

**Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade**

**CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA RESIDUÁRIA DO CAMPUS CAPÃO DO LEÃO - UFPEL**

**FEATURES OF WASTEWATER OF THE CAMPUS CAPÃO DO LEÃO - UFPEL**

Adriana Gonçalves da Silva Manetti, Heron da Silva Pereira e Vanderleia Senhor

**RESUMO**

A Universidade Federal de Pelotas tem um desafio grandioso pela frente: a gestão correta dos efluentes gerados dentro do Campus Universitários. Dentro deste contexto, o trabalho teve por objetivo caracterizar o efluente gerado no Campus Capão do Leão. As amostras foram coletadas de dois pontos em comum para diversos departamentos acadêmicos, transportados em garrafas de polietileno até o Laboratório de Biotecnologia (FURG) e realizado sua caracterização físico-química. As análises foram feitas de acordo com o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, em que os parâmetros estudados foram: Sólidos totais; Sólidos dissolvidos; Sólidos fixos; Sólidos suspensos; Cloretos; Turbidez; DQO; Dureza; Cálcio; Manganês; Alumínio; Fósforo total; Ortofosfato; Polifosfato; Nitrogênio Amoniacal; Condutividade; pH.

**Palavras-chave:** Água residuária, efluente, Campus Universitário.

**ABSTRACT**

The Federal University of Pelotas has a sublime challenge: proper management of effluents generated within the University Campuses. Within this context, the study aimed to characterize the effluent at Campus Capão do Leão . Samples were collected from two common points for many academic departments, transported in polyethylene bottles until the Biotechnology Laboratory (FURG) and performed their physicochemical characterization. The analyzes were performed according to Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, whose parameters are: Total solids; Dissolved solids; Fixed solids; Suspended solids; Chlorides; Turbidity; chemical oxygen demand; Hardness; Calcium; Manganese; Aluminum; Total phosphorus; Orthophosphate; Polyphosphate; Ammoniacal Nitrogen; Conductivity; pH.

**Keywords:** wastewater, effluent, University Campus.

**INTRODUÇÃO**

A situação atual do País reflete um crescimento em todos os setores da economia, devido a isso, a necessidade de capital intelectual se torna indispensável para o seu desenvolvimento socioeconômico. Essa prática refletiu diretamente na necessidade da evolução e ampliação das universidades, acarretando em um grande aumento na estrutura física dos seus Campi Universitários, como também na população acadêmica.

Esse crescimento exponencial abrupto pode ocasionar deficiência na execução do planejamento ambiental existente, tornando-se um desafio para as gestões das instituições de ensino superior. O processo de gestão ambiental inicia-se quando se promove adaptações ou modificações no ambiente natural de forma a adequá-lo as necessidades individuais ou coletivas, (JÚNIOR, 2004).

O Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas por ser uma das áreas mais antigas da instituição, possui construções projetadas somente para o uso de esgoto doméstico sem o preparo adequado para fins laboratoriais, predominando a inexistência da separação dos efluentes líquidos. Dentro deste contexto, necessita-se do conhecimento das características físico-químicas destes efluentes para que possa estudar alternativas para seu tratamento. Em virtude disso, o trabalho teve como objetivo caracterizar os efluentes gerados no Campus Capão do Leão – UFPel.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas (Figura 1), no município do Capão do Leão – RS. O Campus está localizado ao Lado da EMBRAPA Clima temperado, e a leste se encontra o canal São Gonçalo e a Barragem Eclusa. A região em estudo contribui para a Bacia Hidrográfica Mirim – São Gonçalo, que possui uma área de 25.961,04 Km<sup>2</sup>, abrangendo nove municípios(PLANO AMBIENTAL DE PELOTAS, 2014).



Figura 1: Campus Capão do Leão UFPEL

Fonte: Google Earth (2014)

Foram selecionados dois pontos de coleta, A e B figura 2 e 3, para a caracterização do efluente. A tabela 1 contém os departamentos contribuintes para cada ponto coletado, e a figura 4 contém a planta sanitária do Campus, como os pontos A e B demarcados.

Tabela 1: Pontos de convergência e captação dos efluentes gerados nos setores da Universidade Federal de Pelotas.

	Ponto receptor (A)	Ponto receptor (B)
Departamentos contribuintes	Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel	Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
	Biotério	Zootecnia
	Instituto de Biologia	Centro de vivência e atividades múltiplas
	Restaurante Universitário	Piscicultura
	Prefeitura Universitária	Departamento de Ciências dos Alimentos
	Faculdade de Ciências Domésticas	Antiga Biblioteca



Figura 2: Ponto de coleta B



Figura 3: Ponto de coleta A

O efluente foi coletado no período de Março, Abril e Maio do ano de 2014, e transportado em garrafas de polietileno até o laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal do Rio Grande – FURG onde foram feitas as análises físico-químicas. As análises foram seguidas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). Os parâmetros analisados foram: Sólidos totais; Sólidos dissolvidos; Sólidos fixos; Sólidos suspensos; Cloretos; Turbidez; DQO; Dureza; Cálcio; Manganês; Alumínio; Fósforo total; Ortofosfato; Polifosfato; Nitrogênio Amoniacal; Condutividade; pH .

Os resultados foram avaliados através de Análise de Variância (ANOVA) e as diferenças entre as médias por teste de Tukey utilizando o *software* Statistica 7.0, (MYERS E MONTGOMERY 2002).





Figura 4: Planta sanitária do Campus Capão do Leão.

Fonte: Coordenadora de Gestão Ambiental UFPEL

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios das características dos efluentes do campus Capão do Leão, bem como o coeficiente de variação (CV) para cada parâmetro analisado que está expresso nas Tabelas 2 e 3.

O desvio padrão pode ser considerado grande ou pequeno dependendo da ordem de grandeza da variável. Verifica-se através dos resultados dos coeficientes de variação (CV), que as análises apresentaram precisão, uma vez que, apresentaram valores pequenos. Esses resultados indicaram que o conjunto de dados obtidos foram homogêneos, visto que, foram menores ou igual a 25%, (MYERS e MONTGOMERY 2002).

Tabela 2: Características físico-químicas do efluente do Campus Universitário - Capão do Leão (Ponto A).

Parâmetros	Médias	CV (%)
Sólidos totais (mg/L)	540	3,92
Sólidos dissolvidos (mg/L)	428,33	0,52
Sólidos voláteis (mg/L)	111,66	1,35
Sólidos suspensos (mg/L)	76,66	0,62
Cloretos (mg/L)	91,63	0,48
Turbidez (UNT)	76,3	0,18
DQO (mg/L)	298,8	0,15
Dureza (mg/L)	58,00	0,76
Cálcio (mg/L)	12,02	2,13
Mangânes (mg/L)	1,17	17,9
Alumínio (mg/L)	0,13	8,7
Ferro (mg/L)	0,87	4,04
Fósforo total (mg/L)	0,32	7,78
Ortofosfato (mg/L)	0,14	7,87
Polifosfato (mg/L)	0,02	5,58
Nitrogênio total (mg/L)	58,45	0,12
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	23,48	2,00
Condutividade (mS)	0,563	0,46
Ph	7,41	0,06

DQO: demanda bioquímica de oxigênio. CV: Coeficiente de variação. pH: potencial hidrogenionico. Média: de três repetições

Tabela 3: Características físico-químicas do efluente do Campus Universitário - Capão do Leão (Ponto B).

Parâmetros	Médias	CV (%)
Sólidos totais (mg/L)	5160	3,92
Sólidos dissolvidos (mg/L)	352,13	0,52
Sólidos voláteis (mg/L)	4785	1,35
Sólidos suspensos (mg/L)	882,5	0,62
Cloretos (mg/L)	77,23	0,48
Turbidez (UNT)	590,33	0,18
DQO (mg/L)	936,44	0,15
Dureza (mg/L)	117,56	0,76
Cálcio (mg/L)	13,45	2,13
Mangânes (mg/L)	1,58	17,9
Alumínio (mg/L)	0,41	8,7
Ferro (mg/L)	1,075	3,28
Fósforo total (mg/L)	0,20	5,00
Ortofosfato (mg/L)	0,06	28,86
Polifosfato (mg/L)	0,02	21,65
Nitrogênio total (mg/L)	65,25	0,97
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	26,36	1,21
Condutividade (mS)	0,40	0,85
Ph	7,36	2,31

DQO: demanda bioquímica de oxigênio. CV: Coeficiente de variação. pH: potencial hidrogenionico. Média: de três repetições.

Os resultados mostram que a água residuária gerada nos pontos A e B da coleta apresentam concentrações elevadas de ST, SF, e SV. Pôde-se concluir que todos os valores das concentrações relativas de sólidos nestas águas residuárias, não atendem a legislação do CONAMA (BRASIL, 2005), que estabelece os parâmetros para lançamento de efluentes em corpos hídricos. Com relação ao abastecimento público de água, a portaria nº 36 do Ministério da Saúde estabelece como padrão de potabilidade 1.000 mg/L de sólidos totais. No caso da Resolução CONAMA nº 20, o valor máximo é de 500 mg/L. No presente trabalho concentrações na ordem de 550mg/L foram relatadas tabela 2. Este quadro não é definitivo para se entender o comportamento da água em questão, mas constitui-se uma informação preliminar importante, para estudos posteriores.

Também ficou demonstrado, através dos dados da Tabela 2 e 3, que o lançamento destas águas residuárias nos cursos d'água, sem tratamento prévio, pode ocasionar sérios problemas ambientais (SPERLING, 1996). Os sólidos agem de maneira indireta sobre a vida aquática, impedem a penetração da luz, induzem o aquecimento da água o que, conseqüentemente, diminui a quantidade de oxigênio dissolvido no meio. Verificou-se concentração de sólidos totais de até 5160 mg/L para o efluente gerado no Ponto B da coleta (Tabela 3). De acordo com, CONAMA (BRASIL, 2009), a concentração de sólidos totais deve ser menor que 500 mg/L em água para abastecimento público, por exemplo. Portanto é necessário seu tratamento antes de descartá-lo em afluentes.

Com relação ao parâmetro ferro, apesar de não ser um constituinte tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água, principalmente na região em questão, onde o ferro é abundante no solo. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (METCALF E EDDY, 1991). Ao se comparar os dados das características do efluente analisado, verifica-se concentrações de ferro na ordem de 0,8 a 1,07 mg/L, ponta A e B de coleta, respectivamente. Quando se compara estes resultados com a Portaria 36 do Ministério da Saúde, por exemplo, esta estabeleceu 0,3 mg/L em padrão de potabilidade. É também padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais. Na Universidade de Ouro Preto a caracterização do efluente foi feita por Bertolino (2007) que por meio de análises físico químicas chegou a resultados parecidos com os do esgoto doméstico, além disso, encontrou metais em todos os pontos, porém, em concentrações inferiores aos valores exigidos pela legislação.

O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para o reconhecimento de ambientes impactados pelo lançamento de resíduos industriais, mineração e esgoto sanitário. Conforme Esteves (1988) a condutividade elétrica pode auxiliar na identificação de fontes poluidoras pois a mesma é uma variável importante relacionada ao metabolismo do sistema aquático. Segundo CETESB (2007) a condutividade elétrica representa uma medida indireta da concentração de poluentes sendo críticos níveis superiores a 100  $\mu\text{Scm}^{-1}$ . No presente trabalho foram registrados níveis na ordem de 0,560 mg/L.

O comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus aspectos os mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. Desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar nos estados de oxidação  $\text{Mn}^{+2}$  (forma mais solúvel) e  $\text{Mn}^{+4}$  (forma menos solúvel). A concentração de manganês menor que 0,05 mg/L geralmente é aceitável em mananciais, devido ao fato de não ocorrerem, nesta faixa de concentração, manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água (METCALF E EDDY, 1991). Verifica-se através dos dados na Tabela 2 e 3, concentrações na ordem de 1,17 e 1,6, respectivamente, valores estes muito acima da média aceita em mananciais.

O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,5 e 8,5, de acordo com a Portaria 36 do Ministério da Saúde. Padrão de emissão de esgotos e de efluentes líquidos industriais, tanto pela legislação federal (entre 6 e 10) quanto pela estadual (entre 5 e 9 em corpos receptores e entre 6 e 10 na rede pública). De acordo com os resultados, os valores do pH ficaram na ordem de 7,5, dentro dos limites da portaria. Com relação a acidez, este parâmetro não se constitui, apesar de sua importância, em qualquer tipo



de padrão, seja de potabilidade, de classificação das águas naturais ou de emissão de esgotos, sendo que, o efeito da acidez é controlado legalmente pelo valor do pH.

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos (METCALF E EDDY, 1991). Valores de 200 a 900 mg/L foram registrados. Valores de DQO alto indica uma grande concentração de matéria orgânica e baixo teor de oxigênio.

O nitrogênio Kjeldahl total (NKT), medido em mg/L, é a soma do nitrogênio orgânico com o nitrogênio em forma de amônia. Ambas as formas estão presentes nos esgotos domésticos e por isso sua importância como parâmetro químico de qualidade das águas. Conforme Cotta et al. (2006) o método de determinação de NKT tornou-se referência para determinação de nitrogênio. De acordo com a resolução do CONAMA 357/05, o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas e também padrão de emissão de esgotos (BRASIL, 2005).

A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L. Além disso, como visto anteriormente, a amônia provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente, a chamada DBO de segundo estágio. Por estes motivos, a concentração de nitrogênio amoniacal é importante parâmetro de classificação das águas naturais e normalmente utilizado na constituição de índices de qualidade das águas. Pela legislação federal em vigor, a resolução N° 20 do CONAMA, o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos, deverá atender a um padrão de emissão igual a 5 mg/L (BRASIL, 2005). Foram registradas concentrações na ordem de 25 mg/L (Tabela 2 e 3).

Atender a um padrão de emissão igual a 5 mg/L para a amônia pode ser difícil para muitos sistemas que recorrem aos processos usuais de tratamento biológico, principalmente para as lagoas facultativas fotossintéticas que, além de não apresentarem elevados graus de nitrificação dos despejos, apresentam efluentes finais com concentrações elevadas de algas, necessitando de processo de remoção, o que pode inviabilizar os seus usos. Basicamente, somente a variante com aeração prolongada do processo de lodos ativados, dentre os processos usuais de tratamento de esgotos, é capaz de atender a este requisito.

Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macro-nutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células. Nesta qualidade, torna-se parâmetro imprescindível em programas de caracterização de efluentes que se pretende tratar por processo biológico. Ainda por ser nutriente para processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais, por outro lado, conduz a processos de eutrofização das águas naturais. O fósforo constitui-se, portanto, em importante parâmetro de classificação das águas naturais, participando também na composição de índices de qualidade de águas (METCALF E EDDY, 1991). Concentrações de 0,2 a 0,3 mg/L foram registradas para os pontos A e B, respectivamente. As frações de fósforo que predominam nos efluentes analisados, são as formas ortofosfatos (0,06 a 0,14 mg/L), seguida do polifosfato (0,02 mg/L), resultando em valores médios absolutos de fósforo total de 1,72 mg/L pelo período de 4 meses de monitoramento. Conforme a resolução 357/05 do CONAMA, o nível crítico às águas superficiais é de 0,025 mg/L de fósforo total. Sendo assim, o teor de fósforo total é um parâmetro importante para avaliar a qualidade da água (BRASIL, 2005).

Com relação a dureza os principais compostos que conferem dureza às águas: bicarbonato de cálcio, bicarbonato de magnésio, sulfato de cálcio e sulfato de magnésio. Visto pelos dados apresentados na Tabela 2 e 3, os valores de dureza ficaram na faixa de 50 a 100 mg/L. A Portaria nº 38 do Ministério da Saúde, de 1990, limita a dureza em 500 mg/L CaCO<sub>3</sub> como padrão de potabilidade. Este padrão não é muito restritivo, pois uma água com 500 mg/L de dureza é classificada como “muito dura” mas, por outro lado, uma restrição muito severa pode inviabilizar muitos abastecimentos públicos que utilizam água dura, por não disporem dos recursos necessários para a remoção da dureza ou abrandamento da água. Com os resultados obtidos, ficou evidenciado que esta está dentro da faixa aceitável.

A fim de verificar se há uma relação dos constituintes analisados no efluente, a Tabela 4 e 5 apresenta a relação dos parâmetros avaliados, expressa pelos coeficientes de correlação, no ponto de coleta A e B, respectivamente. Desta forma, fica evidenciado, através da análise dos dados da Tabela 4 que sólidos voláteis e sólidos totais apresentaram uma direção do relacionamento linear entre esses dois parâmetros, mencionando a medida da relação entre as duas variáveis. Verifica-se através dos valores dos coeficientes de Pearson, correlação positiva e significativa, ou seja, a medida que diminui os valores de SD, irá aumentar as concentrações de ferro ( $r = -0,999$ ) e fósforo total ( $-0,999$ ) no efluente analisado. Isto pode ser melhor visualizado através das Figuras 5 e 6, respectivamente.

Também verifica-se através da análise da Tabela 4, correlação positiva (0,999) entre os valores obtidos para sólidos voláteis e totais. Com isso, pode-se ser analisado que ao aumentar a concentração de SV do efluente haverá um aumento nos ST. Isto pode-se ser melhor visualizado na Figura 5, em que está expresso o gráfico da correlação dos valores de SV com os de ST, ao nível de significância de 5%, apresentando uma direção do relacionamento linear entre esses dois parâmetros, mencionado a medida da relação entre as duas variáveis

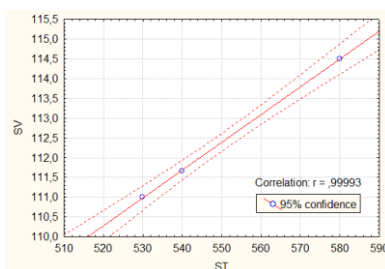


Figura 5 Gráfico de dispersão para as variáveis SV e ST.

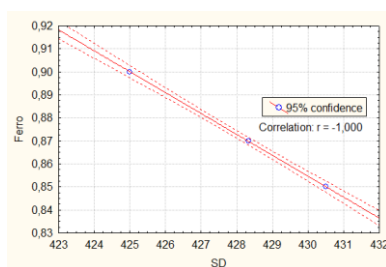


Figura 6 Gráfico de dispersão para as variáveis ferro e SD

Este mesmo comportamento observa-se para os parâmetros SD correlacionado com Fósforo total ( $r = -0,99$ ) (Tabela 5), ou seja, elevada correlação inversa destes parâmetros.

Com análise dos dados de correlação dos parâmetros para o Ponto B do efluente, verifica-se através da tabela 5 os valores das relações entre os parâmetros analisados.

Tabela 4: Relação entre as diferenças avaliadas para o ponto A

	ST	SD	SF	SS	Cloretos	Turbidez	DQO	Dureza	Ca	Mn	Al	Fe	FT	Ort	Pol	NTK	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Condut.	pH
ST	1,000	0,898	0,999	0,110	0,414	-0,327	0,734	-0,240	-0,786	0,971	0,866	-0,901	-0,901	0,982	0,982	-0,363	0,225	0,786	-0,327
SD	0,898	1,000	0,893	0,536	-0,027	0,121	0,958	-0,642	-0,978	0,768	0,558	-0,999	-0,999	0,799	0,799	0,083	0,630	0,978	0,121
SF	0,999	0,893	1,000	0,099	0,425	-0,338	0,726	-0,229	-0,778	0,974	0,872	-0,896	-0,896	0,984	0,984	-0,374	0,214	0,778	-0,338
SS	0,110	0,536	0,099	1,000	-0,859	0,903	0,756	-0,991	-0,702	-0,130	-0,401	-0,530	-0,530	-0,079	-0,079	0,886	0,993	0,702	0,903
Cloretos	0,414	-0,027	0,425	-0,859	1,000	-0,996	-0,314	0,784	0,237	0,619	0,814	0,021	0,021	0,579	0,579	-0,998	-0,793	-0,237	-0,996
Turbidez	-0,327	0,121	-0,338	0,903	-0,996	1,000	0,402	-0,839	-0,327	-0,543	-0,756	-0,115	-0,115	-0,500	-0,500	0,999	0,847	0,327	1,000
DQO	0,734	0,958	0,726	0,756	-0,314	0,402	1,000	-0,836	-0,997	0,551	0,296	-0,956	-0,956	0,592	0,592	0,366	0,827	0,997	0,402
Dureza	-0,240	-0,642	-0,229	-0,991	0,784	-0,839	-0,836	1,000	0,789	-0,002	0,277	0,637	0,637	-0,052	-0,052	-0,817	-1,000	-0,789	-0,839
Cálcio	-0,786	-0,978	-0,778	-0,702	0,237	-0,327	-0,997	0,789	1,000	-0,616	-0,371	0,976	0,976	-0,655	-0,655	-0,291	-0,780	-1,000	-0,327
Manganês	0,971	0,768	0,974	-0,130	0,619	-0,543	0,551	-0,002	-0,616	1,000	0,960	-0,772	-0,772	0,998	0,999	-0,575	-0,014	0,616	-0,543
Alumínio	0,866	0,558	0,872	-0,401	0,814	-0,756	0,296	0,277	-0,371	0,960	1,000	-0,564	-0,564	0,945	0,945	-0,781	-0,292	0,371	-0,756
Ferro	-0,901	-0,999	-0,896	-0,530	0,021	-0,115	-0,956	0,637	0,976	-0,772	-0,564	1,000	1,000	-0,803	-0,803	-0,076	-0,625	-0,976	-0,115
Fósforo total	-0,901	-0,999	-0,896	-0,530	0,021	-0,115	-0,956	0,637	0,976	-0,772	-0,564	1,000	1,000	-0,803	-0,803	-0,076	-0,625	-0,976	-0,115
Ortofosfato	0,982	0,799	0,984	-0,079	0,579	-0,500	0,592	-0,052	-0,655	0,999	0,945	-0,803	-0,803	1,000	1,000	-0,533	0,037	0,655	-0,500
Polifosfato	0,982	0,799	0,984	-0,079	0,579	-0,500	0,592	-0,052	-0,655	0,999	0,945	-0,803	-0,803	1,000	1,000	-0,533	0,037	0,655	-0,500
NTK	-0,363	0,083	-0,374	0,886	-0,998	0,999	0,366	-0,817	-0,291	-0,575	-0,781	-0,076	-0,076	-0,533	-0,533	1,000	0,826	0,291	0,999
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,225	0,630	0,214	0,993	-0,793	0,847	0,827	-0,999	-0,780	-0,014	-0,292	-0,625	-0,625	0,037	0,037	0,826	1,000	0,780	0,847
Condut.	0,786	0,978	0,778	0,702	-0,237	0,327	0,997	-0,789	-1,000	0,616	0,371	-0,976	-0,976	0,655	0,655	0,291	0,780	1,000	0,327
pH	-0,327	0,121	-0,338	0,903	-0,996	1,000	0,402	-0,839	-0,327	-0,543	-0,756	-0,115	-0,115	-0,500	-0,500	0,999	0,847	0,327	1,000

Sólidos totais (ST), sólidos dissolvidos (SD), sólidos voláteis (SV), sólidos suspensos (SS), cloretos, turbidez, matéria orgânica (DQO), Dureza, Cálcio (Ca), manganês (Mn), alumínio (Al), ferro (Fe), fósforo total (FT), ortofosfato (Ort.), polifosfato (Pol.), nitrogênio Total (N-TK), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), condutividade (cond.), potencial hidrogeniônico pH.

Tabela 5: Relação entre as diferenças avaliadas para o ponto B

	ST	SD	SF	SS	Cloretos	Turbidez	DQO	Dureza	Cálcio	Mn	Al	Fe	FT	Ort	Pol	NTK	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cond.	pH
ST	1,000	0,853	-0,952	-0,189	0,371	-0,655	0,997	-0,999	-0,998	0,589	0,990	-0,945	-0,945	-0,655	0,655	0,999	0,470	0,655	-0,327
SD	0,853	1,000	-0,653	-0,674	0,801	-0,953	0,885	-0,849	-0,888	0,081	0,919	-0,977	-0,977	-0,953	0,953	0,876	-0,059	0,953	0,214
SF	-0,952	-0,653	1,000	-0,120	-0,070	0,392	-0,930	0,955	0,928	-0,808	-0,899	0,800	0,800	0,392	-0,392	-0,937	-0,717	-0,392	0,600
SS	-0,189	-0,674	-0,120	1,000	-0,982	0,866	-0,252	0,181	0,257	0,682	-0,327	0,500	0,500	0,866	-0,866	-0,233	0,778	-0,866	-0,866
Cloretos	0,371	0,801	-0,070	-0,982	1,000	-0,945	0,430	-0,364	-0,435	-0,532	0,500	-0,655	-0,655	-0,945	0,945	0,413	-0,645	0,945	0,756
Turbidez	-0,655	-0,953	0,392	0,866	-0,945	1,000	-0,702	0,649	0,706	0,225	-0,756	0,866	0,866	1,000	-1,000	-0,688	0,359	-1,000	-0,500
DQO	0,997	0,885	-0,930	-0,252	0,430	-0,702	1,000	-0,997	-0,999	0,536	0,997	-0,964	-0,964	-0,702	0,702	1,000	0,412	0,702	-0,265
Dureza	-0,999	-0,849	0,955	0,181	-0,364	0,649	-0,997	1,000	0,997	-0,596	-0,989	0,942	0,942	0,649	-0,649	-0,999	-0,477	-0,649	0,335
Cálcio	-0,997	-0,888	0,928	0,257	-0,435	0,706	-0,999	0,997	1,000	-0,531	-0,997	0,966	0,966	0,706	-0,706	-0,999	-0,407	-0,706	0,260
Manganês	0,589	0,081	-0,808	0,682	-0,532	0,225	0,536	-0,596	-0,531	1,000	0,468	-0,292	-0,292	0,225	-0,225	0,552	0,990	-0,225	-0,956
Alumínio	0,990	0,919	-0,899	-0,327	0,500	-0,756	0,997	-0,989	-0,997	0,468	1,000	-0,982	-0,982	-0,756	0,756	0,995	0,339	0,756	-0,189
Ferro	-0,945	-0,977	0,800	0,500	-0,655	0,866	-0,964	0,942	0,966	-0,292	-0,982	1,000	1,000	0,866	-0,866	-0,959	-0,156	-0,866	0,000
Fósforo total	-0,945	-0,977	0,800	0,500	-0,655	0,866	-0,964	0,942	0,966	-0,292	-0,982	1,000	1,000	0,866	-0,866	-0,959	-0,156	-0,866	0,000
Ortofosfato	-0,655	-0,953	0,392	0,866	-0,945	1,000	-0,702	0,649	0,706	0,225	-0,756	0,866	0,866	1,000	-1,000	-0,688	0,359	-1,000	-0,500
Polifosfato	0,655	0,953	-0,392	-0,866	0,945	-1,000	0,702	-0,649	-0,706	-0,225	0,756	-0,866	-0,866	-1,000	1,000	0,688	-0,359	1,000	0,500
NTK	0,999	0,876	-0,937	-0,233	0,413	-0,688	0,999	-0,998	-0,999	0,552	0,995	-0,959	-0,959	-0,688	0,688	1,000	0,430	0,688	-0,284
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,470	-0,059	-0,717	0,778	-0,645	0,359	0,412	-0,477	-0,407	0,990	0,339	-0,156	-0,156	0,359	-0,359	0,430	1,000	-0,359	-0,988
Condut.	0,655	0,953	-0,392	-0,866	0,945	-1,000	0,702	-0,649	-0,706	-0,225	0,756	-0,866	-0,866	-1,000	1,000	0,688	-0,359	1,000	0,500
pH	-0,327	0,214	0,600	-0,866	0,756	-0,500	-0,265	0,335	0,260	-0,956	-0,189	0,000	0,000	-0,500	0,500	-0,284	-0,988	0,500	1,000

Sólidos totais (ST), sólidos dissolvidos (SD), sólidos voláteis (SV), sólidos suspensos (SS), cloretos, turbidez, matéria orgânica (DQO), Dureza, Cálcio, manganês (Mn), alumínio (Al), ferro (Fe), fósforo total (FT), ortofosfato (Ort.), polifosfato (Pol.), nitrogênio Total (N-TK), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), condutividade (cond.), potencial hidrogeniônico pH.



Os gráficos das correlações de DQO com ST (Figura 7); NTK com ST (Figura 8); cálcio e dureza (Figura 9) e Fósforo Total e ferro (Figura 10), estão expressos as Figuras que seguem, ao nível de significância de 5%.

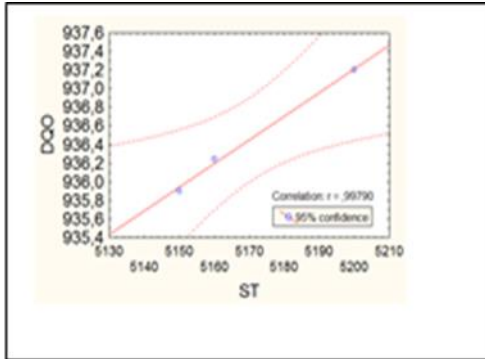


Figura 7. Gráfico de dispersão para as variáveis DQO e ST.

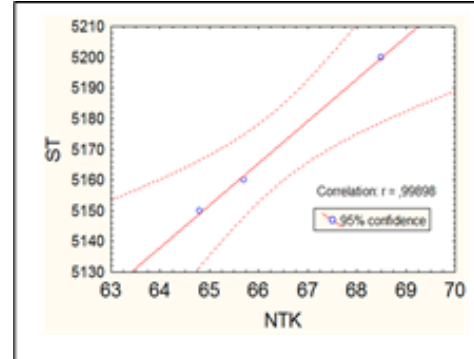


Figura 8. Gráfico de dispersão para as variáveis NTK e ST.

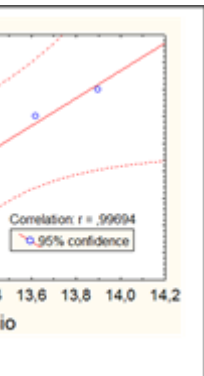


Figura 9. Gráfico de dispersão para as variáveis cálcio e Dureza.

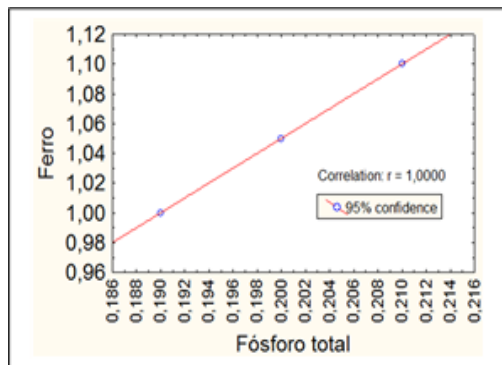


Figura 10. Gráfico de dispersão para as variáveis fósforo e ferro.

Com análise da figura 7,8, 9 e 10 foi possível constatar elevada correlação entre os parâmetros analisados. Em especial a relação da variável fósforo com ferro, visto pelo coeficiente de correlação de 1,0. Seguido da relação de cálcio e dureza que apresentou um coeficiente de correlação de 0,99. Os dados estão de acordo com a literatura, uma vez que, a dureza em águas residuárias pode ser devido a presença de cálcio e magnésio, principalmente, além de outros cátions como ferro, manganês, estrôncio, zinco, alumínio, hidrogênio, associados a ânions carbonato e sulfato, principalmente, além de outros ânions como nitrato, silicato e cloreto, (METCAL E EDDY, 1992).

Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo. E como se sabe a DQO mede indiretamente a matéria orgânica de efluentes, isto pode ser evidenciado pelo elevado coeficiente de correlação (0,997), Figura 7.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com a análise dos dados, pode-se concluir que a situação de ambos os pontos coletados do efluente do Campus Capão do Leão é preocupante devido à inexistência de captação ou alguma forma de tratamento de esgoto.

Com os resultados obtidos da caracterização do efluente dos pontos analisados, pode-se perceber uma situação de risco, uma vez que, este efluente sem tratamento adequado poderá contaminar o lençol freático, prejudicando a comunidade acadêmica e moradores residentes em torno da universidade.

Sob as condições estudadas, conclui-se que os efluentes coletados nos meses de Março, Abril e Maio não apresentaram diferença significativa, ao nível de confiança de 95%.

Recomendasse um campo de amostragem maior que englobe não somente o período letivo, mas também nas férias acadêmicas. Isso pode refletir nas características do esgoto. Devido à continuação das pesquisas laboratoriais e com a diminuição do esgoto cloacal pode-se esperar que o efluente tenha uma carga química mais concentrada nesse período, podendo interferir nos processos unitários de tratamento de esgoto.

Outro ponto importante é a caracterização da parte microbiológica do efluente. Necessária para uma melhor visão das características biológicas e suas possíveis finalidades no tratamento.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard methods for the examination of water an wasterwater. Washigton. 2005.**

BERTOLINO, S.M. **Caracterização e tratabilidade dos esgotos produzidos pelo Campus da Universidade Federal de Ouro Preto – MG. 2007.** 120f. Dissertação, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA N°20, de 18 de junho de 1986. Estabelece as classificações das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial da União, 30 de junho de 1986.**

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 24 marco de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrao de potabilidade. **Diário Oficial da União, 24 mar.**

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n°.397, de 3 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União, n°66, de 7 de abril de 2008.**

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA n°.357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências . **Diário Oficial da União, n°53, de 18 de março de 2005.**

COTTA, J.A.O.; SALAMI, F.H.; MARQUES, A.R.; REZENDE, O.M.O.; LANDGRAF,M.D. Validação do método para determinação de nitrogênio kjeldahl total. **RevistaAnalytica.** São Paulo, v. 5, p. 68-75, 2006

JÚNIOR, A. P. et al. **Curso de Gestão ambiental.** 1º edição 2004, Barueri, SP. Manole, 2004. 1045p.

METCALF & EDDY, “**Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse**”. McGraw-Hill International Editions, 3rd ed. 1991.

MYERS, R. H.; MONTGOMERY, D. C. **Response Surface Methodology.** Process and Product Optimization Using Designed Experiments, 2 nd ed, John Wiley e Sons, New York, 2002.

PLANO AMBIENTAL DE PELOTAS. **Prefeitura de Pelotas RS, 2013.** Versão preliminar – 18.08.2013. Disponível em: < <http://www.pelotas.rs.gov.br/qualidade-ambiental/plano-municipal/> >. Acesso em: 26 março 2014.

SPERLING, M. V.; NETO, C. O. de A.; JÚNIOR, I. V.; FLORÊNCIO, L. **Impacto dos nutrientes do esgoto lançado em corpos de água.** In: Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. Fortaleza, CE 2009. Ed. ABES. p. 26.