

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA – CAMPUS BAGÉ
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

DAIANA KAMINSKI DE OLIVEIRA

**IDENTIFICAÇÃO ESPECTROSCÓPICA NO ULTRAVIOLETA DE AMOXICILINA
EM MEIO AQUOSO: UMA EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NA GRADUAÇÃO**

Bagé

2017

DAIANA KAMINSKI DE OLIVEIRA

**IDENTIFICAÇÃO ESPECTROSCÓPICA NO ULTRAVIOLETA DE AMOXICILINA
EM MEIO AQUOSO: UMA EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NA GRADUAÇÃO**

Projeto de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Flávio André Pavan.

Bagé

2017

0132i Oliveira, Daiana

IDENTIFICAÇÃO ESPECTROSCÓPICA NO ULTRAVIOLETA DE
AMOXICILINA EM MEIO AQUOSO: UMA EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA
PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA GRADUAÇÃO / Daiana Oliveira.

74 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, QUÍMICA, 2017.

"Orientação: Flávio Pavan".

1. Amoxicilina. 2. Contextualização. 3. Espectroscopia. 4.
Experimentação. 5. Química Ambiental. I. Título.

DAIANA KAMINSKI DE OLIVEIRA

**IDENTIFICAÇÃO ESPECTROSCÓPICA NO ULTRAVIOLETA DE AMOXICILINA
EM MEIO AQUOSO: UMA EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NA GRADUAÇÃO**

Projeto de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Flávio André Pavan.

Dissertação defendida e aprovada em: 14/12/2017.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Flávio André Pavan
Orientador
(Unipampa)

Prof(a). Dr(a). Elisabete de Avila da Silva
(Unipampa)

Prof. Dr. Elenilson Freitas Alves
(Unipampa)

Dedico este trabalho ao meu pai Nilson Pedro de Oliveira, a minha mãe Neli Paida Kaminski e a minha irmã Daniela Kaminski de Oliveira por me apoiar e me dar forças para continuar, mesmo quando a caminhada estava difícil.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus que iluminou o meu caminho e tornou possível a concretização deste trabalho.

Aos meus professores do curso, que contribuíram na minha formação, pois sem os ensinamentos deles seria impossível possuir alicerces para a construção dessa monografia.

Agradeço em especial ao Prof. Dr. Flávio André Pavan pelas contribuições relevantes durante processo de escrita, por ter me cedido sua turma para aplicação do projeto, pela paciência na orientação e por ter me auxiliado quando necessitei.

Aos professores Dr(s). Flávio André Pavan, Márcio Marques Martins e Tales Leandro Costa Martins pelas importantes sugestões durante a etapa inicial de escrita da monografia.

Às professoras do TCC II Dr(as). Cláudia Wollmann Carvalho, M^a Regina Casartelli e Débora Simone Figueiredo Gay, pelo apoio e incentivo.

Agradecimento especial a Romuel Silva, pelo companheirismo, pelas sugestões de temas, pela forma carinhosa com que me deu força e coragem e principalmente pelo apoio nos momentos de dificuldades.

“Nossas possibilidades de conhecimento são muitas e até, tragicamente, pequenas. Sabemos pouquíssimo, e aquilo que sabemos sabemos-lo muitas vezes superficialmente, sem grande certeza. A maior parte de nosso conhecimento somente é provável. Existem certezas absolutas, incondicionais, mas estas são raras”.

Józef Maria Boncheński

RESUMO

Esse trabalho de conclusão de curso visa identificar a presença do antibiótico Amoxicilina no arroio Bagé, através da determinação por espectroscopia de absorção molecular na região do ultravioleta. Esta técnica de identificação é muito difundida, tanto na área de Química Analítica quanto em outras áreas, para a identificação de fármacos e seus metabólitos. Primeiramente, aplicou-se um questionário visando mensurar os conhecimentos prévios dos discentes da componente curricular de Química Analítica Instrumental, observou-se a defasagem de conhecimento dos discentes em relação à presença de fármacos em efluentes, bem como o desconhecimento de alguns conceitos relacionados a análise instrumental e conteúdos de Química Orgânica. A partir desse resultado foi proposta uma experimentação contextualizada utilizando amostras de água do arroio Bagé e amostras com adição de padrão para demonstrar a importância da Química Analítica Instrumental Experimental, componente não ofertada na estrutura curricular do curso de graduação de Licenciatura em Química-UNIPAMPA – Campus Bagé, aplicando a técnica de determinação de comprimento de onda na região do ultravioleta para amostras desconhecidas tendo um padrão para comparação. Posteriormente, aplicou-se o mesmo questionário para observar o impacto no aprendizado com a aplicação da experimentação e a contextualização na graduação.

Palavras-Chave: Amoxicilina, contextualização, espectroscopia, experimentação e química ambiental.

ABSTRACT

This technique of identification is very widespread both in the field of Analytical Chemistry and in other areas, for identification and drugs and their metabolites. Firstly, a questionnaire was applied to measure the students' previous knowledge of the curricular component of Instrumental Analytical Chemistry. It was observed the lack of knowledge of the students regarding the presence of drugs in effluents, as well as the lack of knowledge of some concepts related to instrumental analysis and contents of Organic Chemistry.

From this result was proposed a contextual experimentation using samples of water from the Bagé stream and samples with addition of standard to demonstrate the importance of Analytical Experimental Analytical Chemistry, a component not offered in the curricular structure of the undergraduate course in Chemistry - UNIPAMPA - Campus Bagé, by applying the wavelength determination technique in the ultraviolet region to unknown samples having a standard for comparison.

Subsequently the same questionnaire was applied to observe the impact on learning with the application of the experimentation and the contextualization in the graduation.

Keywords: Amoxicillin, contextualization, spectroscopy, experimentation e environmental chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fórmula estrutural da amoxicilina	26
Figura 2 – Imagem das transições eletrônicas em orbitais moleculares.....	30
Figura 3 – Imagem GPS do ponto de coleta 1	38
Figura 4 – Imagem GPS do ponto de coleta 2	38
Figura 5 – Imagem GPS do ponto de coleta 3	39
Figura 6 – Fotografia das soluções de amoxicilina	41
Figura 7 – Fotografia do Espectrofotômetro Uv-Visível	41
Figura 8 – Espectro de varredura da amoxicilina.....	42
Figura 9 – Espectro de varredura do branco analítico.....	42
Figura 10 – Espectro de varredura da amostra 1	43
Figura 11 – Espectro de varredura da amostra 2	43
Figura 12 – Espectro de varredura da amostra 3	44
Figura 13 – Espectro de varredura de comparação.....	44
Figura 14 – Ampliação da figura 12.....	45
Figura 15 – Curva de Calibração.....	46
Figura 16 – Gráfico de Correlação 1	52
Figura 17 – Gráfico de porcentagem 1	53
Figura 18 – Gráfico de Correlação 2	54
Figura 19 – Gráfico de porcentagem 2	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Propriedades da amoxicilina.....	26
Tabela 2 – Ficha de materiais utilizados no trabalho de campo.....	36
Tabela 3 – Ficha de coletas de amostras.....	
Tabela 4 – Resultados da precisão para diferentes concentrações de amoxicilina.....	
Tabela 5 – Erro relativo para a média das concentrações de amoxicilina.....	

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Plano Amostral	33
Quadro 2 – Questionário	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIFI - Associação Brasileira da Indústria Farmoquímica e de Insumos Farmacêuticos

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

USEPA - United States Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)

LD - Limite de detecção

LQ - Limite de quantificação

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

Sumário

1 INTRODUÇÃO	15
2 JUSTIFICATIVA	18
3 OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo Geral.....	19
3.2 Objetivos Específicos	19
4 METODOLOGIA	20
4.1 Metodologia de Análise Quantitativa	20
4.2 Metodologia de Coleta de Informações.....	21
4.3 Metodologia de Análise das Informações	22
5 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	23
5.1 Descarte Inadequado de Medicamentos	23
5.2 Amoxicilina.....	23
5.3 Poluentes Emergentes.....	26
5.4 Espectroscopia de Absorção Molecular	28
5.5 Importância da Experimentação e da Contextualização no Ensino de Química	30
6 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	32
6.1 Parte Experimental.....	38
6.1.1 Acondicionamento e preparo das amostras no laboratório da Unipampa – Campus Bagé	38
6.1.2 Preparo das soluções padrões de amoxicilina.....	39
6.1.3 Análise das soluções de amoxicilina no Espectrofotômetro Uv-Visível.....	40
6.1.4 Figuras de mérito.....	44
6.1.4.1 Linearidade	44
6.1.4.2 Limite de Detecção.....	45
6.1.4.3 Limite de Quantificação	46
6.1.4.4 Desvio padrão, variância, exatidão e precisão.....	46
6.2 Desenvolvimento do Questionário e dos Planos de Aula	47
6.3 Aulas Aplicadas.....	49
6.4 Dados e Análise do Questionário Aplicado.....	50
6.5 Resultados Obtidos de Acordo com os Objetivos Propostos	54
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICES	62

1 INTRODUÇÃO

Os medicamentos são imprescindíveis para tratar a maioria dos problemas de saúde, já que estes apresentam propriedades curativas ou preventivas para muitas enfermidades, é crescente o surgimento de diversos medicamentos que são disponibilizados no mercado para o uso terapêutico (ARAÚJO et al., 2010).

Segundo dados da ABIQUIFI, em 2015 foram investidos aproximadamente cinco milhões novecentos e treze mil de dólares em medicamentos, destacando-se a Amoxicilina como sendo o antibiótico mais importado pelo país.

Quando fármacos em especial os antibióticos são ingeridos sem prescrição médica ou demasiadamente, tornam-se um grande problema, tanto para a saúde como para o meio ambiente, principalmente quando, há danos ambientais decorrentes do lançamento *in natura* de esgotos em corpos hídricos sem o devido tratamento, sendo muitas vezes tóxicos, não biodegradáveis, dejetos orgânicos em suspensão (responsáveis pela proliferação de microrganismos patogênicos) causando morte de peixes e de outras espécies.

No âmbito das questões vivenciadas pela sociedade que exigem certo nível de compreensão de conceitos científicos, a automedicação é um problema de saúde pública que se encontra diretamente ligado ao desconhecimento por parte dos cidadãos quanto à natureza química dos medicamentos, que são consumidos de forma inconsciente e passam a oferecer riscos à saúde (ANVISA, 2001).

Dá a importância acerca da conscientização sobre o descarte inadequado de algumas substâncias, bem como sua correta utilização, pois podem ocasionar danos irreversíveis ao meio ambiente, em especial aos corpos hídricos que é o tema em questão.

Os recursos hídricos vêm sofrendo claras interferências antropogênicas que, são em partes ocasionadas pelo despejo de efluentes domésticos e industriais sem tratamento adequado, como ressalta FLORES (2006), a poluição das águas doces superficiais é um dos grandes problemas ambientais do mundo pela deterioração do ambiente em função das atividades antrópicas.

A temática ambiental está amplamente associada a diversas áreas do conhecimento, desta forma, propõem-se uma abordagem dessa questão em aulas de Química Analítica Instrumental, que busque promover a interação dos alunos do ensino superior com o meio

ambiente e a sociedade em que vive para isso será realizada uma aula sobre a análise de amoxicilina na espectroscopia de absorção molecular, além da aplicação de um questionário pré e pós a análise propriamente dita, pois as escolas quanto as universidades podem desempenhar um papel importantíssimo, conscientizando sobre o consumo de medicamento e seu descarte inadequado.

Guimarães (2000b) ressalta que as questões ambientais se impõem perante a sociedade e completa:

A discussão sobre a relação educação-meio ambiente contextualiza-se em um cenário atual de crise nas diferentes dimensões, economia, política, cultural, social, ética e ambiental (em seu sentido biofísico). Em particular, essa discussão passa pela percepção generalizada, em todo o mundo, sobre a gravidade da crise ambiental que se manifesta tanto local quanto globalmente. (GUIMARÃES, 2000b, p.15)

A espectroscopia de absorção molecular no ultravioleta é um método analítico usado em determinações analíticas em diversas áreas, este método é valioso para a identificação dos grupos funcionais na molécula, principalmente se estes forem absorventes, ou seja, contenha grupos cromóforos. Desta forma a amoxicilina poderá ser facilmente identificada e determinada quantitativamente por este método que, usa seleção de comprimentos de onda respectivos, uma vez que os elétrons envolvidos em ligações duplas e triplas nas moléculas orgânicas, não são tão fortemente presos sendo, portanto, mais fáceis de serem excitados pela radiação incidente, provocando a transição eletrônica, assim como para compostos contendo heteroátomos que apresentam elétrons não ligantes. (SKOOG et al., 2008).

De acordo com VINADÉ:

É muito ampla a aplicação da análise quantitativa da espectrofotometria no visível e ultravioleta. Avalia-se que a aplicação na área de análises clínicas é de 90% dos métodos laboratoriais. No controle de qualidade de matérias-primas e no princípio ativo de medicamentos, chega a 75% do total dos métodos utilizados para este fim. (2000, p.39).

Com base nisso pretende-se realizar a identificação e quantificação do antibiótico amoxicilina no Arroio Bagé que atravessa grande parte da cidade de Bagé/RS, sendo muito importante uma vez que é um dos principais afluentes do rio Negro, que é um curso de água que atravessa dois países, o Brasil, no estado do Rio Grande do Sul, onde nasce no município de Hulha Negra, e no Uruguai, desaguando no rio Uruguai, que é economicamente importante, pouco antes deste formar o rio da Prata e desembocar no Oceano Atlântico do Sul.

Devido a grande importância do Arroio Bagé para os rios subsequentes, busca-se através deste trabalho promover a conscientização do meio acadêmico acerca da preservação de suas encostas e da limpeza do mesmo, pretende-se também contextualizar o conteúdo químico com a temática ambiental, aplicando aulas expositiva, dialogada e experimental a fim de discutir melhor os temas propostos.

A experimentação possui um papel importante no âmbito educacional, uma vez que contribui significativamente para o ensino aprendizagem, pois desperta no aluno um maior interesse, desde que vinculadas à construção de um conhecimento científico em grupo, à possibilidade de promover discussões e investigações que permitam um enriquecimento do conhecimento a partir dos conhecimentos prévios do aluno, permite ainda a análise de dados observados, além de propor hipóteses para os fenômenos que estão ocorrendo.

Russel afirma que:

Quanto mais integrada à teoria e a prática, mais sólida se torna a aprendizagem de Química, ela cumpre sua verdadeira função dentro do ensino, contribuindo para a construção do conhecimento químico, não de forma linear, mais transversal, ou seja, não apenas trabalha a química no cumprimento da sua sequência de conteúdo, mais interage o conteúdo com o mundo vivencial dos alunos de forma diversificada, associada à experimentação do dia-a-dia, aproveitando suas argumentações e indagações. (RUSSEL 2010 apud OLIVEIRA 1994, p. 7).

2 JUSTIFICATIVA

A qualidade dos recursos hídricos é um motivo de grande preocupação em diversas esferas da sociedade, principalmente quando este recurso se torna meio de transporte para os esgotos domésticos, como e o caso da cidade de Bagé. Frente a esse problema pretende-se identificar a possível presença de um poluente emergente (amoxicilina) no arroio Bagé.

A escolha da Amoxicilina como fármaco de estudo se deu devido a sua grande importação pelo país e pela sua baixa disponibilidade, já que precisamos ingerir doses elevadas do medicamento e grande parte é excretado ou eliminado pela urina.

Realizaremos uma experimentação contextualizada com estudantes da graduação em Licenciatura em Química, cujo intuito é promover a aproximação dos estudantes da técnica analítica espectroscópica, uma vez que não é oferecida a componente curricular Química Analítica Instrumental Experimental, desta maneira demonstraremos para os estudantes com o procede à técnica e que fatores permitem a identificação de substâncias por meio dela. Busca-se conscientizar os estudantes acerca da problemática ambiental e promover a reflexão dos mesmos ante esses problemas, sociais, ambientais e de saúde.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo identificar a possível presença do antibiótico amoxicilina no arroio Bagé através de sua determinação quantitativa por meio da espectroscopia de absorção molecular na região do ultravioleta, seguida da aplicação da instrumentação e contextualização do tema para uma turma de graduação para o curso de Licenciatura em Química da UNIPAMPA.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma sondagem inicial com alunos do Curso de Licenciatura em Química, matriculados na componente curricular de Química Analítica Instrumental no 2º semestre de 2017, sobre seus conhecimentos prévios acerca da técnica analítica espectroscópica na região do ultravioleta, bem como o conhecimento de funções orgânicas e solubilidade dos compostos;
- Promover a reflexão dos alunos sobre o descarte inadequado de medicamentos e os impactos ao meio ambiente;
- Conscientizar os alunos acerca da problemática ambiental;
- Aplicar uma atividade experimental de identificação da amoxicilina por meio da espectroscopia de absorção molecular no ultravioleta.
- Interpretar os dados obtidos a partir dos questionários;
- Comprovar através da aplicação de um questionamento final se houve a promoção e/ou a ampliação do conhecimento específico;

4 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva e analítica, no qual, busca-se identificar as propriedades toxicológicas e de solubilidade da Amoxicilina, além de observar e descrever o comportamento dos fatos e fenômenos que ocorrerão nas análises quantitativas das amostras selecionadas, bem como analisar os resultados, explicando os motivos pelo qual tais fatos e fenômenos estão ocorrendo. Haverá a metodologia de coleta de informações dos conhecimentos prévios dos alunos em relação ao conteúdo de espectroscopia e a problemática ambiental, utilizando para tal um questionário, e por seguinte a metodologia de análise de informações de modo a perceber como está sendo o adquirir do conhecimento através do tema em questão. Toda a investigação nasce de um problema observado ou sentido, de tal modo que para prosseguir é necessário realizar uma seleção do assunto a ser tratado. (SILVA, et al, 2004).

4.1 Metodologia de Análise Quantitativa

Frente a urgente questão ambiental acerca da poluição principalmente de corpos hídricos, busca-se identificar e posteriormente determinar quantitativamente a possível presença do antibiótico amoxicilina no Arroio Bagé, usando para tal análise a elaboração de um plano amostral, cuja finalidade é desenvolver os passos da coleta de amostras, bem como a marcha analítica em si. Após serão feitas análises das amostras com base nos espectros de absorção do analito no comprimento de onda de máxima absorção, utilizando uma curva analítica do analito em meio aquoso, as amostras serão feitas em replicatas.

De acordo com Flick:

A metodologia quantitativa, tem por objetivo isolar claramente causas e efeitos, operacionalizar corretamente relações teóricas, medir e quantificar fenômenos, criar planos de pesquisa (que permitam a generalização de descobertas) e formular leis gerais (FLICK 2004, pag. 18).

4.2 Metodologia de Coleta de Informações

Perante as expectativas que surgiram no desenvolver deste trabalho, acerca do interesse dos alunos de ensino superior ante a problemática ambiental e com o intuito de conhecer seus conhecimentos prévios ao conteúdo de espectroscopia e de conceitos por eles visto em outras componentes, optou-se por realizar uma coleta de informações, utilizando para tal, um questionário, que será aplicado em dois momentos diferentes, o primeiro antes da efetivação da proposta e segundo após.

De acordo com Severino:

O questionário se caracteriza como um conjunto de questões, sistematicamente articuladas, que se destinam a levantar informações escritas por parte dos sujeitos pesquisados, com vistas a conhecer a opinião dos mesmos sobre os assuntos em estudo (SEVERINO 2007 p. 125).

A vantagem de usarmos questionários advém do princípio de que os estudantes se sentirão mais confiantes, uma vez que este garantirá o anonimato, o que possibilita coletar informações e respostas mais reais. (SILVA, et al, 2004).

Espera-se que os alunos respondam ao primeiro questionário conforme os conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva. Quanto ao segundo questionário deseja-se que eles possam realizar a interação dos conhecimentos, a fim de tornar a aprendizagem significativa. Uma educação de qualidade está diretamente associada ao conhecimento construído/reconstruído. Discutiremos em sala de aula as questões ambientais, de modo a lançar dúvidas nos alunos, valorizando assim o que cada um tem por conhecimento quanto ao assunto.

4.3 Metodologia de Análise das Informações

Serão analisados os questionários aplicados com o intuito de perceber se houve a construção e/ou reconstrução dos conhecimentos por parte dos alunos, procura-se através disso elucidar as possíveis causas desta reformulação, interpretando as respostas dos alunos com um olhar cuidadoso, pois se trata do momento principal de articulação e de confluência do lógico com o real, quando ocorre a efetivação do conhecimento científico.

Conforme ressalta Silva et al.

Todas as informações reunidas nos passos anteriores devem ser comparadas entre si, e analisadas. A análise, a partir da classificação ordenada dos dados, do confronto dos resultados das tabelas e das provas estatísticas, quando empregadas, procura verificar a comprovação ou não das hipóteses de estudo. (2004, p. 67).

5 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Descarte Inadequado de Medicamentos

Segundo estimativa da ANVISA (2005) no Brasil 20% de toda a produção farmacêutica acaba no lixo. O índice é formado basicamente pelo descarte inapropriado de sobras de medicamentos vencidos nas residências.

Os fármacos são considerados possíveis contaminantes ambientais, quando disseminados no solo e/ou fontes de água superficiais e/ou subsolo, devido ao fato de serem biologicamente ativos, esta contaminação se dá pelo descarte incorreto de sobras de tratamento e medicamentos vencidos, e também se deve àquilo que é excretado pela urina e pelas fezes após o metabolismo destes produtos no corpo humano, que acabam nos rios e arroios devido ao despejo de efluentes domésticos nos mesmos (JORGENSEN et al, 2000 apud PINTO 2011, p. 4)

Atualmente, sabe-se que os fármacos surgem com imensa frequência no meio ambiente (Bila et al., 2003), no entanto, tal só se tornou possível com o recente desenvolvimento de técnicas analíticas mais sensíveis (Jones et al., 2003) capazes de determinar concentrações tão baixas quanto as encontradas no ambiente, na ordem dos microgramas (μg) e dos picogramas (ng/L). (Christen et al., 2010).

Apesar das baixas concentrações presentes nos efluentes o lançamento destes produtos sem tratamento pode provocar efeitos adversos na vida aquática, causando danos tanto à saúde humana quanto a ecologia aquática (ONESIOS, YU e BOUWR, 2009)

5.2 Amoxicilina

A primeira definição de antibiótico surgiu em 1940 como sendo produtos metabólitos de microrganismos, a partir daí começava a busca por novos antibióticos, tornou-se evidente que estes poderiam ser produzidos por outros organismos.

Um dos marcos da era dos antibióticos é a penicilina, primeira substância descoberta com propriedades antimicrobiana. Segundo Ferreira (2004), sua estrutura corresponde a um anel tiazolidina fundido a um anel β -lactâmico, uma carboxila em 3, duas metilas em 2 e uma cadeia lateral variável ligado a um sistema bicíclico na posição 6 através do grupo acilamino.

A amoxicilina é um antibiótico semissintético com estrutura básica da penicilina G que atua em bactérias gram positivas e gram negativas, sendo um dos antibióticos mais amplamente utilizados para o tratamento de doenças bacterianas. É semelhante à ampicilina divergindo apenas por apresentar a hidroxila em vez do hidrogênio.

Como apresenta o grupo amino, seu espectro de ação é amplo, tendo, em relação à ampicilina, maior biodisponibilidade e contando que a presença de alimentos não interfere em sua absorção. É ácido-resistente, mas como sofre inativação das beta-lactamases produzidas por várias bactérias, é ingerida apenas por via oral, na forma triidratada (KOROLKOVAS e FRANÇA, 2008).

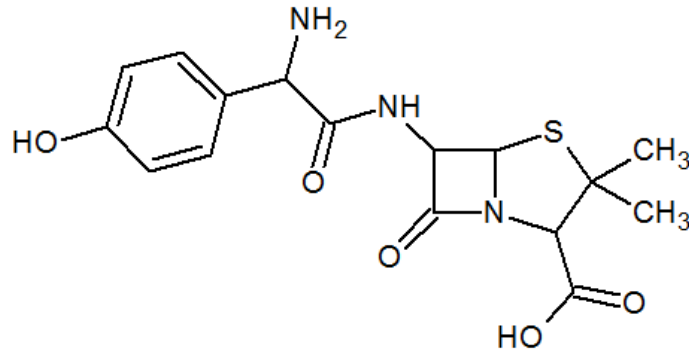
Uma vez no ambiente, os resíduos de antibióticos podem acumular-se no solo, sofrer lixiviação ou, ainda, ser transportados, via escoamento superficial, para os corpos hídricos (Díaz-Cruz et al., 2003). Devido à relevante questão ambiental originada pela geração dos fármacos residuais, busca-se neste trabalho determinar a possível existência de Amoxicilina, cujo nome IUPAC é (2S, 5R, 6R) -6-[[[(2R)-2-amino-2-(4-hidroxifenil) acetil] amino]-3,3-dimetil-7-oxo-4-tia-1-azabicyclo [3.2.0] heptano-2-carboxílico), fórmula estrutural (figura 1), quando introduzidos no meio ambiente os resíduos de antibióticos podem provocar efeitos adversos, principalmente em ambientes aquáticos, acarretando no desequilíbrio dos ecossistemas.

Como afirma Costanzo:

A exposição crônica a estas drogas podem causar efeitos adversos, mesmo que presentes em baixas concentrações. A liberação destes compostos em compartimentos aquáticos pode acarretar desequilíbrios dos ecossistemas, devidos, por exemplos, a resistência bacteriana, bem como, a morte ou inibição da sua reprodução (COSTANZO et al, v.51, p.218-223, 2005).

Há indícios que o desenvolvimento de resistência bacteriana seja favorecido por concentrações muito pequenas de resíduos de antibióticos presentes em corpos hídricos, devido a esta relevante questão ambiental, pretendemos promover a reflexão dos estudantes acerca desta questão.

Figura 1. Fórmula estrutural da Amoxicilina



Fonte: Autor

Tabela 1. Propriedades da amoxicilina

Fórmula química	$C_{16}H_{19}N_3O_5S$
Massa molar	365.38 g.mol ⁻¹
Número do CAS	26787-78-0
Ponto de fusão	194 °C
Ponto de ebulição	743.2 °C at 760 mmHg

Fonte: Autor

Na cidade de Bagé há aproximadamente 117 mil adultos. O que aconteceria se todos consumissem o antibiótico amoxicilina todos os dias, durante sete dias que corresponde ao tempo de tratamento? Bem, apenas uma única dose para um adulto equivale a 500 mg de 8 em 8 horas, ou seja, são 3 doses diárias, isso corresponde à 1,5 gramas de amoxicilina por dia para cada adulto, isso equivaleria a 10,5 gramas para cada adulto durante os 7 dias de tratamento. No entanto cerca de 60 a 70% são excretados de forma inalterada pela urina, isso seria o mesmo que dizer que cerca de 7,35 gramas vão para os esgotos sem tratamento algum e despejados juntamente com os efluentes no Arroio Bagé, ou seja, seriam 800 gramas de amoxicilina. Como se isso não fosse o suficiente ainda temos os seus metabólitos que na maioria dos casos são mais hidrofílicos que a molécula de quem derivam, aparentemente são inativos, no entanto ainda não dispomos de testes que simulem todas as possíveis interações deste fármaco residual no meio ambiente.

5.3 Poluentes Emergentes

Existem cerca de 28 milhões de substâncias químicas conhecidas e documentadas, dado a quantidade não é difícil imaginar os variados danos ecotoxicológicos causados por estas no meio ambiente, desta forma a ecotoxicologia pode ser definida como “a caracterização, entendimento e prognóstico dos efeitos deletérios de produtos químicos ou misturas de substâncias de origem antropogênica, ou seja, produzidas pelo ser humano no meio ambiente”. (BATISTUZZO, et al. 2008)

O termo “poluentes emergentes” não é tão recente e possui diversas definições, porém de acordo com Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, do inglês United States Environmental Protection Agency), pode ser definido como sendo “poluentes (bióticos e abióticos) que, atualmente, não são incluídos em programas de monitoramento e que podem se tornar candidatos para legislações futuras dependendo de pesquisas sobre (eco)toxicidade, efeitos sobre a saúde, percepção pelo público e dados sobre sua ocorrência em vários compartimentos ambientais”. (USEPA, 2017).

Desta maneira, poluentes emergentes são os novos contaminantes ambientais, especialmente dos corpos hídricos e estão presentes no nosso dia-a-dia, desde os fármacos e os produtos de higiene que consumimos diariamente até os pesticidas usados nas lavouras.

Com o progresso das pesquisas, é possível encontrar traços de poluentes emergentes em rios do mundo todo, inclusive em rios brasileiros, onde as pesquisas relacionadas a esses compostos iniciaram-se em 1995 com os trabalhos de Lanchote e colaboradores determinando pesticidas da classe das triazinas, utilizando a técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência Acoplada a Espectroscopia do Ultra Violeta (HPLC-UV) (MONTAGNER et al., 2017). Em 1999 avaliou-se presença de resíduos de fármacos em água potável e rios de captação no Estado do Rio de Janeiro, utilizando para tal a Cromatografia Gasosa com Espectroscopia de Massas (GC-MS). (BOGER et al., 2015). Atualmente pesquisas realizadas em diversas cidades brasileiras mostram a presença dos contaminantes em concentrações que vão de nanograma à picograma por litro.

Os poluentes emergentes fazem parte da nossa vida e parecem inofensivos, uma vez que estão concentrações muito baixas, no entanto há três fatores preocupantes, a persistência, bioacumulação e transformação, pois os contaminantes emergentes são resistentes à degradação fotoquímica e biológica, têm mais afinidade com os tecidos animais do que pela água, ou seja, tendem a se concentrar sobre eles, e podem ser transformadas em outras

substâncias que podem ser ainda mais tóxicas que a do que no ponto de partida (MONTAGNER et al., 2017).

Há ainda a chamada biomagnificação que é o acúmulo de poluentes e/ou seus derivados, nos diferentes níveis tróficos, pela transferência via organismos menores, que são fontes de alimento para organismos maiores, essa sequência nas etapas de biomagnificação resulta em concentrações cada vez maiores, em organismos topos de cadeias. (BATISTUZZO, et al., 2008).

Os antibióticos são considerados poluentes emergentes, pois são ingeridos em excesso devido a sua biodisponibilidade, cerca de 80 a 90 % são excretados e eliminados na urina, posteriormente parando no sistema de esgoto e, ao final dos processos de limpeza da água, ainda está presente na água potável, uma vez que ainda não existem métodos para a remoção destes contaminantes. É extremamente difícil mensurar e estudar todos os efeitos nocivos causados pelos poluentes emergentes, devido a grande variedade de substâncias emergentes e por não se saber com precisão as possíveis interações destas com o meio ambiente.

5.4 Espectroscopia de Absorção Molecular

A radiação eletromagnética de comprimento de onda mais curto que a luz visível e mais longo que os raios X é chamada de luz ou radiação ultravioleta (UV). (CIENFUEGOS E VAITSMAN, 2000).

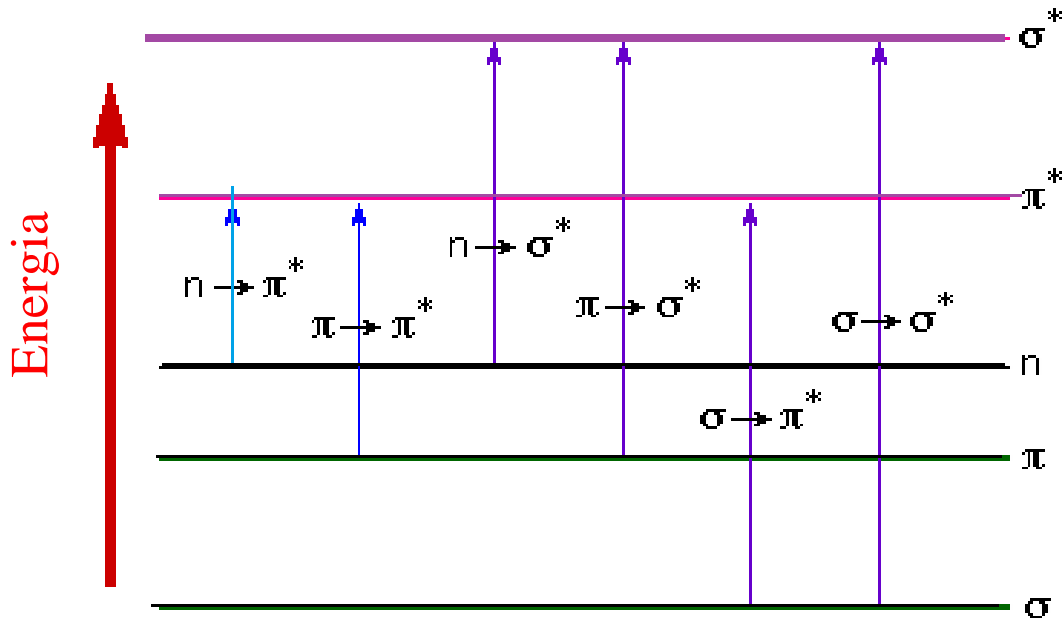
A espectroscopia de absorção ultravioleta/visível é utilizada principalmente para análises quantitativas e é provavelmente aplicada nos laboratórios químicos e clínicos ao redor do mundo mais do que qualquer outro método (SKOOG et al., 2008).

A absorção de radiação por moléculas orgânicas na região de comprimento de onda entre 180 e 780 nm resulta das interações entre fótons e elétrons que estão participando diretamente da formação de uma ligação química (e são, assim, associados a mais de um átomo) ou estão localizadas sobre átomos como os de oxigênio, enxofre, nitrogênio e halogênios (SKOOG et al., 2008).

A absorção de energia UV/VIS modifica a estrutura eletrônica da molécula em consequência de transições eletrônicas envolvendo geralmente elétrons π e n (não ligantes) envolvidos em ligações. Isto requer que a molécula contenha pelos menos um grupo funcional insaturado (C=C, C=O, por exemplo) para fornecer os orbitais moleculares π e n . Tal centro de absorção é chamado cromóforo, sendo responsável principalmente pelas transições $\pi \rightarrow \pi^*$ e $n \rightarrow \pi^*$. Estas resultam da absorção de radiações eletromagnéticas que se enquadram em uma região espectral experimentalmente conveniente, ao contrário das transições $n \rightarrow \sigma^*$ e $\sigma \rightarrow \sigma^*$ que requerem geralmente radiações mais energéticas ($\lambda < 200$ nm) (SANTOS, et al. 2010).

Figura 2. Imagem das transições eletrônicas em orbitais moleculares.

Onde: σ (ligantes), n (não ligantes), π (ligantes), π^* (antiligante) e σ^* (antiligante).



Fonte: Autor (paint)

Moléculas e íons presentes são capazes de absorver fótons e são então promovidos do estado fundamental para um estado excitado mais energético, promovendo a transição de átomos, no qual, um elétron de um estado energético de alta energia retorna para um estado energético de menor energia (CIENFUEGOS E VAITSMAN, 2000).

A quantidade de energia absorvida é proporcional à concentração da espécie na solução, possibilitando a quantificação. Essa relação é conhecida como Lei de Lambert-Beer.

Esta é baseada na medida da transmitância $T = P / P_0$, onde (P_0 é a potência do feixe de radiação incidente e P é a potência do feixe de radiação após atravessar a solução contendo a espécie de interesse) ou absorvância (A) de espécies absorventes, átomos, moléculas ou íons, contidas em uma região de observação com um caminho óptico de (b) cm. A concentração (c) de um analito absorvente está relacionada linearmente à absorvância, e representa a absorvidade molar, que é uma grandeza característica da espécie absorvente, cuja magnitude depende do comprimento de onda e da monocromaticidade da radiação incidente, da seção de choque da espécie absorvente e da probabilidade de transição eletrônica (GOMES, 2008).

A lei de Lambert-Beer pode ser representada por:

$$A = -\log T = \epsilon b c \quad (1)$$

Sendo: A = absorvância, T = transmutância, ϵ = coeficiente de absorvidade molar, b = caminho óptico e c = concentração.

A lei de Lambert-Beer pressupõe que a luz incidente é paralela e monocromática e que as moléculas de solvente e soluto são orientadas aleatoriamente. (LEHNINGER, 2014)

Os espectros de absorção no UV/VIS geralmente apresentam bandas largas que são resultado da sobreposição dos sinais provenientes de transições vibracionais e rotacionais da molécula, associados às transições eletrônicas.

Optou-se pela utilização deste método analítico devido a sua grande aplicabilidade, por ter limites de detecção típicos, seletividade de moderada para alta, bem como uma boa exatidão, além de possuir incertezas relativas de 1 a 3% sendo que estas podem ser reduzidas a décimos de % com alguns cuidados adicionais. (SKOOG et al., 2008).

5.5 Importância da Experimentação e da Contextualização no Ensino de Química

A Química é uma ciência fatural e natural, pois o seu sistema de conhecimento é construído a partir de fatos e os fatos que ela lida são os da natureza. (ZIMMERMANN 1993 apud SALESSE, 2012).

A experimentação é amplamente discutida em aulas dos Cursos de Licenciaturas, em especial na Licenciatura em Química, pois se acredita ser um instrumento que contribui significativamente para o ensino aprendizagem de conceitos e teorias muitas vezes abstratas aos alunos, com isso procura-se descrever sobre a importância desta para obtenção de melhores resultados nas respostas dos alunos frente aos questionários aplicados.

Com a utilização da experimentação como ferramenta de auxílio para a aprendizagem buscamos o despertar nos alunos, seguido de um interesse devido a esta possuir um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos (BENITE et al, 2009), pois os alunos se envolvem com a prática o que torna a aula mais dinâmica e interessante. A experimentação investigativa por sua vez é de extrema importância para o ensino aprendizagem, pois parte de uma discussão conceitual e visa obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o aluno compreenda não só os conceitos, mas a diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência, esta experimentação apresenta resultados que permitem identificar a partir das respostas elaboradas pelos alunos, os conhecimentos que foram adquiridos.

A aprendizagem se dá através da formulação e a reformulação dos conhecimentos pelos estudantes ao lado dos professores, igualmente sujeitos do processo.

A experimentação no Ensino de Química, no processo de ensino aprendizagem tem sua importância justificada quando se considera sua função pedagógica de auxiliar o aluno na compreensão de fenômenos e conceitos químicos. A clara necessidade dos alunos se relacionarem com os fenômenos sobre os quais se referem os conceitos justifica a experimentação como parte do contexto escolar, sem que represente uma ruptura entre a teoria e a prática (PLICAS et. al., 2010). Ela permite que os alunos manipulem objetos e ideias e negociem significados entre si e com o professor durante a aula.

A contextualização visa construir significados, incorporando valores que especifiquem o cotidiano, com uma abordagem social e cultural, que promovam o processo de descobrimento. É levar o aluno a entender a importância do conhecimento e aplicá-lo na compreensão dos fatos que o cercam. Ao contextualizar um conteúdo, devemos relacionar o mesmo com questões sociais, políticas e econômicas, já que, este deve estar em consonância com os conhecimentos dos alunos diante das situações encontradas no cotidiano, no caso as questões ambientais e o descuido com o arroio em estudo, e assim trabalhar o conteúdo em foco.

Como afirma Bernardelli:

(...) devemos criar condições favoráveis e agradáveis para o ensino e aprendizagem da disciplina, aproveitando, no primeiro momento, a vivência dos alunos, os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural e a mídia, buscando com isso reconstruir os conhecimentos químicos para que o aluno possa refazer a leitura do seu mundo (BERNARDELLI, 2004, p.02).

Desta forma as aulas contextualizadas contribuem de maneira indispensável no processo de ensino aprendizagem, uma vez que despertam o interesse dos estudantes pelo conteúdo abordado, estimulando a curiosidade e contribuindo para o desenvolvimento intelectual dos estudantes, oportunizando ainda, uma visão mais ampla de tudo que os cerca.

6 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para o desenvolvimento da pesquisa foi criada uma tabela de coleta de amostras, com o intuito de ter um apoio físico na hora do processo de amostragem. Nessa tabela colocamos o local das coletas bem como o horário, além de anotarmos a temperatura ambiente e a temperatura da água do Arroio Bagé em cada local amostrado. Para darmos início ao trabalho de campo primeiramente desenvolvemos o plano amostral que foi de extrema importância para o sucesso da análise. No plano amostral constam os objetivos, locais de amostragem, a hora da coleta e os procedimentos laboratoriais.

A definição do plano experimental significa estabelecer os caminhos para a realização da etapa experimental, onde se estruturam tarefas, programam-se métodos de controle sistemático de variáveis, da amostra e dos instrumentos de coleta de dados. (BARROS et al, 2007).

De acordo com a NBR ISO/IEC 17.025 a amostragem é um procedimento definido, pelo qual uma parte de uma substância, material ou produto é retirada para produzir uma amostra representativa do todo, para ensaio ou calibração. (ABNT, 2001).

O presente plano amostral foi desenvolvido de acordo com as normas NBR 9897 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Jun 1987 e NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Jun 1987.

Quadro 1. Plano Amostral

<i>PLANO AMOSTRAL</i>
<p>1.0. Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Coletar amostras de água do Arroio Bagé para posterior análise; ➤ Averiguar a presença do antibiótico Amoxicilina; <p>Como queremos detectar se há presença de Amoxicilina e quais efeitos essa presença acarreta para a vida aquática, selecionamos pontos específicos de coletas, com o intuito de coletar amostras representativas. Tais pontos nos dirão a probabilidade da ocorrência desse antibiótico, no entanto como iremos discutir seu potencial contaminante optamos por locais de amostragem como pontos de lançamentos de esgotos no Arroio, desta forma serão</p>

coletadas seis amostras.

2.0. Data da Coleta

- As amostras serão coletadas no dia 12/09/2017 durante o turno da manhã, estas serão acondicionadas corretamente para o devido transporte até o laboratório, será obedecido o prazo ideal de três horas de forma a conservar as amostras.
- Será utilizado uma tabela com os horários e endereços das coletas.
- As análises se seguirão no mesmo dia, pelo turno da tarde.

3.0. Métodos e Procedimentos Analíticos

- Para a análise quantitativa do analito de interesse será utilizada a técnica analítica de Espectroscopia na Região do Ultravioleta/Visível.
- Será feito a análise do branco analítico, para obtenção do espectro de absorção do antibiótico e o máximo absorvido por este composto.
- Caso não seja identificado a presença do composto acima citado na amostra, será realizada uma adição de padrão com fármaco de interesse.

4.0. Volume de Amostragem

- Será coletado um litro de cada amostra, para realização de triplicatas.
- As amostras foram coletas em frascos de âmbar de um litro.
- Será tomado cuidado para encher $\frac{3}{4}$ do frasco, permitindo que haja a homogeneização do conteúdo.
- As amostras serão acondicionadas numa caixa térmica contendo gelo, estas serão colocadas em sacos plásticos, com o intuito de não danificar as etiquetas de identificação dos frascos, para posterior análise.
- Será anotado a temperatura ambiente e das amostras coletadas.

Após a coleta das amostras e dos dados de campo, será realizada as análises laboratoriais com os equipamentos descritos a seguir.

5.0. Procedimentos Laboratoriais

- As amostras coletadas serão acondicionadas na geladeira antes da realização das análises.
- Prepararemos uma solução de amoxicilina em meio aquoso, utilizando 52 mg de matéria pura adquirida na farmácia Princípio Ativo. Diluímos em 1 litro de água destilada, a uma temperatura de 36 °C, nossa solução final foi de aproximadamente $1,42 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$, uma vez que esta deverá obedecer a Lei de Lambert-Beer para podermos realizar a análise utilizando o espectrofotômetro do ultravioleta-visível.
- Após termos preparado a solução padrão realizaremos diluições, para obtermos o gráfico de absorbância em função da concentração, realizamos diluições de 2, 4, 8, 16 e 32 vezes, desta forma obteremos as seguintes concentrações em g.L^{-1} 26, 13, 6.5, 3,25 e 1,65.
- O máximo de absorção da amoxicilina é em torno de 272 nm.
- Após prepararmos as amostras coletadas para posterior análise, as amostras devem ser filtradas com o intuito de eliminar qualquer partícula que possa interferir na análise.

Fonte: Autor

O trabalho de campo se caracteriza pelo contato direto com o que se quer estudar, cabe ao investigador assumir o papel de observador e explorador, coletando diretamente dados no local (BARROS et al, 2007). Para a realização do trabalho de campo, foram utilizados materiais e equipamentos que visassem o máximo de cuidado com as amostras coletadas, a fim de não haver deterioração, perdas ou amostras com perfil inadequado para a análise laboratorial.

De acordo com Ferrari:

“A pesquisa de campo propriamente dita não deve ser confundida com a simples coleta de dados (...) é algo mais que isso, pois exige contar com controles adequados e com objetivos preestabelecidos que discriminam suficientemente o que deve ser coletado.” (FERRARI, 1928, p. 229 apud BARROS, 2007, p. 75)

Tabela 2. Materiais Utilizados no Trabalho de Campo

Termômetro	Gelo
Luvas Descartáveis	Frascos de Âmbar de 1 litro
Canetas	Etiquetas de Identificação
Sacola Térmica	Sacolas de Plástico Lacradas
Celular com GPS	Câmera Fotográfica

Fonte: Autor

Utilizamos o termômetro para anotar a temperatura ambiente e da água em cada local de coleta, a fim de obtermos dados sobre a temperatura nos diferentes pontos coletados, bem como, para conservar as amostras em temperatura adequada entre 1 e 4 °C. Para isso, levamos uma sacola térmica contendo gelo, além de sacolas de plástico lacradas para não danificar as etiquetas de identificação. Foram utilizadas luvas descartáveis para coletar as amostras diretamente do Arroio, com o auxílio do GPS identificamos o ponto exato da coleta e a câmera fotográfica serviu de apoio para possuímos fotos e registros (apêndices) para desta forma dar maior confiabilidade à etapa de amostragem e conseqüentemente aos resultados analíticos.

De acordo com Abbey: “A confiabilidade de um resultado depende mais de quem o produz do que como é obtido. Não existem maus métodos, mas apenas maus analistas que não atentam para as suas próprias limitações”. (1981, p. 32).

Tabela 3. Ficha de Coleta de Amostras de Águas para Análise Quantitativas de Amoxicilina

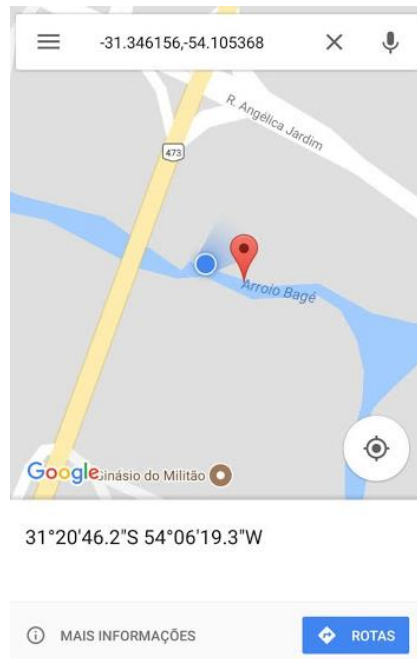
FICHA DE COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA PARA ANÁLISES QUANTITATIVAS DE AMOXICILINA							
Município: Bagé		Responsável pela Coleta: Daiana Kaminski de Oliveira		Data da Coleta: 18 / 09 / 2017		Entrada no Laboratório: 14 horas 10 minutos	
Ordem	Nº de Amostras	Endereço da Coleta	Ponto da Coleta	Origem da Água	Hora da Coleta	Temperatura Ambiente e da Água	Observações
1	1	R. Angélica Jardim	31°20'46.2"S 54°06'19.3"W	Arroio Bagé	11:21:03	19,7 °C 15,5 °C	Água Corrente (fraca)
2	1	Av. José do Patrocínio	31°19'46.5"S 54°05'37.5"W	Arroio Bagé	12:02:38	20,3 °C 18,5 °C	Água Parada
3	1	Av. Pa Abílio Sponchiado	31°20'08.9"S 54°06'09.2"W	Arroio Bagé	12:38:41	21,1 °C 14,0 °C	Água Corrente (forte)

Fonte: Autor

A ficha de coleta serviu de apoio físico para anotarmos informações importantes que dizem respeito ao processo de amostragem, a tabela 3 foi transcrita de acordo com os dados obtidos durante o trabalho de campo.

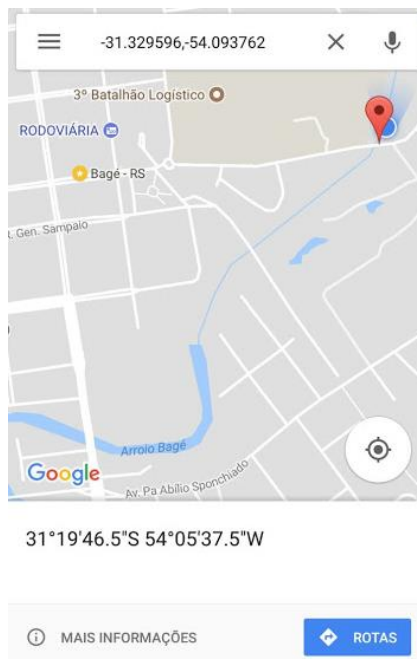
Os pontos de coleta das amostras estão de acordo com os dados obtidos do GPS, conforme mostram as figuras abaixo.

Figura 3. Coordenadas do primeiro ponto de coleta.



Fonte: Autor

Figura 4. Coordenadas do segundo ponto de coleta.



Fonte: Autor

Figura 5. Coordenadas do terceiro ponto de coleta.



Fonte: Autor

6.1 Parte Experimental

6.1.1 Acondicionamento e preparo das amostras no laboratório da Unipampa – Campus Bagé

Ao chegarmos no laboratório da UNIPAMPA, localizada na Avenida Maria Anunciação Gomes de Godoy, nº 165 – Bairro Malafaia – Bagé – RS – CEP: 96 413-172, acondicionamos as amostras na geladeira à 4 °C para posterior análise.

O preparo das amostras, realizamos o processo de filtração das mesmas de modo a eliminar partículas que pudessem interferir durante a leitura das amostras no espectrofotômetro.

Realizamos a leitura das três amostras coletadas, não observamos a presença do antibiótico amoxicilina em nenhuma das amostras coletadas. Desta forma optamos por realizar uma fortificação das amostras com o analito em questão para observarmos como seria o espectro de absorção nas amostras de água coletada do Arroio Bagé. Utilizamos este método da adição de padrão a fim de perceber as diferenças entre os espectros gerados pela amoxicilina em água destilada e em água do Arroio que possivelmente possui diversos tipos de substâncias e partículas desconhecidas.

O método de adição de padrão é utilizado para aproximar a composição das amostras a serem analisadas com respeito não apenas à concentração do analito. (SKOOG et al., p.746).

6.1.2 Preparo das soluções padrões de amoxicilina

Preparamos uma solução de amoxicilina de $1,42 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$, e foi preparada utilizando água destilada e amoxicilina de grau analítico, sob agitação frequente mantendo a temperatura constante em 36°C para obtermos a dissolução completa da mesma. (HOANG e GIANG, 2010). Após realizamos diluições a partir da solução mãe.

Cálculos: Um mol de amoxicilina corresponde a 365,4 gramas desta substância, então:

$$1 \text{ mol} \text{ — } 365,4 \text{ g}$$

$$x \text{ mol} \text{ — } 0,052 \text{ g}$$

$$x = 1,42 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$1 \text{ mol} \text{ — } 365,4 \text{ g}$$

$$x \text{ mol} \text{ — } 0,026 \text{ g}$$

$$x = 7,11 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$1 \text{ mol} \text{ — } 365,4 \text{ g}$$

$$x \text{ mol} \text{ — } 0,013 \text{ g}$$

$$x = 3,55 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$1 \text{ mol} \text{ — } 365,4 \text{ g}$$

$$x \text{ mol} \text{ — } 0,0065 \text{ g}$$

$$x = 1,77 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$1 \text{ mol} \text{ — } 365,4 \text{ g}$$

$$x \text{ mol} \text{ — } 0,00325 \text{ g}$$

$$x = 8,89 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$1 \text{ mol} \text{ — } 365,4 \text{ g}$$

$$x \text{ mol} \text{ — } 0,00162 \text{ g}$$

$$x = 4,44 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

As concentrações foram armazenadas em balões volumétricos de 10 mL, conforme mostra a figura 5 abaixo.

Figura 6. Concentrações em mg/L de Amoxicilina



Fonte: Autor

6.1.3 Análise das soluções de amoxicilina no Espectrofotômetro Uv-Visível

A partir da solução mãe e das diluições fizemos a leitura das concentrações para obtermos os espectros de absorção em função da concentração, as leituras foram realizadas no Varian Cary 50 Bio Uv-Visible Spectrophotometer, conforme mostra a figura 6.

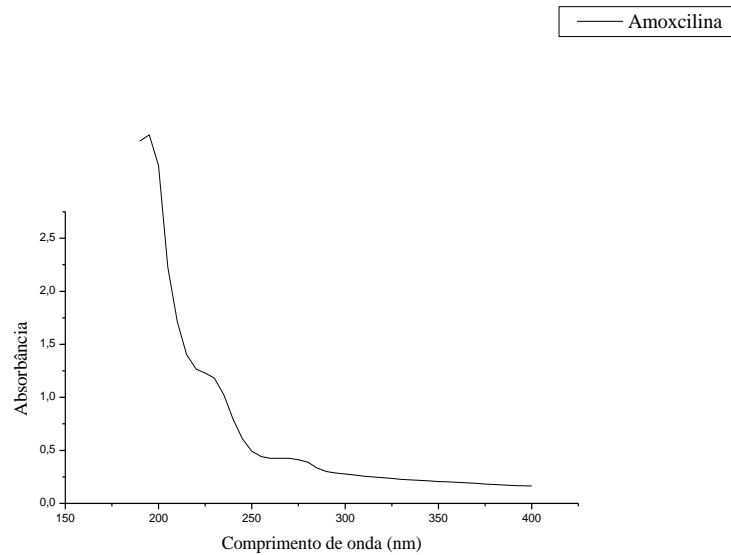
Figura 7. Varian Cary 50 Bio Uv-Visible Spectrophotometer



Fonte: Autor

O espectro de varredura do antibiótico amoxicilina em água destilada revelou absorvância máxima no comprimento de onda de 272 nm (Figura 7), resultado este de acordo com relatos prévios (Hoang Vu D. et al., 2010).

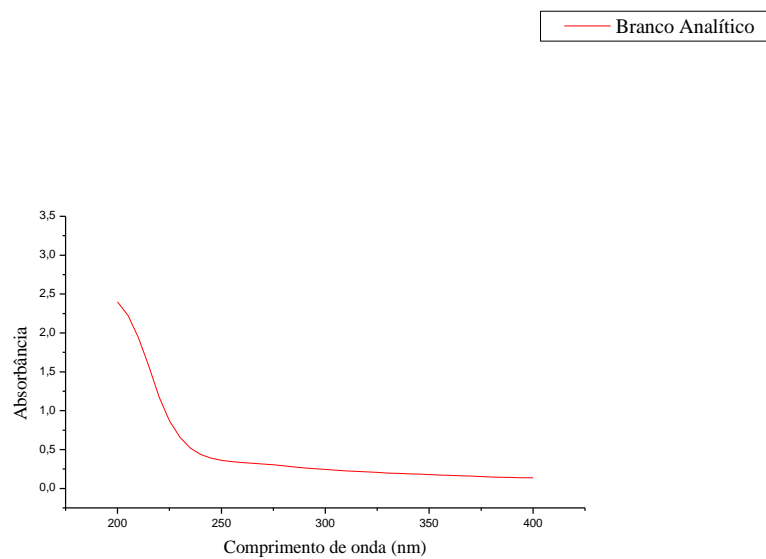
FIGURA 8 – Espectro de varredura da amoxicilina ($\lambda_{\text{máx}}$ 272 nm) em água destilada.



Fonte: Autor

Abaixo o espectro de varredura do branco analítico.

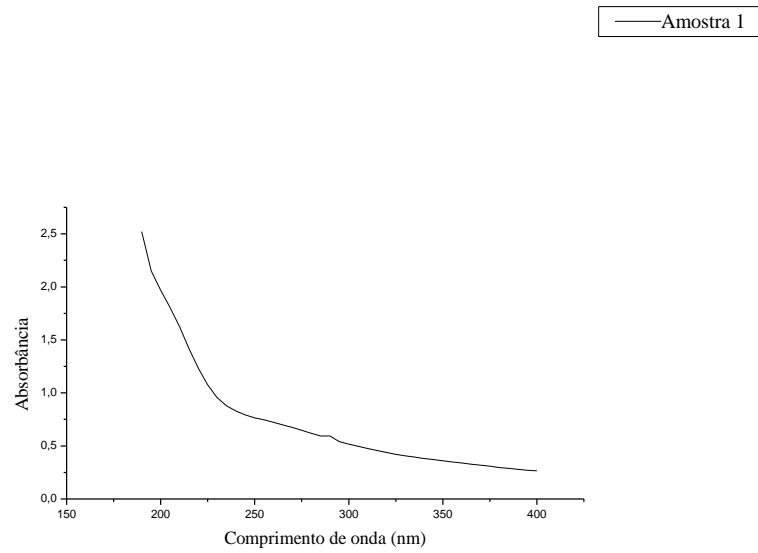
FIGURA 9 - Espectro de varredura da água destilada.



Fonte: Autor

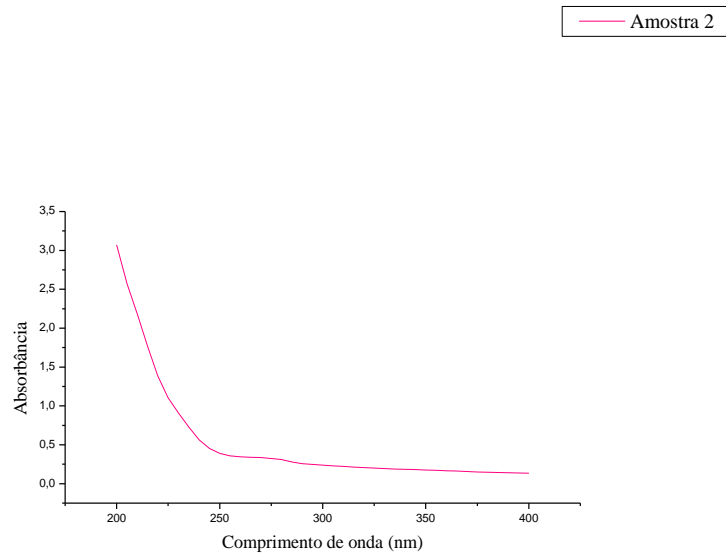
Os espectros de absorção dos gráficos abaixo se referem à leitura de três amostras de água coletadas do Arroio Bagé.

FIGURA 10 – Espectro de varredura da amostra 1.



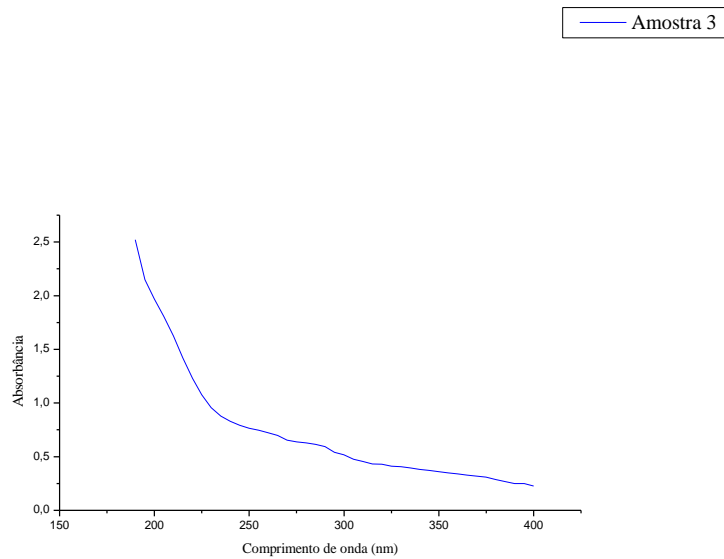
Fonte: Autor

FIGURA 11 – Espectro de varredura da amostra 2.



Fonte: Autor

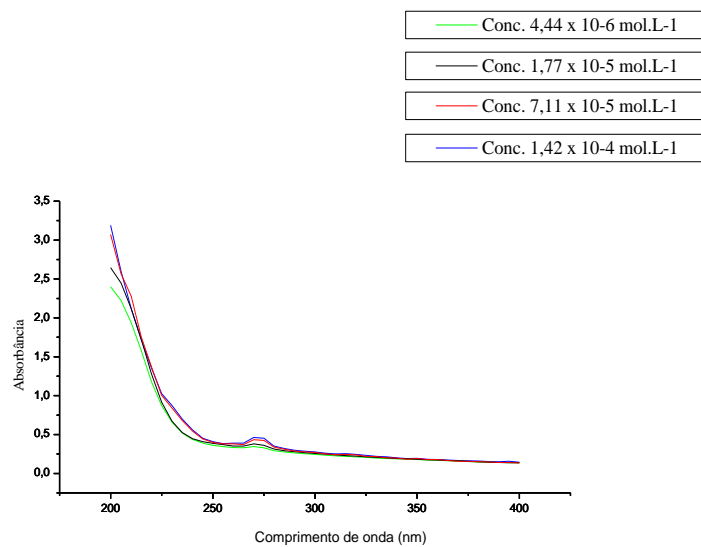
FIGURA 12 – Espectro de varredura da amostra 3.



Fonte: Autor

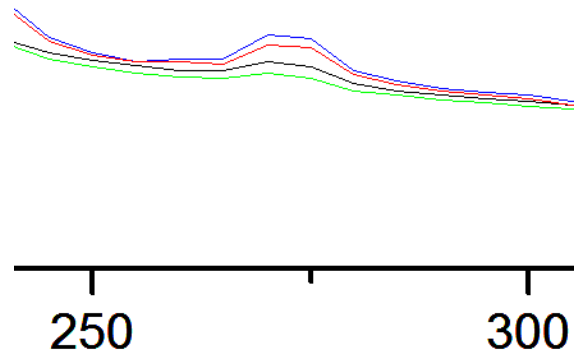
O espectro abaixo foi gerado utilizando quatro concentrações diluídas de amoxicilina, no qual realizamos um processo de adição de padrão, com o intuito de melhor observar o comportamento da amoxicilina em uma amostra real.

Figura 13 – Comparação entre quatro concentrações escolhidas.



Fonte: Autor

Figura 14 – Ampliação do máximo de absorção da figura 11.



Fonte: Autor

6.1.4 Figuras de mérito

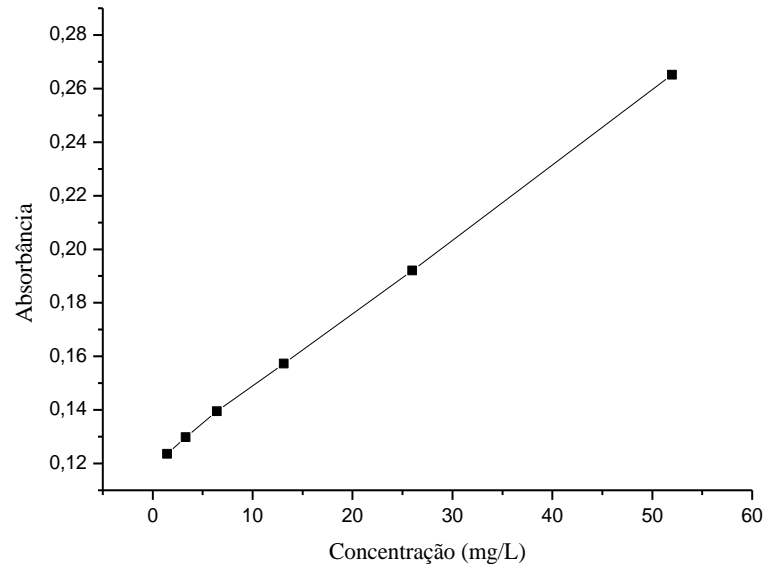
6.1.4.1 Linearidade

Os dados da curva analítica, resultante da média de três curvas padrão, foram ajustados por análise de regressão linear, cuja equação da reta é dada por: Absorbância = $0.00262 \times \text{Conc (mg.L-1)} + 0.12337$. O coeficiente de correlação (R^2) foi de 0,99806, significando que 99,81 % da variação total em torno da média é explicada pela regressão linear, com os resíduos (erro) de apenas 0,19 %.

A definição de linearidade de acordo como INMETRO é:

a habilidade de um método analítico em produzir resultados que sejam diretamente proporcionais à concentração do analito em amostras, em uma dada faixa de concentração. A quantificação requer que se conheça a dependência entre a resposta medida e a concentração do analito. A linearidade é obtida por padronização interna ou externa e formulada como expressão matemática usada para o cálculo da concentração do analito a ser determinado na amostra real. A equação da reta que relaciona as duas variáveis é: $y = ax + b$. (INMETRO, 2007, p. 10)

FIGURA 15. Gráfico 1. Curva de calibração da amoxicilina das análises em Espectroscopia no UV-V



Fonte: Autor

6.1.4.2 Limite de Detecção

Pode ser definido como a concentração mais baixa de um analito que pode ser distinguida com confiança razoável do branco operacional (uma amostra que contém o analito em concentração zero).

Muitos analitos de importância ambiental ocorrem em níveis muito reduzidos, o que desafia a capacidade do método de detectá-los e de quantificá-los com precisão. De modo geral os fármacos e seus metabólitos, estão presentes em um nível que varia de nanograma a menos de um picograma por litro em águas residuárias (MANAHAN, 2012). Dai a importância do limite de detecção de um método analítico.

Para cálculos do limite de detecção e de quantificação utilizamos o desvio padrão construído através da média aritmética de dez leituras do branco analítico, utilizando um valor do coeficiente angular da curva, ou seja, a sensibilidade (b) que igual a 0,00262 conforme dados obtidos da regressão linear. A média aritmética (MA) da leitura de dez amostras gerou um valor de 0,2133.

O valor do desvio padrão é de $1,23 \times 10^{-7}$.

$$LD = 3 \times S/b \quad (2)$$

$$LD = 3 \times 1,23 \times 10^{-7} / 0,00262$$

$$LD = 1,40 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

6.1.4.3 Limite de Quantificação

É a menor concentração do analito que pode ser determinada com um nível aceitável de precisão e veracidade, pode ser definido como sendo dez vezes o valor do desvio padrão.

$$LQ = 10 \times S \quad (3)$$

$$LQ = 10 \times 1,23 \times 10^{-7}$$

$$LQ = 1,23 \times 10^{-6}$$

De acordo com os dados obtidos através das dez leituras do branco analítico e utilizando o valor do coeficiente angular encontrado na curva de calibração gerada pelas concentrações diluídas de amoxicilina, podemos observar que o método possui limites de detecção e quantificação muito bons o que comprova que a técnica utilizada foi adequada para as análises neste caso.

6.1.4.4 Desvio padrão, variância, exatidão e precisão

Tabela 4 – Resultados da precisão para três níveis de concentrações diferentes de amoxicilina (mg.L^{-1}).

Concentração de amoxicilina em mg.L^{-1}			Dados estatísticos			
Teórica	Experimental		Média	D.P	C.V %	
	1,441	1,445	1,439	1,442	$3,06 \times 10^{-3}$	0,213
1,62						
3,25	3,298	3,291	3,289	3,293	$4,74 \times 10^{-3}$	0,144
6,50	6,436	6,434	6,432	6,434	$2,00 \times 10^{-3}$	0,031
13,00	13,113	13,11	13,121	13,115	$5,69 \times 10^{-3}$	0,043
26,00	25,984	25,991	25,982	25,983	$5,74 \times 10^{-3}$	0,022
52,00	51,970	51,964	51,978	51,970	$7,07 \times 10^{-3}$	0,013

*D.P. = desvio padrão; C.V. = coeficiente de variação.

Fonte: Autor

O desvio padrão está diretamente associado à precisão das medidas. Um baixo desvio padrão indica que os pontos dos dados tendem a estar próximos da média ou do valor esperado.

O coeficiente de variação ou também conhecido como desvio padrão relativo, expressa a precisão e a repetitividade dos dados, um valor baixo significa o quão precisa foi à técnica em determinar as concentrações das soluções diluídas.

A exatidão é a concordância da medida com um nível de referência ou valor conhecido (veracidade das medidas). Quanto menor o erro relativo, maior a exatidão.

De acordo com a (tabela 5) podemos concluir que os valores de exatidão estão em concordância o que sugere uma ótima exatidão do método analítico utilizado.

Para calcularmos o erro relativo utilizamos a fórmula abaixo:

$$\text{Erro relativo (ER)} = (\text{valor medido} - \text{valor referência}) \times 100 / (\text{valor referência}) \quad (4)$$

Tabela 5 – Erro relativo para a média das concentrações de amoxicilina (mg.L^{-1}).

Concentração de amoxicilina em mg.L^{-1}		Erro relativo %
Valor de referência	Valor medido	
1,62	1,442	10,9
3,25	3,293	1,32
6,50	6,434	1,01
13,00	13,115	0,88
26,00	25,983	0,065
52,00	51,970	0,057

Fonte: Autor

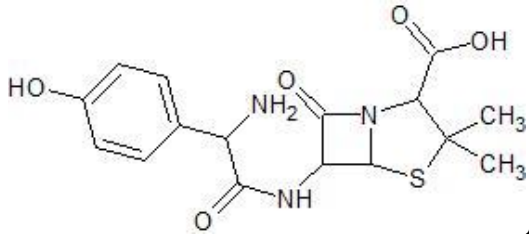
6.2 Desenvolvimento do Questionário e dos Planos de Aula

O questionário foi desenvolvido com o intuito de perceber os conhecimentos prévios dos alunos de Química Analítica Instrumental do Curso de Licenciatura em Química do 6º semestre, acerca de conteúdos abordados nesta componente, além de reconhecimento de funções orgânicas, estereoisomeria, solubilidade de compostos e substâncias tóxicas. Este questionário foi desenvolvido juntamente com o professor da componente, a fim de não facilitá-lo e nem de torná-lo impossível de se responder, observamos os conteúdos abordados na componente em questão e em outras componentes curriculares cursadas. Os planos de aula foram desenvolvidos com o objetivo de planejar e preparar as aulas antes de executá-las, pois estes são imprescindíveis para a atividade docente, uma vez que planejar uma aula é extremamente importante para que se atinja êxito no processo de ensino-aprendizagem, já que sua ausência pode acarretar em aulas desorganizadas.

O plano de aula segundo Libâneo (1993), é um instrumento que sistematiza todos os conhecimentos, atividades e procedimentos que se pretende realizar numa determinada aula, tendo em vista o que se espera alcançar como objetivos junto aos alunos.

Deste modo, o planejamento de uma aula se torna uma ferramenta efetiva para o professor elaborar sua metodologia de acordo com os objetivos da aula a serem alcançados, este planejamento deve ser pensado e elaborado de maneira criteriosa para as diferentes turmas, não descartando a possibilidade de alterações e adaptações caso necessário.

Quadro 2. Questionário

QUESTÃO 1.	<i>O que você entende por espectroscopia de absorção molecular?</i>
QUESTÃO 2.	Grupos orgânicos insaturados que absorvem na região ultravioleta/visível são chamados de cromóforos, entretanto existe um tipo de absorção por compostos orgânicos através da transferência de carga, denominado de complexo de transferência de carga. Cite uma diferença entre ambos?
QUESTÃO 3.	<p>Observe a estrutura abaixo:</p>  <p style="text-align: right;">Amoxicilina</p>
QUESTÃO 3A	Diga quais os grupos químicos estão presentes na estrutura da Amoxicilina que são aptos a absorção de radiação eletromagnética e portanto, passíveis de serem identificados através da espectroscopia de absorção?
QUESTÃO 3B	Quantos átomos de carbonos quirais a molécula possui? Quantos estereoisômeros? Que efeitos podem causar se alterarmos a configuração espacial da molécula de Amoxicilina?
QUESTÃO 3C	Considerando os diferentes grupos funcionais presentes na molécula de Amoxicilina comente a sua solubilidade em meio aquoso.
QUESTÃO 3D	Amoxicilina é considerada como sendo poluente e, portanto uma

	substância tóxica a vida aquática. Qual sua definição de substância tóxica?
QUESTÃO 3E	Identifique as espécies ácidas e básicas na estrutura da Amoxicilina que podem ser ionizáveis tornando-a uma molécula eletricamente neutra dependendo do potencial hidrogeniônico da solução.

Fonte: Autor

6.3 Aulas Aplicadas

Foram aplicadas duas aulas, e desenvolvidos dois planos de aula conforme os apêndices 1 e 2. Na primeira deu-se início a coleta de dados, e foi apresentada a proposta do trabalho, os objetivos das aulas e posteriormente foi aplicado o questionário (Quadro 2), com o intuito de levantar dados e analisar os conhecimentos prévios dos estudantes, pois estes auxiliam na organização, incorporação, compreensão e fixação das novas informações. A primeira aula teve duração de aproximadamente duas horas, pois realizou-se a apresentação da proposta e os estudantes responderam o questionário inicial.

Na segunda aula foi realizada uma discussão inicial sobre as questões do questionário e como elas deveriam ser interpretadas, bem como suas possíveis respostas. Discutiu-se a importância sobre o descarte adequado de substâncias consideradas poluentes emergentes, além de seus possíveis danos ao meio ambiente. Usamos o diálogo com os alunos a fim de melhor sustentar o aprendizado, uma vez que devemos possuir disponibilidade para dialogar, pois desta maneira podemos discutir temas e analisar os fatos perante a problemática ambiental, pois também aprendemos coletivamente com os saberes de outros. Como confirma Freire (1996) “minha segurança se funda na convicção de que sei algo e de que ignoro algo a que se junta a certeza de que posso saber melhor o que já sei e conhecer o que ainda não sei.”

Após os alunos foram conduzidos ao laboratório para realização da atividade experimental, que consistia na apresentação do laboratório, dos equipamentos que seriam utilizados durante a atividade, os materiais e métodos, como se deu a coleta das amostras. Neste momento elucidamos dúvidas frequentes quanto à preparação do plano amostral, o trabalho de campo, preparo das amostras e consequente análise.

Os estudantes foram convidados a desenvolver a prática de análise espectroscópica, a fim de obterem maior aproximação com a técnica analítica e sanar dúvidas ainda existentes, já

que aos educandos cabe o papel de adquirir e de reformular seus conhecimentos, reorganizá-los de maneira significativa, bem como de se apropriar dos conhecimentos elaborados. A teoria da aprendizagem significativa é uma abordagem cognitivista da construção do conhecimento. Segundo David Ausubel (apud Moreira, 2006), “é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo” (p. 14). Segundo LUCKESI, o educando é o sujeito que busca adquirir um novo patamar de conhecimentos, de habilidades e modos de agir.

Posteriormente, os estudantes foram conduzidos à sala de aula para responder o segundo questionário, conforme o que eles haviam percebido nesta aula.

O questionário como um instrumento de pesquisa apresenta vantagens, pois através dele é possível abranger um número de pessoas e de informações em curto espaço de tempo, facilita o tratamento dos dados obtidos, bem como auxilia o pesquisador a refletir sobre as questões e responde-las mais adequadamente (BARROS et al, 2007).

Após a aplicação dos questionários foram analisadas as respostas dos estudantes antes da atividade e após a mesma, para observar se houve a reformulação dos conhecimentos prévios, bem como a construção de um conhecimento mais proeminente.

Segundo Pérez Gómez “toda a aprendizagem relevante é um processo de diálogo com a realidade natural, social, o qual supõe participação, interação, debate, trocas de significados e representações e envolve professores e alunos e alunos entre si”. (2000)

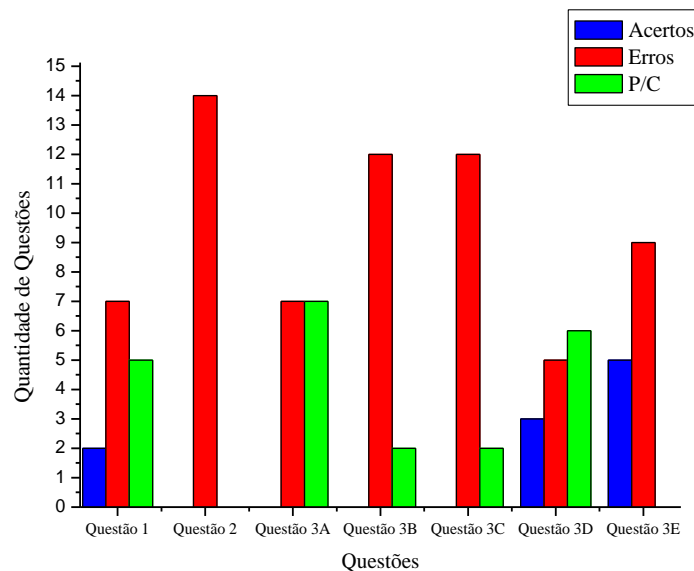
6.4 Dados e Análise do Questionário Aplicado

Foram realizadas análises e conclusões referentes às questões abordadas nos questionários aplicados na turma de Química Analítica Instrumental do Curso de Licenciatura em Química do 2017/2. Os questionários foram previamente examinados a fim de se tornarem ou não elementos importantes para a comprovação ou não das hipóteses, para isso escolhemos vinte e oito dos trinta e sete questionários totais respondidos, a fim de averiguar se houve a promoção ou ampliação do conhecimento científico, por parte dos alunos que haviam respondido ambos os questionários, para posteriormente realizarmos uma comparação por meio de tratamento de dados. Durante a interpretação dos dados levamos em consideração três fatores de extrema importância, a classificação, a codificação e a tabulação, nesta última além do uso de tabelas, utilizamos gráficos a fim de esclarecer melhor os dados obtidos.

Conforme o questionário aplicado (Quadro 2.) foram analisadas as respostas dos alunos, primeiramente iremos abordar o questionário aplicado no início da aula, logo iremos realizar uma comparação com o questionário aplicado posterior a discussão e a aplicação da atividade experimental.

Dados obtidos através da análise das noventa e oito questões referentes a aplicação do primeiro questionário.

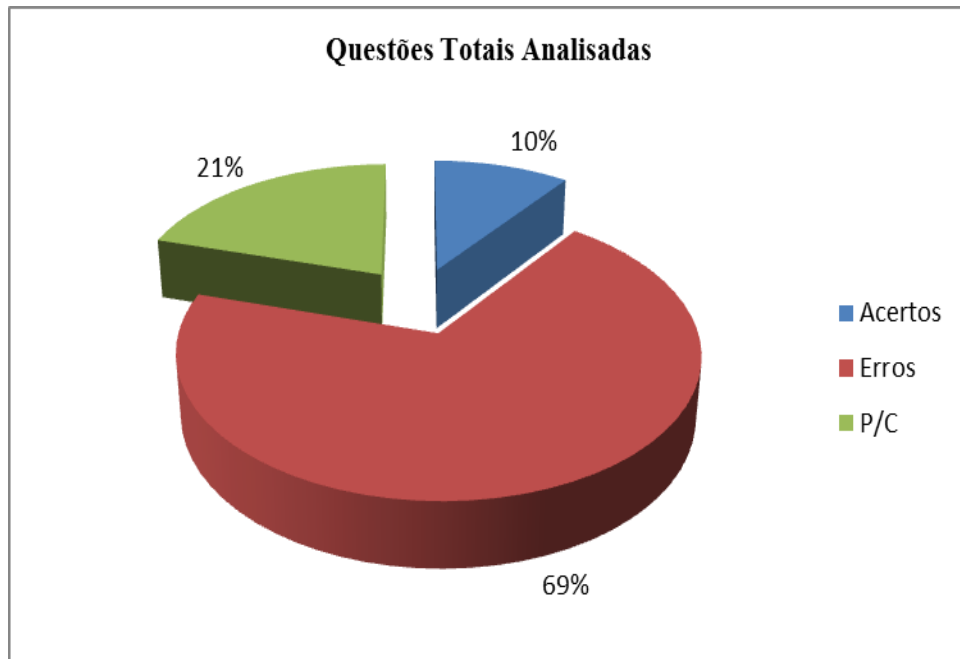
FIGURA 16. Gráfico 2. Correlação entre quantidades de acertos, erros e questões parcialmente corretas (P/C).



Fonte: Autor

O gráfico acima apresenta o número de acertos, erros e questões parcialmente corretas (P/C), sendo que foi analisado quatorze questionários, no qual cada um tinha sete questões, perfazendo um total de noventa e oito questões. Observando os dados do gráfico podemos perceber que a quantidade de erros (coluna em vermelho) supera a quantidade de questões parcialmente corretas (coluna em verde) e esse fato é ainda mais evidente se compararmos com a quantidade de acertos (coluna em azul). Na questão 2 por exemplo tivemos quatorze respostas erradas esse número ultrapassa até mesmo o somatório das questões corretas que são apenas dez.

FIGURA 17. Gráfico 3. Dados em porcentagem com base nas questões totais analisadas.

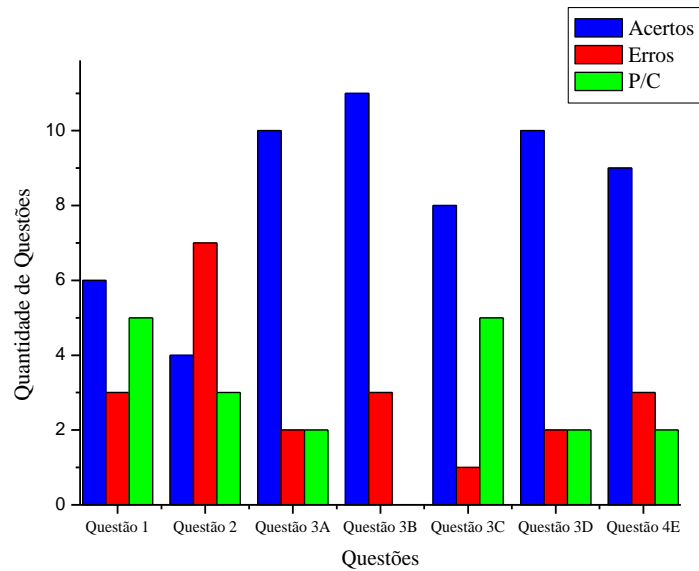


Fonte: Autor

De acordo com o gráfico acima, que é referente às noventa e oito questões do primeiro questionário analisado, percebemos que a porcentagem de acertos (azul) é muito inferior a porcentagem de erros (vermelho), essa evidência nos deixou muito preocupados em relação aos conhecimentos por parte dos estudantes analisados.

Com base nestes dados realizamos a aplicação do mesmo questionário após a realização da proposta, para perceber se houve melhora nas respostas dos estudantes. Dados obtidos com base na análise das noventa e oito questões referentes à aplicação do segundo questionário aplicado, após termos realizada a discussão sobre as questões aplicadas e desenvolvido a técnica espectrofotométrica com os alunos.

FIGURA 18. Gráfico 4. Correlação entre quantidades de acertos, erros e questões parcialmente corretas.

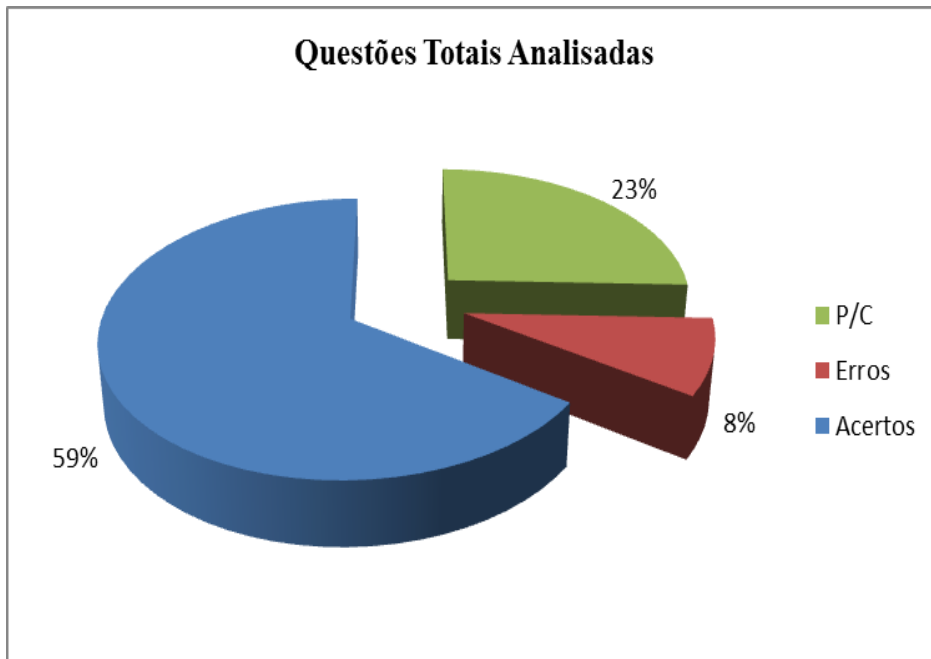


Fonte: Autor

No gráfico acima percebemos claramente que houve mudanças nas respostas dos estudantes e que após a aplicação da proposta podemos constatar que a quantidade de acertos (coluna em azul), superou a quantidade de erros e questões parcialmente corretas (colunas em vermelho e verde respectivamente).

A parcela de erros diminuiu drasticamente em comparação com o gráfico 15, que a quantidade de erros equivalia a sessenta e seis no segundo questionário equivale a vinte e um ou seja uma diferença de quarenta respostas antes erradas e agora corretas, isso é motivador.

FIGURA 19. Gráfico 5. Dados em porcentagem com base nas questões totais analisadas.



Fonte: Autor

Com base nos dados obtidos a partir da análise dos questionários foi possível perceber que houve uma mudança nas respostas dos estudantes, ao que se refere à porcentagem de erros (vermelho) e acertos (azul) das questões, percebemos que foi de grande importância o desenvolvimento das atividades tanto a discussão a cerca das questões quanto à aplicação da atividade experimental contextualizada.

A análise do segundo questionário mostrou que os aspectos empíricos mais importantes do fenômeno foram relatados pela maioria dos estudantes, indicando já inicialmente um discurso compartilhado que promulgará, mais a frente, uma discussão rica dos resultados devido às observações efetuadas. Isso valida os resultados experimentais como construção pessoal e social dos estudantes, pois estes melhoraram significativamente suas respostas. O registro de informações reforça a capacidade crítica de observação, a curiosidade e as condições nas quais os estudantes vão se tornando os sujeitos da aprendizagem.

6.5 Resultados Obtidos de Acordo com os Objetivos Propostos

Foi possível através da técnica utilizada, identificar facilmente e determinar quantitativamente o antibiótico amoxicilina em meio aquoso, mas não na amostra de água do arroio Bagé, justamente pelo fato da técnica possuir boas figuras de mérito, como isso, desenvolveu análises em replicatas das amostras coletadas, bem como das soluções diluídas, isso nos proporcionou criar gráficos de absorção das amostras e realizar comparações entre as

concentrações diluídas, gerando uma curva de calibração que possui um bom coeficiente de correlação, mostrando o quão a técnica espectroscópica possui uma boa sensibilidade.

De acordo com a sondagem efetuada por meio do questionário inicial aplicado em aula, observou-se que os estudantes tinham certo déficit quanto ao conhecimento de alguns conteúdos, uma vez que não conseguiram responder corretamente a maioria das questões, o problema mais observado foi em relação ao conhecimento de grupos funcionais e estereoisomeria, pois a maioria não conseguiu descrever corretamente as funções presentes na estrutura da amoxicilina, bem como seus carbonos quirais e o número de estereoisômeros. Esse déficit de aprendizado mostrou-se preocupante, pois a maioria dos discentes está cursando e/ou reprovaram em componentes básicas da área de Química Orgânica, Química Orgânica I, Química Orgânica Experimental I e Química Orgânica II. Esse fato é alarmante pois o reconhecimento de grupos funcionais pertence ao conteúdo básico do ensino médio, e os discentes analisados estão entre o 4º e 8º semestre do curso, dependendo da estrutura curricular que estão vinculados.

Com a realização da discussão acerca das questões do questionário bem como a atividade experimental desenvolvida no laboratório, foi possível averiguar através da aplicação do segundo questionário que os a maioria dos estudantes conseguiram responder de maneira correta as questões, inclusive exemplificando algumas delas.

Durante a discussão englobamos assuntos ambientais a cerca de poluentes emergentes, onde conversamos sobre o potencial contaminante da amoxicilina, e como esta pode influenciar negativamente quando inserida no meio ambiente.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica espectroscópica de absorção molecular mostrou-se eficaz na identificação do antibiótico amoxicilina, apresentando boa precisão e exatidão nas determinações. As concentrações utilizadas obedeceram à lei de Lambert-Beer, uma vez que a curva de calibração apresentou resultados lineares, evidenciando a linearidade de acordo com os valores aceitos, onde o coeficiente de correlação foi fortíssimo cujo valor é 0,99806.

O método utilizado é vantajoso, pois permite distinguir valores muito pequenos de concentração, devido à alta sensibilidade do aparelho espectrofotométrico.

Felizmente não detectamos concentrações do antibiótico amoxicilina no arroio Bagé, pelo menos não em concentrações em que o aparelho pudesse determinar quantitativamente.

No entanto não descartamos a possibilidade de haver amoxicilina ou de outros antibióticos no arroio, pois estudos comprovam que as concentrações de poluentes emergentes mais comumente encontrados em corpos hídricos estão na faixa de nanogramas e picogramas.

Com base nos resultados obtidos das análises dos questionários durante a aplicação das atividades observamos através de uma comparação entre ambos que houve uma considerável melhora nas respostas dos estudantes, o que comprovou que a associação da teoria e prática contribuem de maneira significativa no entendimento de alguns conceitos por vezes abstratos.

Finalizando concluímos que a experimentação é de extrema importância para o ensino aprendizagem dos alunos, pois esta auxilia na compreensão dos fatos e fenômenos.

REFERÊNCIAS

ABBEY, S. **Química analítica**. 2ª Edição, São Paulo: Saraiva, 1981, p. 32.

ABABIQUIFI, Associação Brasileira de Indústria Farmoquímica e de Insumos Farmacêuticos. Rio de Janeiro. Disponível em: <WWW.abiquifi.or.br>. Acesso em: 02 de jun. de 2017, 17:45:11.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. NBR 9898, Jun. 1987. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amostras.pdf>>. Acesso em: 15 de dez. 2017, 09:21:56.

_____. **Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. NBR 9897, Jun 1987. Disponível em: <<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/39386/nbr9897-planejamento-de-amostragem-de-efluentes-liquidos-e-corpos-receptores>>. Acesso em: 15 de dez. 2017, 10:32:21.

_____. **Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração**, NBR ISO/IEC 17025, 2001, p. 20. Disponível em: <<http://www.smarnet.com.br/qualidade/metrologia/17025.pdf>>. Acesso em: 15 de dez. 2017, 11:12:43.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta Pública nº 95, de 19 de novembro de 2001. D.O. de 21/11. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/>>. Acesso em: 04 mai. 2017, 11:21:44.

ARAÚJO, K. et al. V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica Maceió – Alagoas – 2010

BARREIRO, E.J. Sobre a química dos remédios, dos fármacos e dos medicamentos. Química Nova na Escola, Cadernos Temáticos, n.3, p. 4-9, 2001.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S.; **Fundamentos de Metodologia Científica**. 3ª Edição São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007, p. 75.

BASTITUZZO, J. A. O., CAMARGO, M. A. **Fundamentos de toxicologia**. 3ª Edição, Editora Atheneu, São Paulo, 2008, p. 127.

BENITE A. M. C.; BENITE C. R. M. **O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro.** Revista Iberoamericana de Educación. n.º 48/2, p. 1-2, 2009

BERNARDELLI, M. S. **Encantar para Ensinar – um procedimento alternativo para o ensino da Química.** Foz do Iguaçu, 2004.

BILA, D. M. e DEZOTTI, M. (2003). Fármacos no meio ambiente. Química Nova, 26 (4). p. 523-530.

BOGER, Beatriz et al. **Micropoluentes emergentes de origem farmacêutica em matrizes aquosas do Brasil: uma revisão sistemática.** Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/18174/pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2017, 09:23:59.

BUENO, Lígia et al. **O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas.** In: Silvania Lanfredi Nobre; José Milton de Lima. (Org.). Livro Eletrônico do Segundo Encontro do Núcleo de Ensino de Presidente Prudente São Paulo: Unesp, 2007.

CHRISTEN, Verena et al. Produtos farmacêuticos humanos altamente ativos em sistemas aquáticos: um conceito para sua identificação com base em seu modo de ação. Vol 96, edição 3, 18 de fevereiro de 2010, páginas 167-181.

CIENFUEGOS, F.; VAITSMAN, D.: Análise Instrumental. Rio de Janeiro: Interciência, 2000, p. 30-31.

COSTANZO, S. D.; MURBY, J.; BATES, J. Ecosystem response to antibiotics entering the aquatic environment. Marine Pollution Bulletin, v.51, p.218-223, 2005.

DÍAZ-CRUZ, M.S.; DE ALDA, M.J.L. & BARCELÓ, D. Environmental behavior and analysis of veterinary and human drugs in soils, sediments and sludge. Trac-Trends Anal. Chem., 22:340-351, 2003.

“Experimentação: uma ferramenta que visa auxiliar o educando na compreensão da química” (RUSSEL 2010 apud OLIVEIRA 1994, p. 7).

“Estudo dos equilíbrios sólido-líquido presentes na síntese enzimática de antibióticos β -lactâmicos” (FERREIRA 2004 apud BEZERRA, 2016, p. 21).

FERREIRA, L. A.; MACEDO, E. A.; PINHO, S. P. Solubility of amino acids and diglycine in aqueous–alkanol solutions. *Chemical Engineering Science*, v. 59, p. 3117–3124, 2004.
FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa: Um guia para iniciantes**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1996. p. 45.

FLORES, Fábio Lopes. **Monitoramento ambiental da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba – RS - Brasil, através da utilização de diferentes metodologias aplicadas à toxocenoses de peixes**. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática Educativa** . 35ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. p. 135.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 43ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GIORDAN, Marcelo. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. *Química Nova na Escola*, n.º 10, p. 43-49, 1999.

GOMES, et al. **Uso de scanner em espectrofotometria de absorção molecular: Aplicação em experimento didático enfocando a determinação de ácido ascórbico**. *Quim. Nova*, Vol. 31, N.º. 6, p. 1577-1581, 2008. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol31No6_1577_49-ED07145.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017, 13:54:33.

GÓMEZ Ángel I. Pérez. **A cultura escolar na sociedade neoliberal**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

GUIMARÃES, M. **Educação ambiental: no consenso um embate?** Campinas: Papius, 2000b. 94 p.

HOANG V. D., GIANG, D. T. **Comparative Study of RP-HPLC and UV Spectrophotometric Techniques for the Simultaneous Determination of Amoxicillin and Cloxacillin in Capsules**. *J Young Pharm Vol 2 / No 2*, 2010, p. 190-195. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3021696/f>>. Acesso em: 20 jun. 2017, 13:41:21.

“Impacte ambiental dos medicamentos” Mestrado integrado em ciências farmacêuticas, Porto, (JORGENSEN et al, 2000 apud PINTO, Elsa Ariana. 2011). Disponível em: <http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/2452/3/TM_16860.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2017, 10:24:08.

INMETRO. **Orientação sobre validação de métodos de ensaios químicos.** DOQ-CGCRE-008 Revisão 02 – JUNHO/2007, p. 10. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-8_02.pdf>. Acesso em: 25/11/2017, 08:53:02.

JONES, O. A., et al. Potencial impact of pharmaceuticals on environmental health. *Bulletin of the World Health Organization*, 2010, p. 768-769. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166445X09004226?via%3Dihub>>. Acesso em: 12 de out. 2017, 14:31:27.

KOROLKOVAS, Andrejus e FRANÇA, Francisco F. de A. C. de. **Dicionário Terapêutico** Guanabara. 15 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

LEHNINGER, D.; COX, M. **Princípios de bioquímica.** São Paulo: Saraiva, 2014, p. 80.

LIBÂNEO, José Carlos. **Organização e gestão escolar: teoria e prática.** Goiânia: Alternativa, 1993.

LUCKESI, Cirpiano. **Filosofia da educação.** São Paulo: Editora Cortez, 1990, p. 117.

MANAHAN, Stanley. E. **Química ambiental.** 9ª edição Porto Alegre. Bookman, 2012, p. 826.

MONTAGNER, Cassiana Carolina et al. **Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios.** Disponível em: <<http://www.quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/RV20170146.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017, 13:53:32.

MOREIRA, Marco Antônio et al. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física: a teoria da aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências.** Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1983.

ONESIOS, K. M.; YU, J. T.; BOUWER, E. J. Biodegradation and removal of pharmaceuticals and personal care products in treatment systems: a review. *Biodegradation*, v. 20, p.129 -151, 2005.

“O ensino de ciências e as dificuldades das atividades” Curitiba: SEED- PR/ PDE, (BUENO et al, 2008 apud SALESSE, 2012, p.18).

“O ensino de química no 2º. grau numa perspectiva interdisciplinar” Palotina. SEED, (ZIMMERMANN 1993 apud SALESSE, 2012, p.14).

ORIENTAÇÃO SOBRE VALIDAÇÃO DE MÉTODOS DE ENSAIOS QUÍMICOS
Documento de caráter orientativo DOQ-CGCRE-008 Revisão 02 – JUNHO/2007. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-8_02.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017, 14:21:35.

PLICAS, Lidia Maria de Almeida et al. **O uso de práticas experimentais em Química como contribuição na formação continuada de professores de Química**. Instituto de Biociências, letras e Ciências Exatas – UNESP, São José do Rio Preto, 2010.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SANTOS, et al. Espectroscopia na região do ultravioleta/visível. 2010, p. 06. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/53575282/Espectroscopia-na-Regiao-do-UV-VIS>>. Acesso em: 19 set. 2017, 22:11:56.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007, p. 125.

SILVA, M. M. L. Crimes da era digital. .Net, Rio de Janeiro, nov. 1998. Seção Ponto de Vista. Disponível em: <<http://www.brazilnet.com.br/contexts/brasilrevistas.htm>>. Acesso em: 28 ago. 2017, 10:05:42.

SKOOG, et al. Fundamentos de Química Analítica. São Paulo, 9ª edição, Editora Thomson 2014.

“Uma sugestão de atividade experimental: a velha vela em questão” (GALIAZZI, M.C., 2005 p. 25-28 apud QUEIROZ, 2015, p. 133-139).

USEPA. United States Environmental Protection Agency. Disponível em: <<http://www.epa.gov/esd/bios/pdf/contaminants-biosolids2.pdf>>,. Acesso em: 12 set de 2017, 16:32:45.

VINADÉ, M. E. C. Métodos espectroscópicos de análise quantitativa. Santa Maria: Ed.UFSM, 2005. P. 89

APÊNDICES



Plano de Aula I

Universidade Federal do Pampa	Turma: Química Analítica Instrumental LQ
Licencianda: Daiana Kaminski de Oliveira	
Supervisor: Prof. Dr. Flávio André Pavan	Data: 27/09/2017
Início da aula: 08:30 hs	Término da aula: 12:15 hs
Conteúdo: Aplicação da Proposta de TCC	

Objetivos da aula:

- Conhecer os conhecimentos prévios dos alunos de Química Analítica Instrumental LQ, acerca do conteúdo de solubilidade, funções orgânicas e espectroscopia no ultravioleta-visível;
- Aplicar questionário sobre os conteúdos acima citados;

Estratégias (metodologia):

A aula será expositiva e dialogada, sendo utilizada a metodologia de coleta de informações através da aplicação de um questionário, no qual busca-se conhecer os conhecimentos prévios dos alunos.

Desenvolvimento da aula:

- Iniciar a aula com apresentação individual e apresentação da proposta;
- Aplicação do questionário;
Questionário em Anexo.



Curso: Licenciatura em Química

Componente: Química Analítica Instrumental

Questionário

Este questionário refere-se a uma coleta de informações no qual se busca complementar o Trabalho de Conclusão de Curso da aluna Daiana Kaminski de Oliveira, matrícula 131150890, discente do curso de Licenciatura em Química do Campus Bagé, sob orientação do Prof. Dr. Flávio André Pavan.

Os objetivos deste questionário são conhecer e analisar os conhecimentos prévios de alunos a respeito de conteúdos estudados em outras componentes e que são de extrema importância para o aprendizado de conteúdos da componente curricular acima citada, para posteriormente identificar se houve alterações nos conhecimentos.

Se possível responda as questões abaixo.

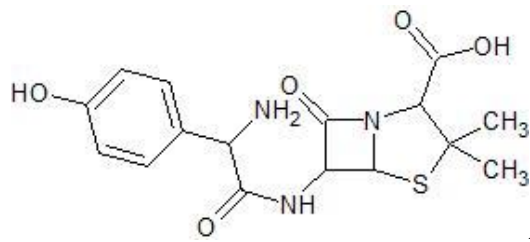
1. O que você entende por espectroscopia de absorção molecular?

É o estudo da interação entre a matéria e a radiação eletromagnética. Quando falamos em matéria queremos dizer os elétrons envolvidos nas ligações e em átomos, e a radiação se caracteriza como sendo a energia absorvida pelos elétrons das camadas de valência que promove transições eletrônicas.

2. Grupos funcionais orgânicos insaturados que absorvem na região ultravioleta/visível são chamados de cromóforos, entretanto existe um tipo de absorção por compostos orgânicos através da transferência de carga, denominado de complexo de transferência de carga. Cite uma diferença entre ambos?

No caso dos cromóforos a absorção ocorre por elétrons que estão participando diretamente de ligações ou estão localizados em átomos, isto provoca transições eletrônicas, já no complexo de transferência de carga há um grupo doador ligado a um receptor de elétrons, quando esse produto absorve radiação um elétron do doador é transferido para um orbital que está associado com o receptor, desta forma o estado excitado é produto de um tipo de processo de oxidação/redução interna.

3. Observe a estrutura abaixo:



Amoxicilina

- a) Diga quais os grupos químicos estão presentes na estrutura da Amoxicilina que são aptos a absorção de radiação eletromagnética e portanto, passíveis de serem identificados através da espectroscopia de absorção? Fenol, amina, amida, ácido carboxílico, tioéter, contribuem, pois alguns são cromóforos e outros possuem elétrons n (não-ligantes que podem ser excitados), σ e π envolvidos em ligações com orbitais moleculares ligantes e anti-ligantes.
- b) Quantos átomos de carbonos quirais a molécula possui? Quantos estereoisômeros? Que efeitos podem causar se alterarmos a configuração espacial da molécula de Amoxicilina? 4 átomos, 16 estereoisômeros, por ser um antibiótico puro com rotação específica ele não possui outra configuração espacial, no entanto se tivesse poderia provocar sua inativação no organismo p.e. Considerando os diferentes grupos funcionais presentes na molécula de Amoxicilina comente a sua solubilidade em meio aquoso.
- c) Considerando os diferentes grupos funcionais presentes na molécula de Amoxicilina comente a sua solubilidade em meio aquoso. A amoxicilina é pouco solúvel em água devido ao fato de possuir interações intermoleculares do tipo dipolo-dipolo, a água por sua vez possui pontes de hidrogênio, quando as interações entre soluto e solvente forem maiores que a interação que ocorre entre o soluto ou o solvente, então há maior dissolução.
- d) Amoxicilina é considerada como sendo poluente emergente e portanto uma substância tóxica a vida aquática. Qual sua definição de substância tóxica? Cerca de 80 a 90% da amoxicilina é excretada pela urina, ainda não é possível saber os efeitos nocivos causados pela substância ao meio ambiente em especial aos corpos hídricos, por não existir análises que comparem os

processos que ocorrem no meio ambiente, substâncias tóxicas são nocivas ao meio ambiente, uma vez que podem se bioacumular nos tecidos vegetais e animais, podendo perdurar por anos e ter suas concentrações aumentadas, já que são resistentes a degradação química, biológica e fotolítica.

- e) Identifique as espécies ácidas e básicas na estrutura da Amoxicilina que podem ser ionizáveis tornando-a uma molécula eletricamente neutra dependendo do potencial hidrogeniônico da solução. A amina NH_2 e o ácido carboxílico COOH .

Finalização da Aula:

Será dada através da aplicação do primeiro questionário e recolhimento do mesmo.

Recursos:

Para o desenvolvimento da aula serão utilizados os seguintes materiais: quadro branco, canetões e material impresso.

Avaliação:

Serão dados pela participação em aula e análise dos questionários.

Bibliografias consultadas:

Fundamentos de Química Analítica 8ª Edição / Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler e Stanley R. Crouch. — São Paulo: Cengage Learning, 2008.

Química Orgânica 4ª Edição, Volume 1 / Paula Yurkanis Bruice. — São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

Química Analítica Quantitativa Elementar 3ª Edição / Nivaldo Baccan, João Carlos de Andrade, Oswaldo E. S. Godinho e José Salvador Barone. — São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2001.



Plano de Aula II

Universidade Federal do Pampa	Turma: Química Analítica Instrumental LQ
Licencianda: Daiana Kaminski de Oliveira	
Supervisor: Prof. Dr. Flávio André Pavan	Data: 05/10/2017
Início da aula: 08:30 hs	Término da aula: 12:15 hs
Conteúdo: Aplicação da Proposta de TCC	

Objetivos da aula:

- Realizar a leitura do questionário e discutir as questões e como estas deveriam ser respondidas;
- Demonstrar atividade prática, sobre a utilização do Espectrofotômetro no Ultravioleta-Visível;
- Propiciar momentos de interação e aproximação com a técnica analítica citada;
- Aplicar o mesmo questionário da aula anterior, com o intuito de averiguar se houve modificação ou ampliação dos conhecimentos;

Estratégias (metodologia):

A aula será expositiva e dialogada, no qual será discutido as questões do questionário, após os alunos serão conduzidos ao laboratório para desenvolver a atividade experimental. Utilizaremos a metodologia de coleta de informações através da aplicação de um questionário após a aplicação da atividade experimental. A atividade será realizada no laboratório 3103 o qual possui o equipamento para realizar análises espectroscópicas no ultravioleta-visível.

Desenvolvimento da aula:

- Leitura do questionário;
- Dialogar e interagir com os alunos acerca de conteúdos;
 - Coleta de amostras, plano amostral, conservação e preparação das amostras;
 - Espectroscopia do Ultravioleta-Visível;
 - Lei de Lambert-Beer;

- Solubilidade;
 - Grupos Funcionais presentes na estrutura da Amoxicilina;
 - Quiralidade, efeitos da alteração da configuração espacial da molécula;
 - Forças Intramoleculares e Intermoleculares da molécula;
 - Questões ambientais, quanto ao uso exacerbado de antibióticos e fármacos em geral;
- Conduzir os alunos ao laboratório, para observarem como se dá a prática analítica, dialogando sobre o máximo de absorção da Amoxicilina e que fatores propiciam a identificação da mesma por meio da espectroscopia no ultravioleta-visível;
 - Curvas de Calibração;
 - Promover a aproximação dos alunos com a técnica analítica.
 - Finalização da Aula:

Será dada através da aplicação do segundo questionário.

Recursos:

Para o desenvolvimento da aula serão utilizados os seguintes materiais: quadro branco, canetões, material impresso, dataShow, amostras de água e espectrofotômetro ultravioleta-visível..

Avaliação:

Serão dados pela participação em aula e análise dos questionários.

Bibliografias consultadas:

Fundamentos de Química Analítica 8ª Edição / Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler e Stanley R. Crouch. — São Paulo: Cengage Learning, 2008.

Química Orgânica 4ª Edição, Volume 1 / Paula Yurkanis Bruice. — São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

Química Analítica Quantitativa Elementar 3ª Edição / Nivaldo Bacchan, João Carlos de Andrade, Oswaldo E. S. Godinho e José Salvador Barone. — São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2001.

Fotografias retiradas da coleta das amostras.

Fotografias do ponto 1.



Fonte: Autor



Fonte: Autor



Fonte: Autor

Fotografias do ponto 2.



Fonte: Autor



Fonte: Autor

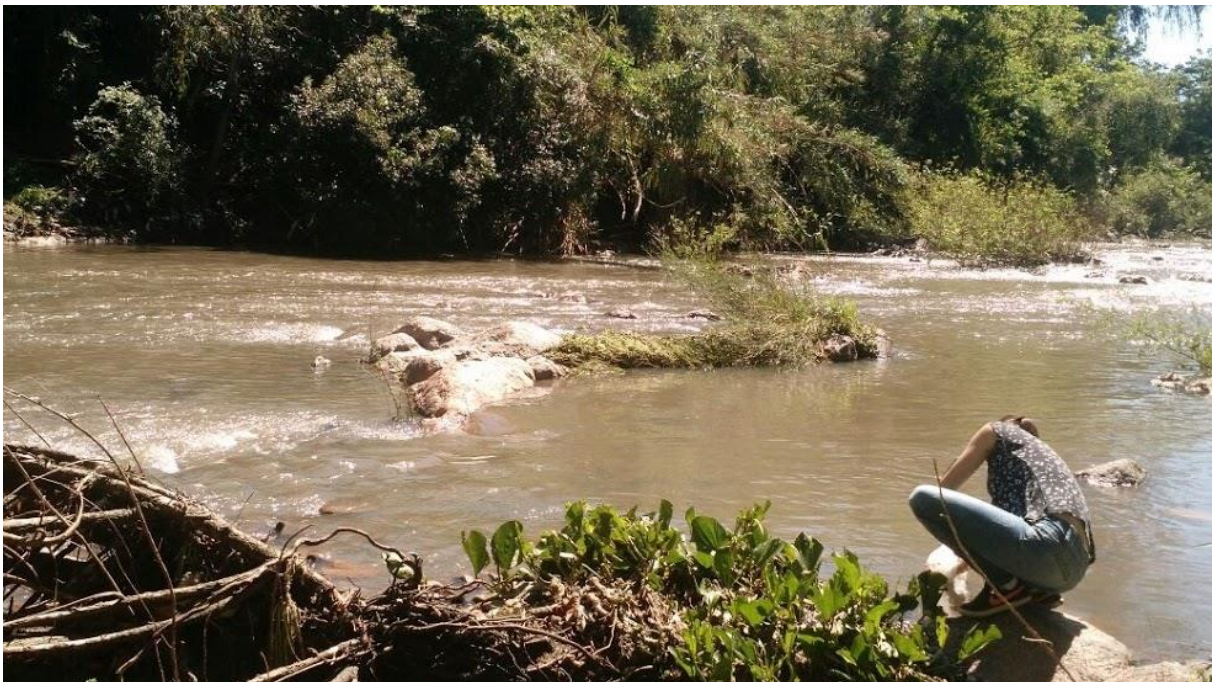


Fonte: Autor

Fotografia ponto 3.



Fonte: Autor



Fonte: Autor



Fonte: Autor



Fonte: Autor