e Rio de Janeiro.** Brasília: IPEA, 2001. 254 p.

PIEDRAS, S. R. N.; BAGER, A.; MORAES, P. R. R.; ISOLDI, L. A.; FERREIRA, O. G. L.; HEEMAN, C. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil.** Cienc. Rural, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 494-500, abr. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0103-84782006000200020&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt&userID=-2](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-84782006000200020&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt&userID=-2)>. Acesso em: 15 jul. 2016.

PORTO, C. J.; HARTWIG, M. P. **Impactos sócio-ambientais provocados pelas ocupações irregulares do solo urbano as margens do canal Santa Bárbara em Pelotas – RS utilizando um SIG.** Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiarurban/a/094.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

RIBEIRO, L. S. **Análise qualitativa e quantitativa de erosão laminar no município de Campos dos Goytacazes/RJ através de técnicas de geoprocessamento.** Campos dos Goytacazes, 458 p., 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense.

SANTOS; G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M.; FEITOSA, D. G.; BARBOSA, G. C.; LIMA, R. C. Influência do uso e ocupação do solo na qualidade de água para fins de irrigação no Córrego do Ipê, noroeste do Estado de São Paulo. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento**



**Remoto-SBSR**, Curitiba, Brasil, INPE, p. 1263-1270, 2011. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1084.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

SCHUTZ, Edgar. **Reengenharia mental: reeducação de hábitos e programação de metas**. Florianópolis: Insular, 1997. 104 p.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE SANEAMENTO DE PELOTAS – SANEP. Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/estacoes-de-tratamento>>. Acesso em 15 jul. 2016.

SIMON, A. L.; TRENTIN, G.; CUNHA, C. M. L. **Avaliação da dinâmica do uso da terra na Bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (Brasil), no período de 1953 a 2006**. Scripta Nova - Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. v.14, n.327, 2010. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-327.htm>>. Acesso em: 10 de jun. 2016.

SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. **Alterações geomorfológicas derivadas da intervenção de atividades antrópicas Análise temporal na Bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.9, n.2, 2008. Disponível em: <<https://doaj.org/article/18ea5e26b29b42b0b444bb72b2438a29>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas. Estudos avançados**. v.22, n.63. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

VENTURIERI; A. FIGUEIREDO, R. O.; WATRIN, O. S.; MARKEWITZ, D. Utilização de imagens Landsat e CBERS na avaliação da mudança do uso e cobertura da terra e seus reflexos na qualidade da água em microbacia hidrográfica do município de Paragominas, Pará. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, INPE, p. 1127-1134, 2005. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94128/1/1127.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2016.