

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM CIÊNCIAS DA
SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE

ANDERSON GOMES

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA:
UMA PROPOSTA PARA A ENGENHARIA AMBIENTAL**

VOLTA REDONDA

2013

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PÓS GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO EM CIÊNCIAS DA
SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE**

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA:
UMA PROPOSTA PARA A ENGENHARIA AMBIENTAL**

Dissertação apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Aluno:

Anderson Gomes

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Rosana Aparecida Ravaglia
Soares

VOLTA REDONDA

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

G633 Gomes, Anderson.

Atividades experimentais no ensino de microbiologia: uma proposta para a engenharia ambiental / Anderson Gomes. – Volta Redonda: UniFOA, 2013.

62 p. : II

Orientador: Rosana Aparecida Ravaglia Soares
Dissertação (mestrado) – UniFOA / Mestrado profissional em Ensino Em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, 2013.

1. Microbiologia. 2. Microbiologia-estratégia de ensino. 3. Engenharia ambiental. 4. Soares, Rosana Aparecida Ravaglia .
I. Centro Universitário de Volta Redonda. II. Título.

CDD - 579

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: Anderson Gomes

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE MICROBIOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA ENGENHARIA AMBIENTAL

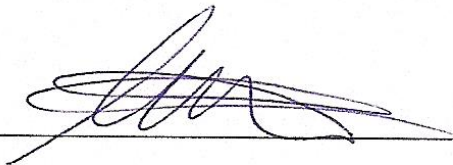
Orientadora:

Profa. Dra. Rosana Aparecida Ravaglia Soares

Banca Examinadora



Profa. Dra. Rosana Aparecida Ravaglia Soares



Prof. Dr. Celso Sanchez Pereira



Profa. Dra. Valéria da Silva Vieira

Dedico este trabalho à Enisete, minha esposa, aos meus queridos filhos Fellipe e Gabrielly, minha família, razão de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Adilson da Costa Filho, pelos ensinamentos, responsabilidade e carinho.

Aos Professores do Curso de Mestrado Profissional do UniFOA, pelos conhecimentos adquiridos durante o curso. À Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental do UniFOA. Aos Alunos do Curso de Engenharia Ambiental, pelo auxílio na elaboração e aplicação dos roteiros experimentais. Aos Técnicos de Laboratório Lara dos Santos Osório e Charles Cleiton Aparecido Moreira, pela grande ajuda no preparo dos experimentos. A todos, meu muito obrigado! Este estudo não seria possível sem a colaboração de companheiros tão solícitos e competentes quanto vocês. Agradeço, a todo o corpo docente e discente do UniFOA, especialmente a minha orientadora acadêmica, Professora Doutora Rosana Aparecida Ravaglia Soares, e a todos que direta ou indiretamente tornaram possível a conclusão deste trabalho.

*“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.”
(Leonardo da Vinci)*

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho foi elaborar protocolos de práticas para a disciplina Microbiologia Aplicados a Engenharia Ambiental, auxiliando sua atuação em diversas áreas, como sistemas de tratamento de efluentes, produção de biocombustíveis, biorremediação de solos e biomonitoramento ambiental, entre outras. Essas áreas de atuação exigem um conhecimento sobre a ação e atuação dos microrganismos no meio ambiente. Entretanto a carência de uma bibliografia específica para a orientação dos alunos para executar tais práticas levam certo desinteresse dos alunos por esta disciplina. Com a observação desta dificuldade, surgiu este projeto, que constitui na elaboração de roteiros de aulas práticas de microbiologia ambiental a ser usado na disciplina de Microbiologia Aplicada, do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Volta Redonda. Este roteiro será constituído de nove atividades os quais foram elaborados de forma a atender as necessidades dos alunos e o programa da disciplina o que causará um grande impacto positivo, pois trará uma substancial melhoria no aprendizado de microbiologia ambiental.

Palavras chave: Microbiologia; microbiologia-estratégia de ensino; engenharia ambiental

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop protocols for discipline practices Microbiology Applied Environmental Engineering, aiding his performance in several areas, such as sewage treatment systems, biofuels, bioremediation of soils and environmental biomonitoring, among others. These areas of work require a knowledge of the action and activity of microorganisms in the environment. However the lack of a specific bibliography to guide the students to perform such practices lead some students' disinterest in this discipline. With the observation of this difficulty, did this project, which is in the roadmaps of environmental microbiology practical classes to be used in the discipline of Applied Microbiology, the School of Engineering of the University Center for Environmental Volta Redonda. This tour will consist of nine activities which are designed to meet the needs of students and the course program which will have a major positive impact, as will bring a substantial improvement in the learning of environmental microbiology.

Key words: Microbiology; microbiology-learning strategies; environmental engineering.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. O ENSINO DE ENGENHARIA AMBIENTAL.....	20
2.2. A IMPORTÂNCIA DA AULA PRÁTICA NO ENSINO DE ENGENHARIA ...	21
2.3. O ENSINO DE ENGENHARIA AMBIENTAL NO BRASIL.....	21
2.4 O ENSINO DE MICROBIOLOGIA NA ENGENHARIA.....	23
2.4.1 Atuação do Engenheiro Ambiental	23
2.5 A IMPORTÂNCIA DA MICROBIOLOGIA PARA O ENGENHEIRO AMBIENTAL	25
2.5.1 O Estudo da Microbiologia Ambiental.....	25
2.5.1.1 A técnica de coloração de Gram	26
2.6 ATIVIDADES ONDE O ENGENHEIRO AMBIENTAL APLICA OS CONHECIMENTOS DE MICROBIOLOGIA.....	29
2.6.1 Sistemas de Tratamento Biológico de Efluentes	30
2.6.2 Biorremediação	31
2.6.3 Biomonitoramento	32
2.6.4 Biocorrosão	33
3 METODOLOGIA	35
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	35
3.1.1 A Escolha do Tema	35
3.1.2 Escolha do Produto	35
3.2 ELABORAÇÃO DO PRODUTO	36
4 O PRODUTO: MICROBIOLOGIA - AULAS PRÁTICAS PARA A ENGENHARIA AMBIENTAL	41

4.1	ELABORAÇÃO DO ROTEIRO.....	42
4.2	APRESENTAÇÃO DO ROTEIRO	42
4.2.1	Normas de Segurança em Laboratório de Microbiologia.....	43
4.2.2	Técnicas Microbiológicas	43
4.2.3	Cuidados na Utilização do Microscópio Óptico	44
4.2.4	Utilização da Coluna de Winogradsky para Avaliação do Efeito de Substâncias Químicas na Microbiota de Ecossistemas Aquáticos	44
4.2.5	Obtenção de Culturas Puras	45
4.2.6	Observação de Microrganismos.....	46
4.2.7	Determinação de Coliformes em Água pela Técnica da Membrana Filtrante.....	46
4.2.8	Avaliação da Atividade Metabólica Bacteriana Através do Ensaio de Respirometria	46
4.2.9	Análise Bioquímica do Metabolismo Bacteriano.....	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A mão dos cinco reinos.	18
Figura 2 - Estrutura celular bacteriana.	27
Figura 3 - Parede celular de bactérias Gram negativas e Gram Positivas.	28
Figura 4 – Corrosão microbiana mediada por Bactérias Redutoras de Sulfato (BRS)	29
Figura 5 – Processo de eutrofização.	30
Figura 6 – Fluxo de processo de sistema de tratamento biológico por Lodos Ativados, mostrando os parâmetros de controle.	31
Figura 7 – Esquema de biodegradação no solo através de bactérias.	32
Figura 8 – Macroinvertebrados bentônicos.	33
Figura 9 - Tubérculos em tubulação de aço-carbono, proveniente de corrosão microbiana.	34
Figura 10 – Capa do produto proposto.	41
Figura 11 - Desenvolvimento microbiano em colunas de Winogradsky após 30 dias de incubação.	45
Figura 12 - Respirômetro montado no laboratório do UniFOA.	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição dos cursos de Engenharia Ambiental regulamentados no Brasil, maio de 2013.....	23
Gráfico 2 – Total de livros de microbiologia existentes no Brasil.....	38
Gráfico 3 – Classificação dos livros de microbiologia editados em português por área de conhecimento.	38
Gráfico 4 – Editoras no Brasil que possuem livros de microbiologia.	39
Gráfico 5 – Taxa de consumo de oxigênio de um de um efluente sanitário obtido em ensaio respirométrico.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Livros de Práticas de Microbiologia encontrados no Brasil	40
---	----

LISTA DE SIGLAS E NOMENCLATURAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CH₄	Metano
CO₂	Dióxido de carbono
CoA	Coenzima A
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
e-MEC	Portal do Ministério da Educação
ENECiências	Encontro Nacional de Ensino de Ciências, Saúde e do Ambiente
H₂O	Água
H₂S	Sulfeto de hidrogênio
M	Ponto de mistura de efluentes
MEC	Ministério da Educação
NH₃	Amônia
pH	Potencial do íon hidrogênio
Q_E	Vazão de saída do efluente
Q_{EX}	Vazão do descarte do lodo
Q_M	Vazão após mistura
Q_o	Vazão de entrada do afluente
Q_R	Vazão de reciclo do lodo
S	Concentração do substrato na forma de DBO
S_e	Concentração do substrato na forma de DBO na saída do efluente
S_M	Concentração do substrato na forma de DBO após mistura

S_o	Concentração do substrato na forma de DBO no afluente
SO₄⁼	Íon sulfato
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFT	Universidade Federal do Tocantins
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UniFOA	Centro Universitário de Volta Redonda
X	Concentração bacteriana
X_e	Concentração bacteriana na saída do efluente
X_M	Concentração bacteriana após mistura
X_o	Concentração bacteriana de entrada do afluente
X_R	Concentração bacteriana no reciclo do lodo

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Resumo do trabalho publicado no II Simpósio em Ensino de Ciências e Meio Ambiente do Rio de Janeiro, 2011	58
Anexo 2 – Certificado de Participação no II Simpósio em Ensino de Ciências e Meio Ambiente do Rio de Janeiro, 2011	59
Anexo 3 – Certificado de Menção Honrosa no II Simpósio em Ensino de Ciências e Meio Ambiente do Rio de Janeiro, 2011	60
Anexo 4 – Resumo do trabalho publicado no II ENECiências, 2010.....	61
Anexo 5 - Certificado de Participação no II ENECiências, 2010	62

1. INTRODUÇÃO

“A microbiologia é a ciência que estuda os microrganismos¹ – um grande e diverso grupo de organismos microscópicos, que podem ser encontrados como células únicas ou em agrupamento celulares” (MADIGAN et al., 2004 p. 2).

Esta ciência pode ser dividida em dois ramos principais:

- Microbiologia Básica, que trata da natureza fundamental e as propriedades dos microrganismos.
- Microbiologia Aplicada, que estuda o controle e o uso dos microrganismos de maneira benéfica para a humanidade. Esta se divide de acordo com as suas especialidades em: industrial, agrícola, alimentar, médica e ambiental.

Este trabalho tem como foco principal a microbiologia ambiental, a ciência que estuda as interações dos microrganismos com os fatores ambientais - microbiologia ambiental é um sub-ramo das ciências ambientais que se dedica ao estudo da composição e fisiologia das comunidades microbianas no ambiente, seja no solo, água, ar ou em sedimentos.

A microbiologia ambiental combina a aplicação dos princípios químicos, biológicos e biotecnológicos, voltada para o maior desafio do ser humano, que é a manutenção da qualidade ambiental.

Os principais temas estudados pela microbiologia ambiental são:

- Síntese de substâncias que auxiliem o cuidado para com o meio ambiente;
- Criação de variedades mais adaptadas para o combate de poluentes;

¹FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Aurélio, o Dicionário da Língua Portuguesa. Curitiba: Ed Positivo, 2008, p. 337.

HOUAISS, Antônio e VILLAR, Mauro de Salles. Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Ed Objetiva, 2009, p 1288.

- Estudo das adaptações de determinados microrganismos e sua aplicação no tratamento de resíduos;
- Estudo dos microrganismos que vão atuar na decomposição de matéria orgânica, e a reciclagem dos elementos químicos da natureza;
- Estudo dos microrganismos que vão atuar na conversão de resíduos orgânicos e industriais em biocombustíveis;
- Uso de microrganismos para decomposição de substâncias tóxicas liberadas no meio ambiente devido a acidentes ou à atividade industrial.

Abordar o tema “Microbiologia Ambiental” pode dar uma ideia clara da importância de conhecer a interação entre os parâmetros ambientais e os microrganismos, e não apenas renega-los a agentes etiológicos (causadores de doenças). Afinal, conforme citado por Margulis (2009) e ilustrado como “a mão dos cinco reinos” (Figura 1), somos uma simbiose vivendo num planeta simbiótico, qualquer alteração no meio ambiente ou em um dos componentes deste, influencia diretamente nos processos físico-químicos ambientais, que influenciará no planeta.

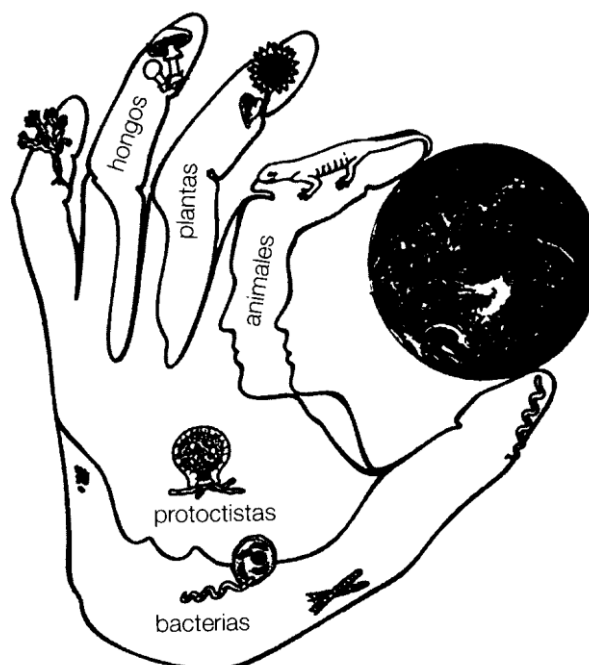


Figura 1 – A mão dos cinco reinos.
Fonte: Margulis (2009)

Apesar da grande importância da microbiologia para o Engenheiro Ambiental, na maioria das vezes não são abordadas pelos professores a adoção de aulas práticas de microbiologia que enfatizem a aplicação dos microrganismos no meio ambiente. Geralmente adotam-se experimentos mais generalizados, e muitas vezes voltados para outras áreas de conhecimento, como por exemplo: a área de saúde.

Uma das possíveis causas podem ser as dificuldades que o professor encontra em desenvolver estratégias ensino-aprendizagem mais específico para a disciplina, que a torne mais palpável, de forma que estudantes possam enxergar os microrganismos como agentes benéficos para o meio ambiente, não como agentes patogênicos para o homem.

Com base neste cenário, surgiu à ideia de elaborar um material didático-prático para auxiliar no aperfeiçoamento do ensino de práticas de microbiologia. Este material, na forma de um roteiro de aulas práticas, será específico para a disciplina de microbiologia em um curso de Engenharia Ambiental, pois terá como temática central: a aplicação da microbiologia nos processos ambientais. Dessa forma, estimulando os estudantes de Engenharia Ambiental ao conhecimento dos microrganismos e de todos os fenômenos e processos a eles vinculados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O ENSINO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

A partir das últimas décadas a questão ambiental tornou-se uma preocupação mundial, devido à consequência da ação humana no planeta, causando agressões ao meio ambiente e comprometendo a vida. Essas alterações no meio ambiente, seja pelo aumento demográfico, seja pela adoção de modelos de desenvolvimento econômico e tecnológico, que privilegiam a sociedade do consumo. O resultado deste modelo de planejamento do desenvolvimento industrial tem acarretado impactos ambientais que, com maior frequência e intensidade, constituem em catástrofes e ameaça à vida no planeta.

Com as agressões ao meio ambiente, tornaram-se imprescindíveis a adoção de medidas minimizadoras e corretivas, independentemente da área de atuação envolvida. No Brasil esta questão é tratada nos cursos superiores dentro da matriz curricular de algumas disciplinas em alguns cursos de graduação, como ciências biológicas, engenharia, geografia, entre outros (REIS et al., 2005), porém quando os problemas ambientais tornaram-se mais acentuados a partir da década de 70 a sociedade tomou conhecimento dos problemas ambientais e os governos definiram estratégias para alterar este cenário. Em 1972, durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Estocolmo/Suécia) criou-se o termo “Educação Ambiental”, pois a mudança seria baseada na educação. A década de 80 contribuiu de forma significativa para despertar a atenção das autoridades governamentais, da indústria e da sociedade em geral, no sentido de buscar mecanismos para a qualidade do meio ambiente. Na década 90 houve uma explosão de cursos de graduação em meio ambiente no Brasil, devido principalmente às legislações federais e estaduais cada vez mais rígidas. Houve então uma crescente pressão da sociedade por empreendimentos mais sustentáveis e a necessidade das grandes empresas de possuírem Sistemas de Gestão Ambiental para conseguirem novos mercados na Europa, Estados Unidos e Japão, surgindo dessa maneira duas novas habilitações, Engenharia Ambiental e Gestão Ambiental, além das outras já estabelecidas.

Isso faz com que o engenheiro ambiental atue em todos os níveis da gestão ambiental e tenha a capacidade de compatibilizar as intervenções às quais o meio ambiente está sujeito com a sua conservação, a partir do conhecimento de métodos e técnicas adquiridos ao longo de sua vida acadêmica.

Entretanto, Lovate et al. (2012) descreve que ainda hoje, nos cursos de engenharia, é frequente a presença de engenheiros que se tornam professores e ensinam o que sabem fazer e professores que transmitem e ensinam a teoria, muitas vezes sem as conexões com a prática. O que pode comprometer o futuro profissional que para tomar as decisões precisa da conexão entre teoria e prática.

2.2. A IMPORTÂNCIA DA AULA PRÁTICA NO ENSINO DE ENGENHARIA

As aulas práticas tem a função de promover o desenvolvimento de conceitos científicos abordados, e também permitir aos estudantes a forma de ter uma visão objetiva dos problemas relacionados à sua atividade profissional.

As aulas práticas também tem a função de despertar a curiosidade e o interesse do aluno pela disciplina, visto que a estrutura do mesmo pode facilitar, entre outros fatores, a observação de fenômenos estudados em aulas teóricas. O uso deste ambiente também é positivo quando as práticas de laboratório esteja relacionada com o aprendizado do conteúdo na forma que o conhecimento empírico seja testado e argumentado, para enfim acontecer a construção de ideias. Nas aulas práticas os alunos têm a oportunidade de interagir com as montagens de instrumentos específicos, que normalmente eles não têm contato em um ambiente com um caráter mais informal do que o ambiente da sala de aula (BORGES, 2002).

2.3. O ENSINO DE ENGENHARIA AMBIENTAL NO BRASIL

As primeiras escolas de ensino superior no Brasil foram fundadas com a chegada da família real portuguesa em 1808 (MARTINS, 2002). Neste ano, foram criadas as escolas de Cirurgia e Anatomia em Salvador, a de Anatomia e Cirurgia, no Rio de Janeiro e a Academia da Guarda Marinha, também no Rio. Dois anos após, foi

fundada a Academia Real Militar (atual Escola Nacional de Engenharia da UFRJ). Seguiram-se o curso de Agricultura em 1814 e a Real Academia de Pintura e Escultura. Até a proclamação da república em 1889, o ensino superior desenvolveu-se muito lentamente.

Reis et al. (2005), cita que no ano de 1975 foi criado o primeiro curso de Ecologia no Brasil na Universidade Estadual Paulista (UNESP), onde começou-se abordar o tema meio ambiente numa forma multidisciplinar, e o primeiro curso de Engenharia Ambiental foi criado pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), campus de Canoas (RS), pela Resolução Consun/ULBRA n. 45, de 31 de outubro de 1991, subsidiada pelo Parecer n. 1.031, de 06 de dezembro de 1989, tendo iniciadas as atividades efetivas em 01 de março de 1994. Entretanto o primeiro curso que entrou em funcionamento foi o da Universidade Federal de Tocantins (UFT), em 09 de março de 1992, o qual foi criado pela Resolução CESu número 118, de 19 de dezembro de 1991.

O curso de Engenharia Ambiental foi criado pelo MEC através da Portaria número 1.693, de 05 de dezembro de 1994, atendendo parecer da Comissão de Especialistas no Ensino de Engenharia da Secretaria da Educação Superior (SESu/MEC) (BRASIL, 1994).

Conforme o Cadastro da Educação Superior (e-MEC), em 27 de março de 2000 foi criado o curso de Engenharia Ambiental no Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA) pela Resolução CEPE número 08, de 27/03/2000, reconhecido pela Portaria SESu número 32, de 22/05/2006, Publicado pelo Despacho 24/05/2006, número do Parecer / Despacho: 1.013/2006 SESu e reconhecido pelo Ministério da Educação e Cultura (SESu/MEC) através do Documento Portaria número 280 de 28/01/2011 e publicado em 01/02/2011.

Em maio 2013 existiam 269 cursos em atividade, regulamentados e presenciais de Engenharia Ambiental no Brasil, distribuídos conforme o Gráfico 1. Existiam também, 4 cursos na modalidade à distância, regulamentados e em atividade, 2 no estado de São Paulo, 1 no estado do Rio de Janeiro e 1 no estado de Minas Gerais (e-MEC, 2013).

2.4.O ENSINO DE MICROBIOLOGIA NA ENGENHARIA

O ensino da Microbiologia nos cursos de graduação tem se caracterizado por um enfoque técnico, meramente informativo. Devem-se buscar novas abordagens que facilitem a aprendizagem e tragam o aluno a uma situação mais ativa, onde este seja agente e não objeto de estudo.

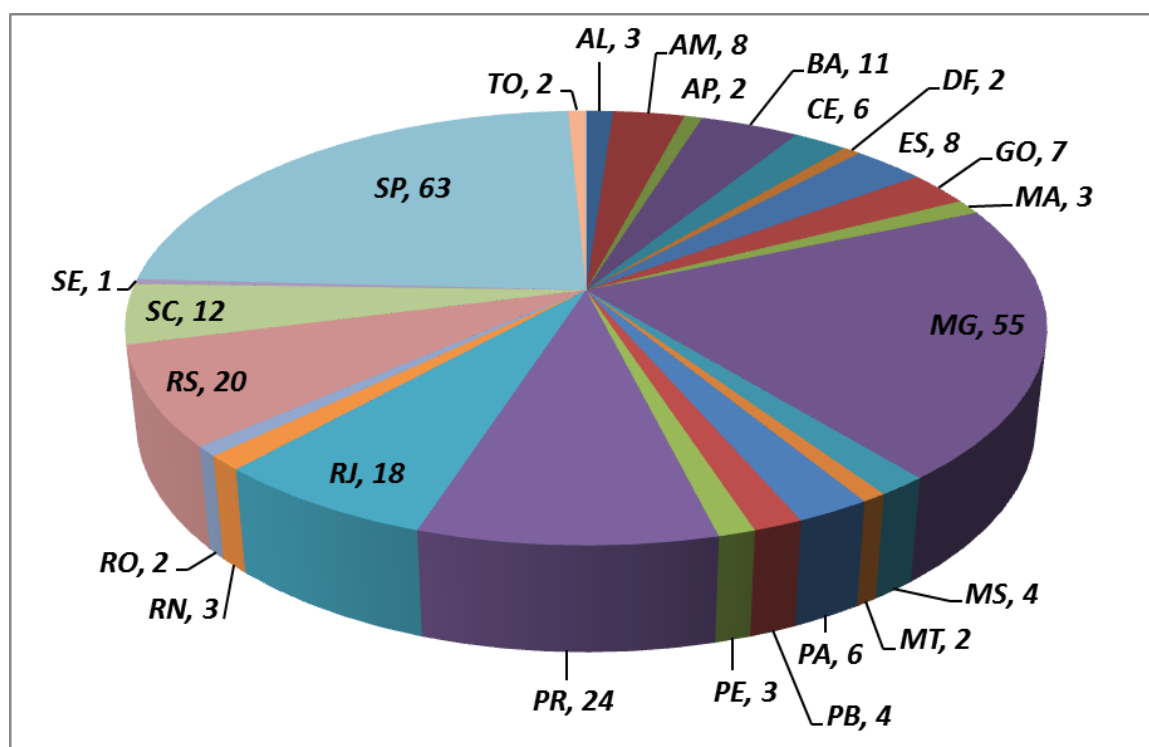


Gráfico 1: Distribuição dos cursos de Engenharia Ambiental regulamentados no Brasil, maio de 2013.
Fonte: Adaptado do Cadastro da Educação Superior (e-MEC, 2013).

2.4.1 Atuação do Engenheiro Ambiental

Engenheiro Ambiental tem por função resolver problemas de prevenção e remediação das ações antrópicas mediante aplicações da tecnologia disponível, atendendo aos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente em obediência ao Artigo Nº 225 da Constituição Federal onde rege que: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia

qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Além disso, deve também atender às preocupações ambientais mais amplas, consideradas em tratados internacionais como exigências relativas ao clima da Terra, entre outros.

Uma das aptidões que devem ser desenvolvidas pelo engenheiro ambiental é a avaliação da duração, magnitude e reversibilidade das alterações causadas pela atividade humana no meio ambiente, independentemente de sua natureza adversa ou benéfica. Para que possa cumprir essas aptidões, é necessário um embasamento teórico adquirido em sua vida acadêmica e que atenda a grade curricular regida pela Portaria nº 1693 de 1994 do Ministério da Educação, onde estabelecem os seguintes artigos:

- § Primeiro: a criação do curso de Engenharia Ambiental;
- § Segundo: que a matéria de Biologia faça parte da formação básica do Engenheiro Ambiental, e,
- § Terceiro: as matérias de formação profissional geral para a área de Engenharia Ambiental serão ainda (Geologia; Climatologia; Hidrologia; Ecologia Geral e Aplicada; Hidráulica; Cartografia; Recursos Naturais; Poluição Ambiental; Impactos Ambientais; Sistemas de Tratamento de Água e de Resíduos; Legislação e Direito Ambiental; Saúde Ambiental; Planejamento Ambiental).

A portaria também descreve em seu anexo às ementas das matérias, onde a referente à Biologia deve abranger os seguintes temas: origem da vida e evolução das espécies; a célula; funções celulares; nutrição e respiração; código genético; reprodução; os organismos e as espécies; fundamentos da microbiologia; organismos patogênicos e decompositores; ecologia microbiana.

2.5 A IMPORTÂNCIA DA MICROBIOLOGIA PARA O ENGENHEIRO AMBIENTAL

Conforme descrito no anexo da Portaria número 1.693, de 05 de dezembro de 1994 do MEC, a disciplina de Microbiologia fará parte da grade curricular do Engenheiro Ambiental, fazendo parte de sua formação básica em biologia (BRASIL, 1994). O conhecimento básico sobre a microbiologia propicia ao estudante relacionar inúmeros aspectos do meio ambiente, como degradação de compostos orgânicos, mobilização de nutrientes no solo, nos sedimentos e na água, processos corrosivos, qualidade da água, entre outros.

2.5.1 O Estudo da Microbiologia Ambiental

A microbiologia ambiental faz parte de um número grande de especialidades que juntas conseguem explicar a interface meio ambiente e saúde. Dessa forma, é possível dizer que a microbiologia ambiental é um agregado de disciplinas e, portanto, tem um caráter interdisciplinar. Ela é a ciência central dentre outras especialidades, como a microbiologia do ar, do solo e da água, bem como o estudo de bioindicadores ambientais, passando ao estudo de bactérias que ocasionam corrosão até o estudo destes microrganismos na biotecnologia, como produção de biodiesel, tratamento de efluentes, etc. Conforme destacado pelo Portal Educação (2013), dentre as especialidades estudadas pela microbiologia ambiental, destacam-se as seguintes áreas:

- a) A microbiologia do solo, pois este é um ambiente que possui uma abundância e diversidade de microrganismos. Onde essa microbiota varia conforme o tipo de solo, umidade, húmus e nos perfis de solo. Dentro dessa perspectiva, a microbiologia ambiental aplicada ao solo estuda o controle biológico, fixação de nitrogênio e ciclagem de nutrientes, onde várias bactérias estão relacionadas aos ciclos de carbono e nitrogênio no solo. A biogeoquímica é responsável pelo estudo da inter-relação entre ciclos químicos no meio ambiente. Outra perspectiva do estudo do solo tem sido voltada para a remediação de solos contaminados com produtos químicos orgânicos através de bactérias.

- b) A microbiologia do ar, onde através de coleta e detecção de microrganismos em aerossóis para avaliar a qualidade do ar.
- c) A microbiologia da água estuda os microrganismos presentes na água e estabelece parâmetros para o seu controle de qualidade. A microbiologia aquática ainda estuda as águas residuárias, utilizadas em processos industriais e tratamento de resíduos orgânicos através de lodo ativado.
- d) Biocorrosão, onde são estudados os microrganismos que degradam materiais inorgânicos e orgânicos, comprometendo edificações e tubulações.
- e) Bioindicadores, onde espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, abundância e condições são indicativos biológicos de uma determinada condição ambiental. Os bioindicadores são importantes para correlacionar com um determinado fator antrópico ou um fator natural com potencial impactante, representando importante ferramenta na avaliação da integridade ecológica (condição de “saúde” de uma área, definida pela comparação da estrutura e função de uma comunidade biológica entre uma área impactada e áreas de referência).

Observei que, na maioria das vezes a abordagem da disciplina microbiologia ambiental se resume apenas na ação dos microrganismos como agente patogênicos, ou as práticas existentes também se resumem em identificação de organismos patogênicos ao homem. O ensino da microbiologia ambiental geralmente ocorre da maneira convencional, com aulas expositivas e práticas de laboratório nas quais são executados protocolos para o desenvolvimento das atividades, que no caso da Microbiologia, são cultivo e identificação de bactérias. Na maioria das vezes, as práticas adotadas são aplicáveis e de interesse apenas para as áreas de saúde, como por exemplo, a técnica de coloração de Gram.

2.5.1.1 A técnica de coloração de Gram

A técnica de coloração de Gram é uma técnica de coloração diferencial que permite distinguir os dois principais grupos de bactérias por microscopia óptica. Desenvolvida pelo físico dinamarquês Hans Christian Gram em 1884 (MADIGAN et al, 2004). Gram obteve com a técnica de coloração desenvolvida, uma melhor

visualização das bactérias em amostras de material infectado. Verificou, no entanto, que nem todas as bactérias coravam com este método o que o levou a sugerir a possibilidade de ser usado um agente de contraste. Gram morreu em 1935 sem ter conseguido que fosse reconhecida a devida importância ao seu método de coloração. Hoje, esta técnica é fundamental para a taxonomia e identificação das bactérias, sendo utilizada como técnica de rotina em laboratórios de análises clínicas.

Com relação às bactérias, que possuem a membrana plasmática recoberta por uma parede celular e, a coloração de Gram identifica se a bactéria em questão possui uma parede tênue ou espessa, conforme ilustra a Figura 2. Classificando assim a bactéria em Gram positiva ou Gram negativa.

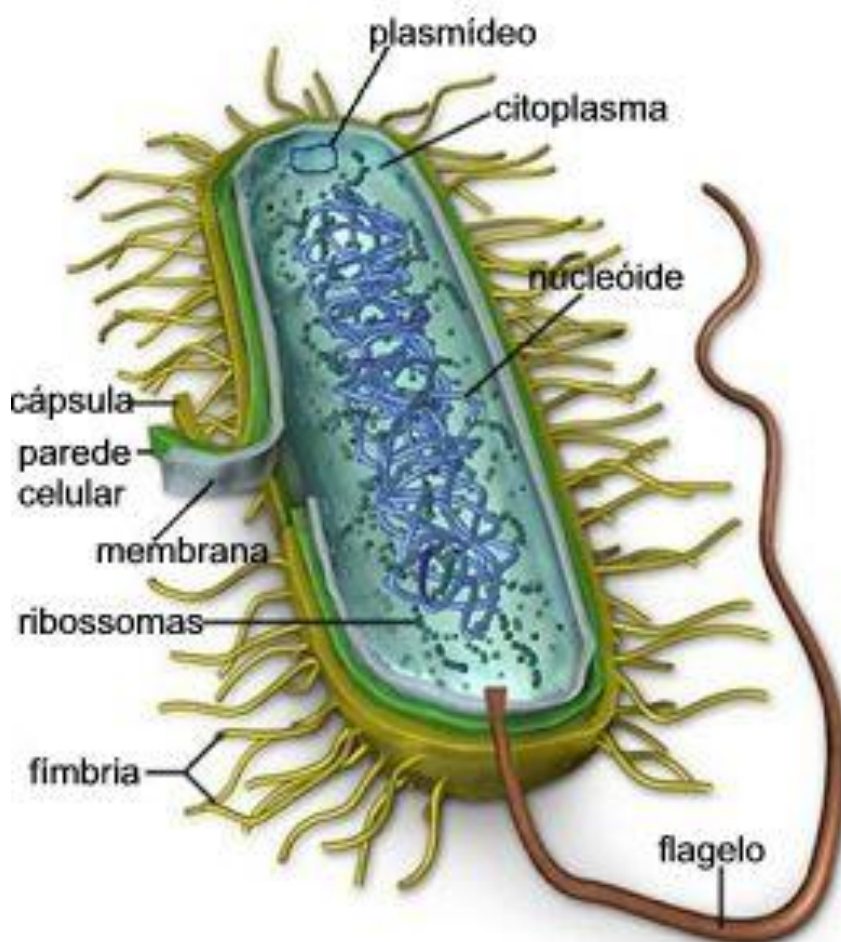


Figura 2 - Estrutura celular bacteriana.
Fonte: Tortora, et al. (2005)

As bactérias classificadas como Gram-positivas são sensíveis à sulfonamidas (também conhecidas como sulfas, que são amidas de ácidos sulfônicos, de fórmula molecular $C_7H_9NO_2S$). Essas bactérias possuem parede formada basicamente de uma só camada (Figura 3), colorando de cor violeta na Coloração de Gram.

As bactérias classificadas como Gram-negativas são sensíveis à penicilina (anel beta lactâmico fundido em um anel sulfúrico de cinco membros contendo tiazolina, fórmula molecular $C_{16}H_{18}N_2O_4S$). Estas bactérias possuem parede formada de duas camadas (Figura 3) e adquirem a coloração rosa no teste de Gram.

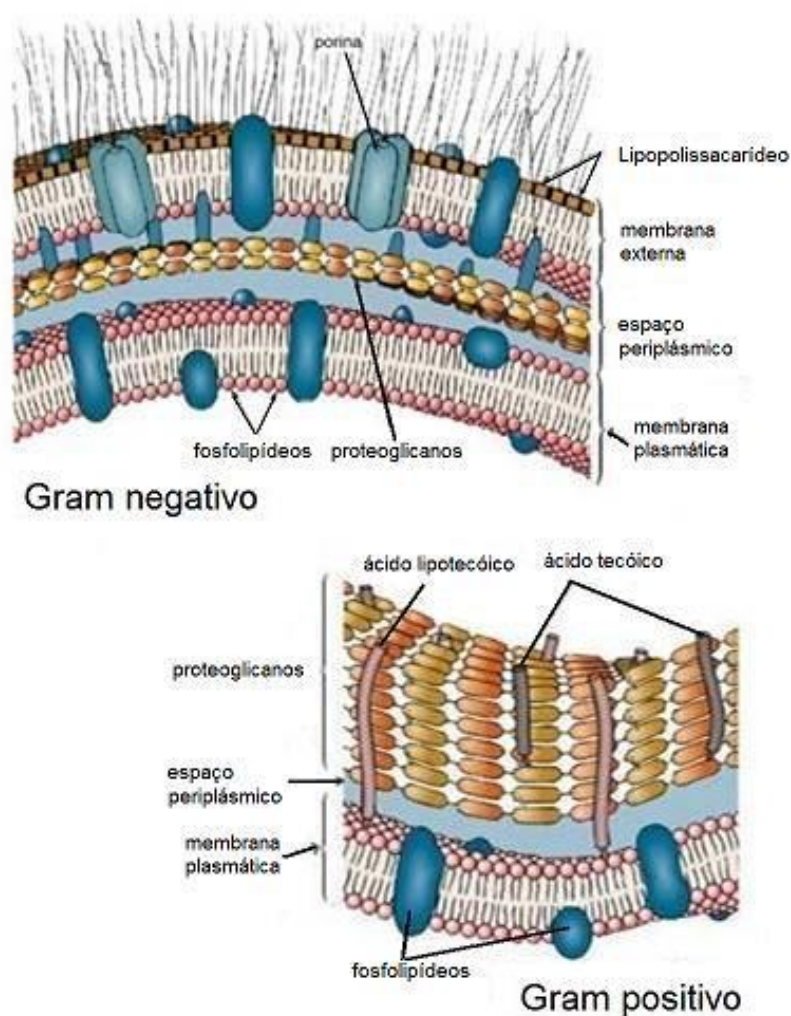


Figura 3 - Parede celular de bactérias Gram negativas e Gram Positivas.
Fonte: Prescott et al., 1996

É importante destacar que no meio ambiente encontramos bactérias Gram positivas e Gram Negativas que desempenhando a mesma função. Por exemplo, as

bactérias redutoras de sulfato: bactérias responsáveis pela redução do sulfato, no qual o este é utilizado com acceptor final de elétrons com a liberação de H_2S (Figura 4). Este grupo bacteriano é responsável pela digestão anaeróbia de compostos orgânicos e também responsáveis pela corrosão microbiana em tubulações metálicas enterradas. Fazem parte deste grupo as bactérias Gram positivas (*Dessulfotomaculum*) e Gram negativas (*Desulfovibrio*).

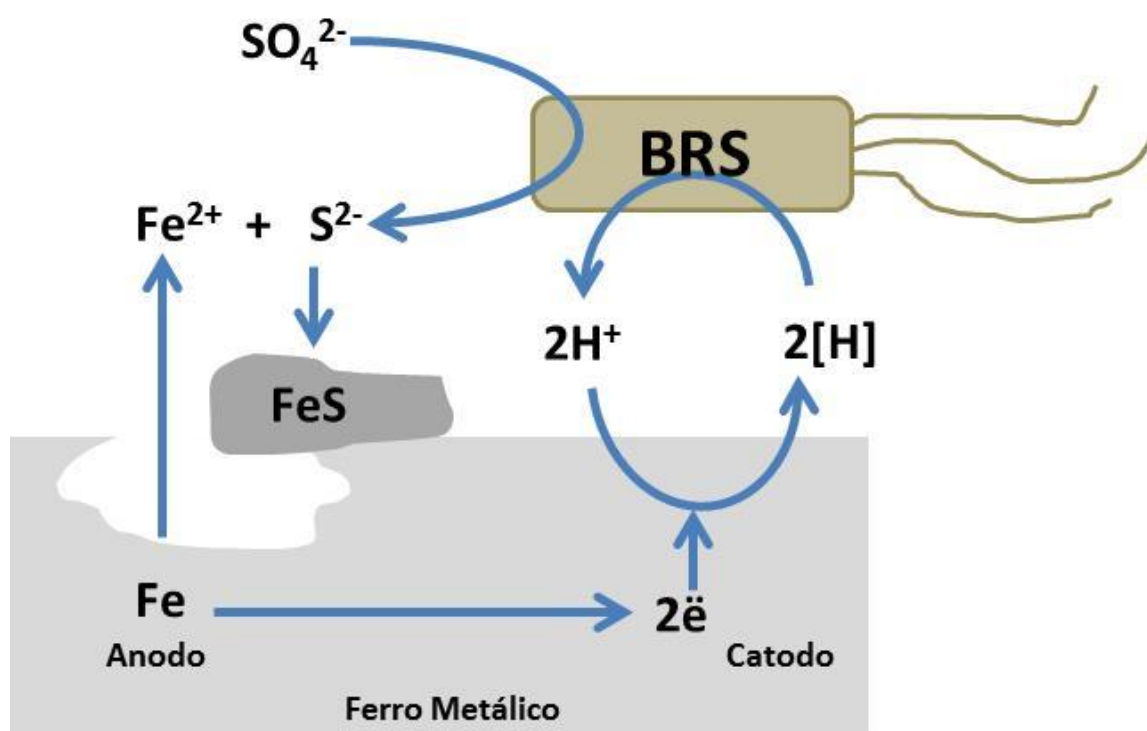


Figura 4 – Corrosão microbiana mediada por Bactérias Redutoras de Sulfato (BRS)
Fonte: Adaptado de Gentil (1996)

2.6 ATIVIDADES ONDE O ENGENHEIRO AMBIENTAL APLICA OS CONHECIMENTOS DE MICROBIOLOGIA

Uma das atribuições conferidas ao Engenheiro Ambiental é criar/propor meios pelo qual as águas residuárias não exercem uma significativa demanda de oxigênio dissolvido sobre águas receptoras. Dessa forma, o desenvolvimento de processos para redução desses nutrientes (nitrogênio e fósforo) em águas residuárias é de vital importância para o meio ambiente. Essa redução necessita ser a níveis onde os organismos fotossintetizantes nas águas receptoras tenham seu crescimento limitado,

evitando o desenvolvimento do fenômeno de eutrofização (ESTEVES, 1998). O processo de eutrofização é ilustrado na Figura 5.

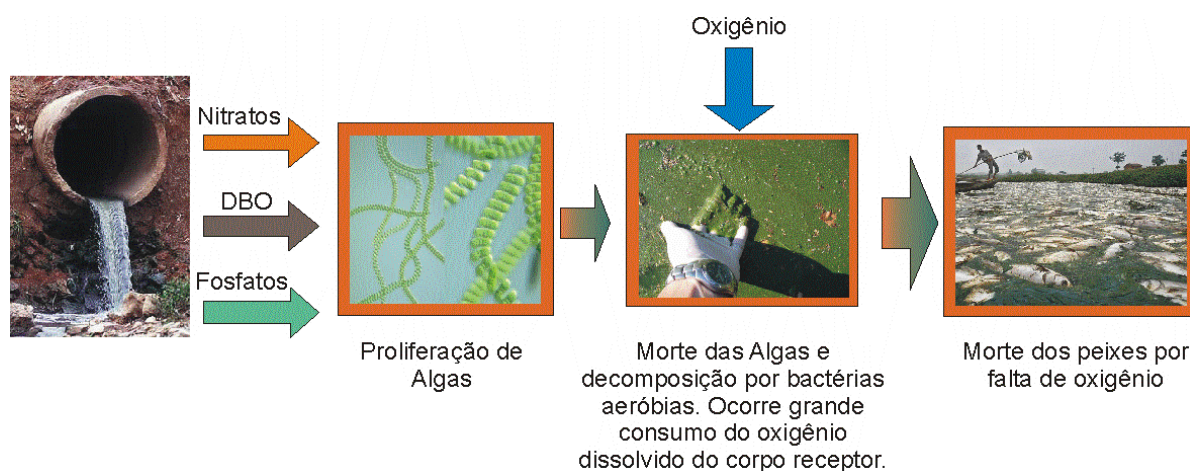


Figura 5 – Processo de eutrofização.
Fonte: Autor.

2.6.1 Sistemas de Tratamento Biológico de Efluentes

Os processos de tratamento biológico de efluentes aquosos são baseados em processos de ocorrência natural (GUIMARÃES e NOUR, 2001). Assim, o objetivo principal para qualquer processo de tratamento biológico é simular os fenômenos que acontecem naturalmente em ambientes controlados, resultando num aumento da velocidade e da eficiência da degradação da matéria orgânica presente, bem como os nutrientes que podem levar o corpo receptor à eutrofização.

Neste sistema, as bactérias presentes no reator, utilizam as substâncias orgânicas presentes no meio (na forma de DBO), para realizarem atividades celulares básicas: produção de energia (bioenergética) e síntese de material celular (biossíntese), com isso libera para o meio CO_2 , H_2O , NH_3 , SO_4^- , CH_4 , H_2S e outros compostos metabólitos.

Para o engenheiro ambiental, é essencial entender os processos biológicos dos organismos envolvidos nestes sistemas, assim obtenha uma população adequada, ativa e apropriada de bactérias presentes (são os microrganismos primordiais nos

processos biológicos) de forma que obtenha um controle operacional do sistema, atuando no controle de vazão, pH, concentração de bactérias, etc. (Figura 6).

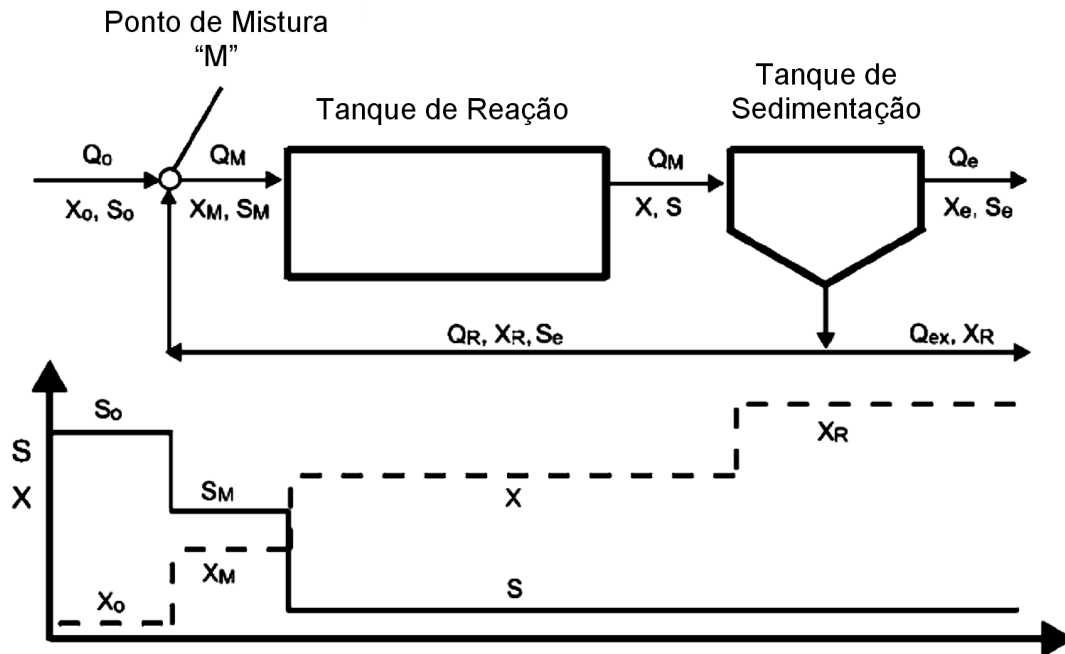


Figura 6 – Fluxo de processo de sistema de tratamento biológico por Lodos Ativos, mostrando os parâmetros de controle.
Fonte: WIESMANN, et al (2007).

2.6.2 Biorremediação

Biorremediação é definido por Gaylarde et al. (2005) como um processo no qual organismos vivos, são utilizados para remover ou reduzir poluentes no ambiente. Essa técnica utiliza de forma controlada, processos microbiológicos que ocorrem normalmente na natureza para descontaminação.

A biodegradação de um composto químico no meio ambiente depende, sobretudo, da presença de uma população de microrganismos capazes de metabolizarem os poluentes e seus produtos de degradação (Figura 7). Portanto o engenheiro ambiental tem que estar apto para conhecer e adequar soluções biotecnológicas para minimizar os efeitos adversos ao ambiente.

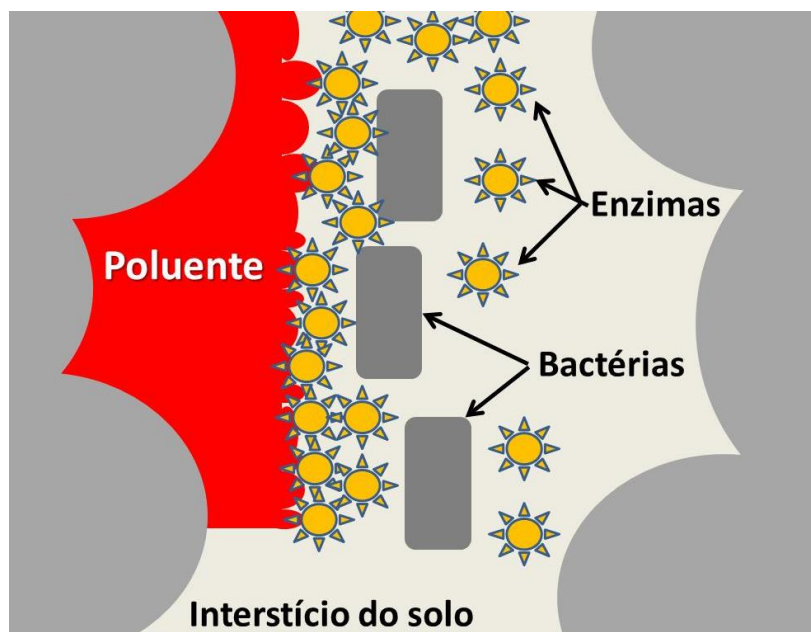


Figura 7 – Esquema de biodegradação no solo através de bactérias.
Fonte: Autor.

2.6.3 Biomonitoramento

O biomonitoramento é uma forma de avaliar a qualidade do meio ambiente. Esta técnica consiste no uso sistemático de respostas biológicas para avaliar alterações ambientais. Num ecossistema, as mudanças ambientais nos parâmetros físicos e químicos, decorrentes de despejos domésticos, agrícolas e industriais, causam alterações na estrutura do conjunto de seres vivos habitantes do local.

Ao se aplicar o biomonitoramento, é preciso haver uma seleção criteriosa das ferramentas nele utilizadas, isto é, escolher bem os chamados bioindicadores (organismos que irão sofrer alterações em função da alteração do ambiente).

No meio hídrico, por exemplo: existem organismos classificados como macroinvertebrados bentônicos, animais que vivem associados ao fundo de rios, lagos, lagoas, reservatórios em pelo menos uma fase de seu ciclo de vida. Este grupo composto por vermes, crustáceos, moluscos e insetos (Figura 8) constituem uma importante fonte alimentar para os peixes e são valiosos indicadores da degradação ambiental. Eles apresentam vantagens sobre a avaliação físico-química, tais como, serem relativamente sedentários e estarem localizados nos sedimentos e, também

por serem capazes de registrar um longo tempo de impactos e testemunhar os efeitos de diversos poluentes. Estes animais têm sido amplamente utilizados como bioindicadores de qualidade de água no monitoramento de reservatórios, trechos de importantes bacias hidrográficas sob diferentes níveis de impacto antrópico e na saúde de ecossistemas.



Figura 8 – Macroinvertebrados bentônicos.

Fonte: Adaptado de <www.dwaf.gov.za/iwqs/rhp/state_of_rivers/state_of_umngeni_01/inanda.html>

2.6.4 Biocorrosão

A biocorrosão ou corrosão microbiológica se torna importante no estudo da microbiologia pelo engenheiro ambiental, devido corrosão que determinadas espécies de microrganismos podem causar em estruturas de concreto e tubulações de água. Tais manifestações podem desenvolver em ambiente aquoso, ou na presença de água livre, ou ainda na presença de solventes orgânicos e combustíveis. Pode-se ressaltar que em ambientes susceptíveis a grande presença de nutrientes ou água livre podem

encontrar maiores possibilidades de atividade microbiológica pode ocorrer em estações de tratamento de esgoto (ETEs), estações de tratamento de água (ETAs), fundo de tanques, tubulações, ou em peças metálicas que estejam em contato com ambientes aquosos, por exemplo, formação de incrustação em tubulações metálicas. (Figura 9).



Figura 9 - Tubérculos em tubulação de aço-carbono, proveniente de corrosão microbiana.
Fonte: Gentil (1996)

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

3.1.1 A Escolha do Tema

A escolha deste tema foi feita a partir de experiências no convívio com os estudantes do curso de Engenharia Ambiental. Percebeu-se que havia dificuldades em associar as práticas existentes na disciplina microbiologia com os processos que aplicados ao meio ambiente.

Dentre as dificuldades observadas, a de maior importância foi à falta de livros (bibliografia específica) de práticas voltada para a orientação dos estudantes no tocante a microbiologia ambiental, o que faz com que as práticas adotadas tenham mais a ver com a área de saúde do que ao meio-ambiente, como por exemplo: coloração de Gram, teste de agentes desinfetantes, morfologia de colônias microbianas.

Essas dificuldades podem ser minimizadas por meio da introdução de atividades experimentais mais específicas para a Engenharia Ambiental, demonstrando as aplicações e as técnicas de utilização de processos biológicos nos sistemas ambientais. Também tem a função de adequar, os conteúdos das unidades curriculares de microbiologia aplicada, às ferramentas temáticas que os alunos vão necessitar no mercado de trabalho como Engenheiro Ambiental.

3.1.2 Escolha do Produto

O produto desenvolvido, denominado: “PRÁTICAS DE MICROBIOLOGIA APLICADA A ENGENHARIA AMBIENTAL”, consiste em propostas de experimentos a serem aplicados nas aulas práticas da disciplina Microbiologia no curso de Engenharia Ambiental.

Barbosa e Barbosa (2010), citam que atualmente, a maioria dos trabalhos em microbiologia é feita com métodos de bioquímica, genética e também patologia, já que

muitos organismos são patogênicos. Ou seja, o foco da microbiologia atual geralmente é a de interação entre parasitas e hospedeiros.

3.2 ELABORAÇÃO DO PRODUTO

Um dos objetivos principais das novas metodologias a serem implantadas nas aulas práticas é, precisamente, promover a interligação entre os tópicos abordados nas aulas teóricas com as aulas práticas, de forma que correlacione à vida acadêmica com a prática real. A aplicação de formas alternativas para o ensino de microbiologia pode ser utilizada como um instrumento a mais para uma aprendizagem significativa, conforme preconiza Prado et. al. (2004).

Foi feita uma seleção das práticas que melhor se ajustaram aos objetivos desse trabalho, aplicando os seguintes critérios:

- Facilidade de execução e possibilidade de execução em dois tempos de aula;
- Disponibilidade dos reagentes e equipamentos nos laboratórios da instituição;
- Aprendizagem e correlação com o conteúdo teórico.

As práticas foram organizadas de forma a facilitar sua leitura e compreensão e os itens que são definidos e comentados a seguir:

- a) Título: será sucinto e que permitirá ao leitor saber do que se refere à prática.
- b) Objetivo: o que a aula pretende mostrar e aonde quer chegar com ela, ou seja, deve descrever de forma rápida o motivo pelo qual foi desenvolvida a atividade.
- c) Material: será relacionado todo o equipamento, material, substâncias e reagentes utilizados para a execução da aula.
- d) Fundamento da prática: é o embasamento teórico envolvido no procedimento prático.
- e) Procedimento: todas as etapas da execução do experimento de uma forma detalhada.

As aulas práticas previstas serão feitas em laboratório, onde se espera que os alunos desenvolvam trabalho experimental. Nesse sentido, é necessário enfatizar a importância e a aplicabilidade dos conteúdos práticos transmitidos, de forma que despertem a curiosidade e a vontade de aprofundar os assuntos e temáticas relacionadas.

Na parte inicial do roteiro conterà uma abordagem sobre as normas de segurança em laboratório e os equipamentos de segurança necessários. Ao final há uma relação de referências bibliográficas para consultas posteriores.

3.2.1 Levantamento Bibliográfico.

Diante da necessidade da elaboração do roteiro para as aulas práticas de microbiologia, surgiu a necessidade de identificar as publicações de microbiologia existentes no Brasil. Cunha (2001) cita que uma vez que se saiba qual temática abordar é preciso definir a fonte de informação empregada, neste caso, foram os livros que abordassem o tema práticas de microbiologia e que as práticas existentes possam ser adotadas na disciplina microbiologia do curso de Engenharia Ambiental.

Foi realizada uma pesquisa nos acervos das principais livrarias existentes no Brasil no tocante ao tema “microbiologia”, onde foram encontradas 318 publicações.

Das 318 publicações de microbiologia, 133 publicações são editadas em língua inglesa, 67 em espanhol e apenas 86 são editados na língua portuguesa, e o restante em outros idiomas, conforme ilustra o Gráfico 2. Para critério desta pesquisa, somente foram utilizados como referência as publicações em português.

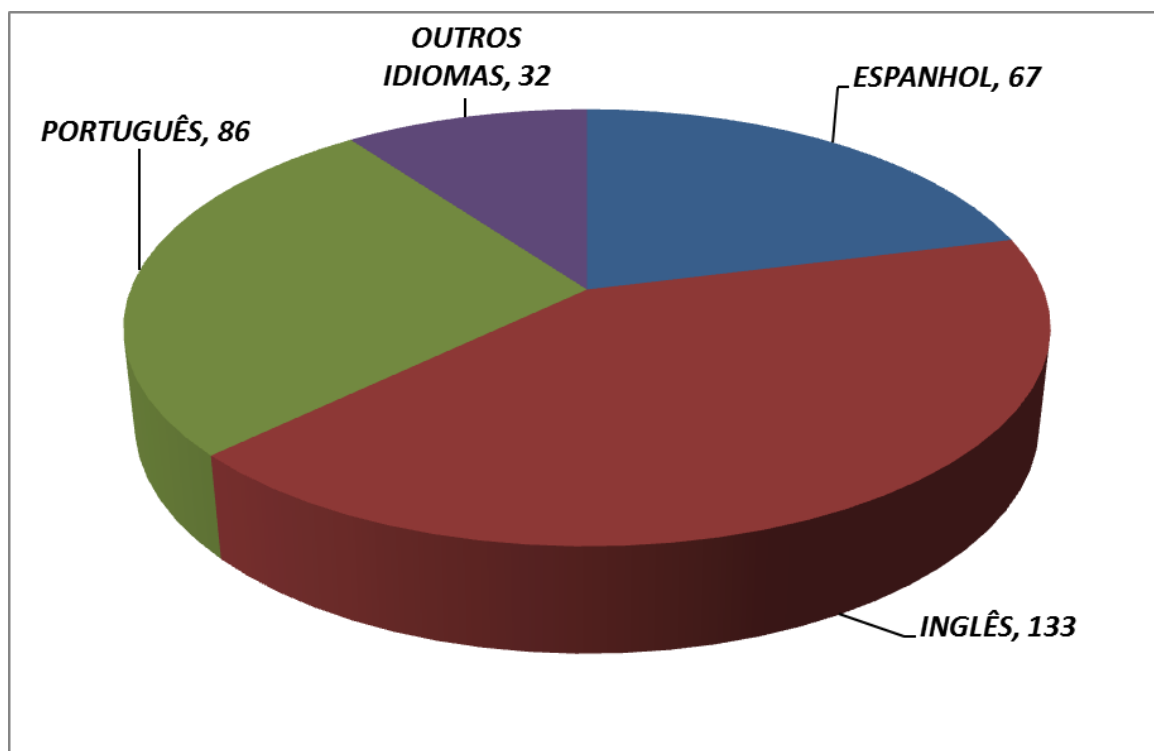


Gráfico 2 – Total de livros de microbiologia existentes no Brasil.
Fonte: Autor.

As publicações em português cujo tema era microbiologia, foram categorizadas por área de conhecimento (Gráfico 3) e editora (Gráfico 4).

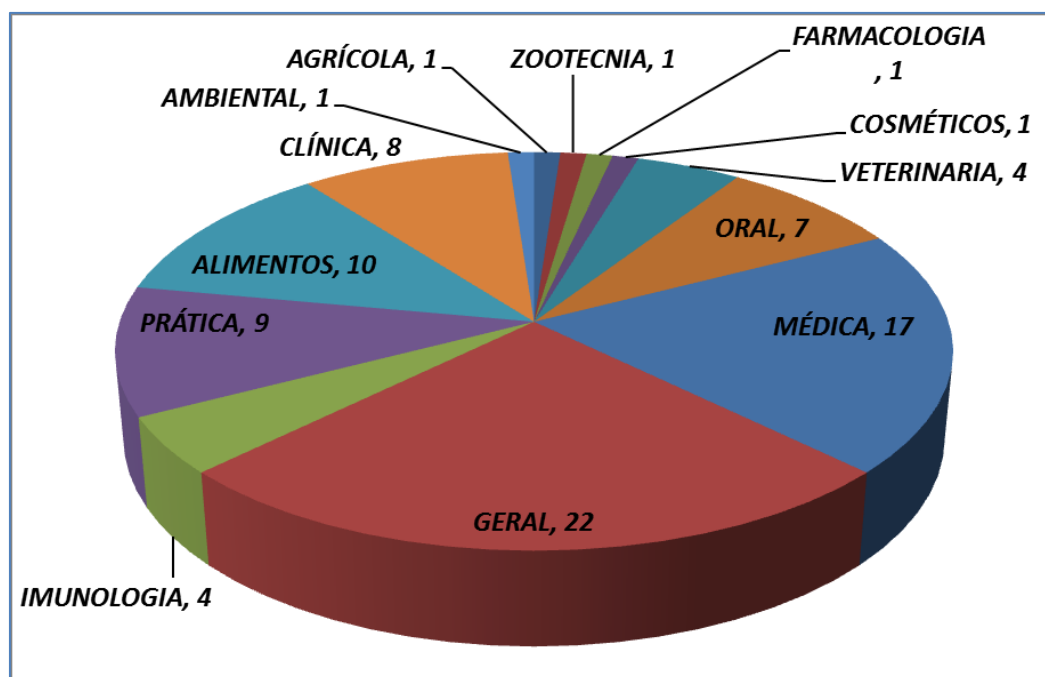


Gráfico 3 – Classificação dos livros de microbiologia editados em português por área de conhecimento.
Fonte: Autor

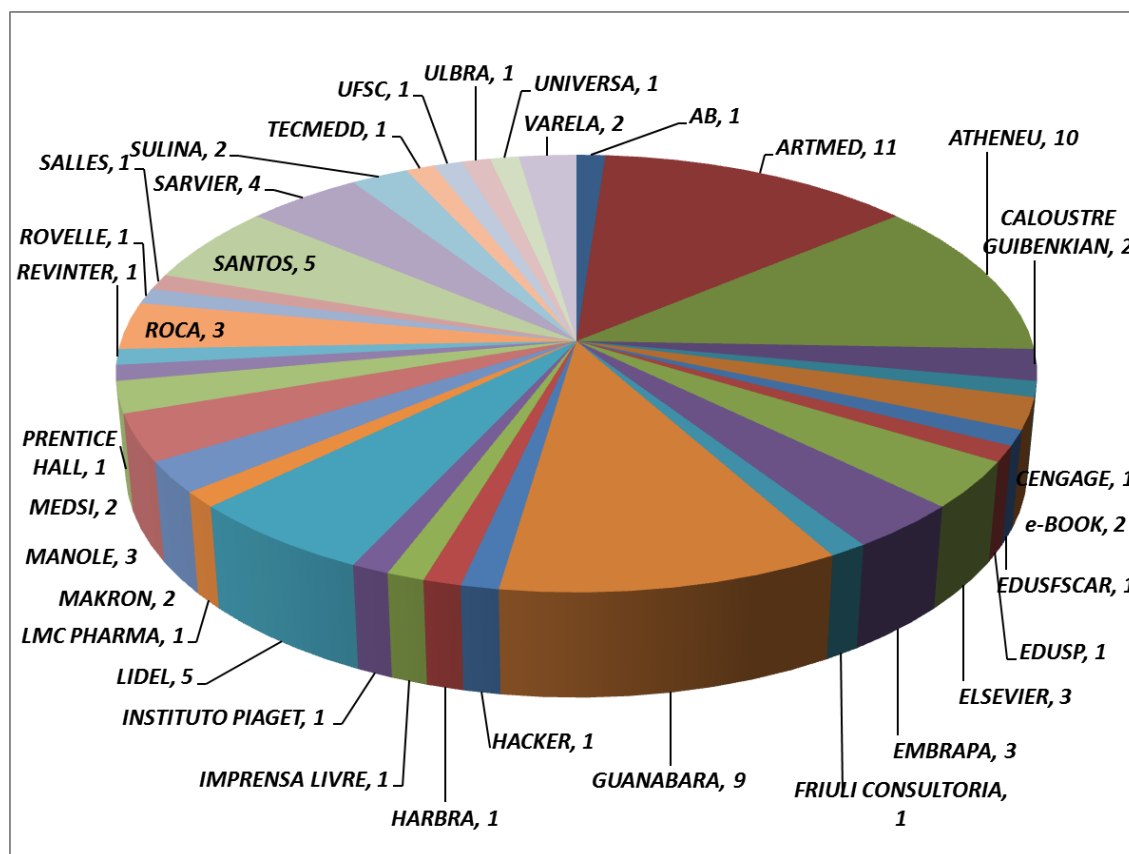


Gráfico 4 – Editoras no Brasil que possuem livros de microbiologia.

Fonte: Autor

Cabe ressaltar que o único livro específico de microbiologia ambiental que é editado no Brasil pela editora Embrapa (MELLO e AZEVEDO, 2008), que hoje se encontra na sua segunda edição, foca em contaminação ambiental, principalmente por xenobióticos, plásticos, petróleo, tintas, corantes e metais pesados, biodeterioração, biofilmes, entre outros, porém não traz experimentos para ilustrar os processos descritos.

Dos nove livros específicos de práticas de microbiologia editados no Brasil, foi realizada uma pesquisa para avaliar a existência de experimentos que abordassem a temática: microbiologia aplicada ao meio ambiente, de tal forma que possam ser aplicadas especificamente ao curso de Engenharia Ambiental. Os livros de práticas encontrados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1– Livros de Práticas de Microbiologia encontrados no Brasil

Autor	Título	Editora	Publicação
Nedder	Microbiologia – Manual de Laboratório	Nobel	1992
Lacaz-Ruiz	Manual Prático de Microbiologia Básica	Edusp	2000
Soares e Ribeiro	Microbiologia Prática Roteiro e Manual: Bactérias e Fungos	Atheneu	2002
Meller et al.	Manual de Práticas Laboratoriais em Microbiologia	Universa Livros	2005
Vermelho et al.	Práticas de Microbiologia	Guanabara Koogan	2006
Silva-Filho e Oliveira	Microbiologia - Manual de Aulas Práticas	Ufsc	2007
Jorge	Microbiologia - Atividades Práticas	Santos	2008
Okura e Rende	Microbiologia - Roteiros de Aulas Práticas	Tecmedd	2008
Ribeiro e Stelato	Microbiologia Prática: Aplicações de Aprendizagem de Microbiologia Básica	Atheneu	2011

Fonte: Autor

Vale ressaltar que os dados apresentados estão atualizados até o dia 01 de maio de 2013, ou seja, mudanças posteriores podem ter ocorrido, devido a criações de novas publicações sobre o assunto em questão. Portanto, as informações devem ser utilizadas considerando o período do levantamento de dados.

Dos livros de práticas de microbiologia encontrados, nenhum deles abordava a temática “aplicação dos microrganismos no meio ambiente”. Dos experimentos encontrados relacionados ao meio ambiente, resumia-se apenas em verificar a presença de bactérias e fungos no ambiente laboratório.

Outro ponto a destacar, foi uma pesquisa realizada no banco de teses e dissertações da CAPES, onde o tema focado foi: ensino de práticas de microbiologia para o curso de engenharia ambiental, onde foi observado que não há pesquisas no tocante a este assunto, sendo que os temas mais próximos foram práticas para a engenharia biológica.

4 O PRODUTO: MICROBIOLOGIA - AULAS PRÁTICAS PARA A ENGENHARIA AMBIENTAL

Serão constituídos por 9 roteiros a serem utilizados nas aulas práticas de microbiologia aplicada a Engenharia Ambiental, contendo 34 páginas, cuja capa é mostrada na Figura 10.



Figura 10 – Capa do produto proposto

Os roteiros foram organizados em formato de protocolos, onde o início deste conterá as principais normas de segurança e informações gerais sobre os principais equipamentos/vidrarias utilizadas nas práticas. Ao final há uma relação de referências bibliográficas que podem ser consultadas em caso de dúvida na execução das atividades.

4.1 ELABORAÇÃO DO ROTEIRO

Na elaboração do roteiro foram consultadas referências na área de Engenharia Ambiental no tocante a sistemas de tratamento de águas e efluentes, monitoramento ambiental, impactos ambientais, na forma de nortear os experimentos propostos. Dessa forma, utilizando as temáticas descritas nestas referências de forma a priorizar os assuntos que melhor identificaram a necessidade dos alunos à prática do cotidiano.

Nessa etapa, foi necessário selecionar quais informações que realmente serão importantes para constar no roteiro, pois segundo Echer (2005), as informações precisam ser atrativas, objetivas, e não muito extensa, mas deve dar uma orientação significativa sobre o tema a que se propõe. Também precisa ser de fácil compreensão e atender as necessidades específicas do leitor, contendo informações atualizadas, consistentes, clara e objetiva, de forma que facilite o processo ensino-aprendizagem.

4.2 APRESENTAÇÃO DO ROTEIRO

O presente roteiro resulta da experiência no ensino de práticas de Microbiologia Aplicada para o curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Volta Redonda, e partindo do desenvolvimento das aulas e dos questionamentos dos alunos, principalmente porque muitos não estão familiarizados com o manuseio de microrganismos e também da carência de bibliografias que abordem a prática de microbiologia voltada para o meio ambiente motivou a realização destes protocolos de práticas. Neste, os experimentos foram selecionados de forma que possam ser facilmente feitos em laboratórios sem muitos recursos e cada experimento, poderá ser

efetuado por um grupo de dois ou mais alunos e em no máximo dois tempos de aula. Teremos práticas que serão feitas em duas ou mais semanas consecutivas.

Cabe ressaltar que as práticas descritas tiveram como base adaptações de textos disponíveis em artigos científicos no ramo de engenharia, com a aplicação de microrganismos. Foram organizadas de forma tal que atendam às necessidades dos alunos de Engenharia Ambiental num processo ensino-aprendizagem, sem a pretensão de que este material se torne uma referência para microbiologistas.

Creio que esta publicação possa preencher um vazio em nossa literatura, devido à carência de livros de microbiologia prática, voltada para a área da Engenharia Ambiental.

O roteiro irá apresentar inicialmente um capítulo que aborda os aspectos de segurança em laboratório de microbiologia. No segundo capítulo, será abordado o manuseio e utilização de microscópio óptico.

4.2.1 Normas de Segurança em Laboratório de Microbiologia

As aulas práticas têm como objetivo complementar o conhecimento obtido em sala de aula, utilizando as metodologias utilizadas no laboratório de Microbiologia. Nessas aulas serão utilizados vários grupos de microrganismos, bactérias e fungos, alguns dos quais poderão ter um potencial patogênico, para evitar que haja contaminações, seja para o experimento, seja para o executante da tarefa, deve ser seguido um conjunto de regras de modo a evitar qualquer tipo de contaminações.

4.2.2 Técnicas Microbiológicas

Para a execução das práticas, serão necessários à utilização de equipamentos e vidrarias, então se faz necessário tanto o reconhecimento destes equipamentos, quanto seu uso específico.

4.2.3 Cuidados na Utilização do Microscópio Óptico

Neste capítulo será abordado como conhecer as partes e funcionamento de um microscópio óptico, bem como os cuidados, manuseio e uso de um microscópio no laboratório.

4.2.4 Utilização da Coluna de Winogradsky para Avaliação do Efeito de Substâncias Químicas na Microbiota de Ecossistemas Aquáticos

Este experimento irá demonstrar o determinar o efeito de diversas substâncias químicas no desenvolvimento microbiano em colunas de Winogradsky, onde são construídas diversas colunas e cada uma delas recebe os mais diversos contaminantes, como: metais pesados, compostos orgânicos, efluentes industriais, etc., e comparado com uma coluna sem a presença destas substâncias.

Para elaboração desta aula prática, serão necessários de um a dois tempos de aula para a montagem das colunas, porém o experimento deverá transcorrer por um período de um mês, tempo necessário para que os microrganismos presentes se desenvolvam, onde os alunos terão que acompanhar o desenvolvimento dos microrganismos ao longo do mês, onde o aluno no final do experimento demonstrará a inibição ou desenvolvimento de colônias em comparação a uma coluna sem o contaminante, conforme mostrado na Figura 11.

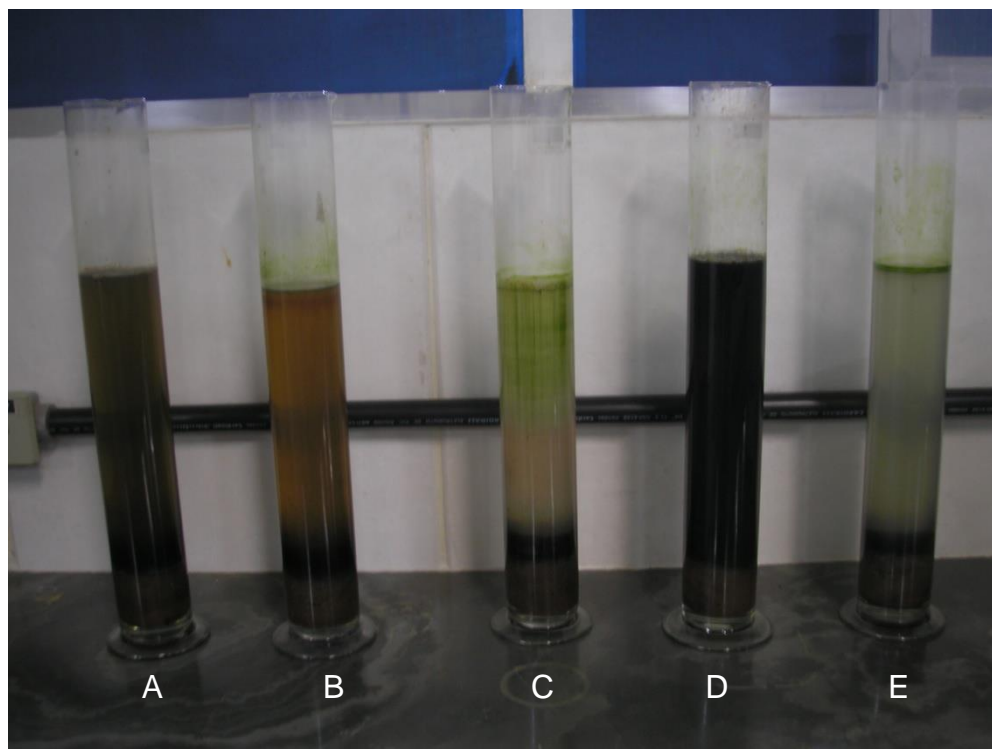


Figura 11 - Desenvolvimento microbiano em colunas de Winogradsky após 30 dias de incubação. Observa-se a diferença do desenvolvimento microbiano nas colunas contaminadas com: mercúrio (A), cádmio (B), chumbo (D) e cromo (E), frente a uma coluna sem contaminação com metais (C).
Fonte: Autor

Esta aula prática trará como resultado a visão do efeito de substâncias químicas na base da cadeia alimentar, demonstrando que as alterações nessas comunidades irão afetar todo o ecossistema, dessa forma, demonstrando o efeito da descarga de poluentes sem tratamento nos corpos hídricos. Também em função do tempo de acompanhamento do experimento, é possível também abordar na teoria as curvas do crescimento microbiano e metabolismo microbiano. É importante salientar que esta prática foi apresentada no II Simpósio de Ensino de Ciências e Meio Ambiente do Rio de Janeiro (2011). Anexos 1 e 2, obtendo menção honrosa. Anexo 3.

4.2.5 Obtenção de Culturas Puras

Esta prática fará com que os estudantes familiarizem-se com os equipamentos e vidrarias básicas de laboratório e como obter isolar culturas puras de

microrganismos, como por exemplo os microrganismos obtidos na coluna de Winogradsky ou no meio ambiente.

4.2.6 Observação de Microrganismos

Esta prática fará com que os estudantes observem as características gerais dos microrganismos como: formas, arranjos e motilidade isolados em placas de petri utilizando do microscópio óptico, também a importância das técnicas de coloração para a observação dos microrganismos.

4.2.7 Determinação de Coliformes em Água pela Técnica da Membrana Filtrante

Verificar a potabilidade da água significa analisá-la para saber se o consumo é seguro, ou seja, se a ingestão da água pode ou não trazer riscos à saúde do consumidor. Toda água destinada ao consumo humano deve obedecer aos padrões de qualidade estabelecidos na Portaria 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde. A análise bacteriológica identifica possíveis contaminações da água pelo material fecal presente nos esgotos, e através da análise de indicadores como as bactérias coliformes, é possível saber se a água está contaminada ou não. Assim, essa técnica permite ao estudante avaliar a qualidade da água através da presença de bactérias do tipo coliformes.

4.2.8 Avaliação da Atividade Metabólica Bacteriana Através do Ensaio de Respirometria

Em um ensaio respirométrico a remoção do substrato e crescimento da biomassa estão relacionados com o consumo do oxigênio dissolvido no meio. Assim, se torna possível determinar a atividade metabólica de uma cultura microbiana mista, relacionando a quantidade de oxigênio consumida pela biomassa microbiana, ou seja, respirando aerobicamente e metabolizando o substrato presente. Partindo destes conceitos, esta técnica é adequada para demonstrar e quantificar atividade de uma biomassa microbiana frente a determinados poluentes, avaliando graficamente a sua

biodegradabilidade com relação a quantidade de oxigênio necessário a sua biodegradação (Gráfico 5). O gráfico é obtido por meio de sistemas denominados respiômetros (Figura 12), no qual através de sistema de agitação constante e monitoramento de oxigênio dissolvido (OD), pH e temperatura, a taxa de respiração é determinada pelo declínio da concentração de OD em função do tempo de ensaio. Esta prática foi apresentada no II ENECiencias (2010). Anexos 4 e 5.

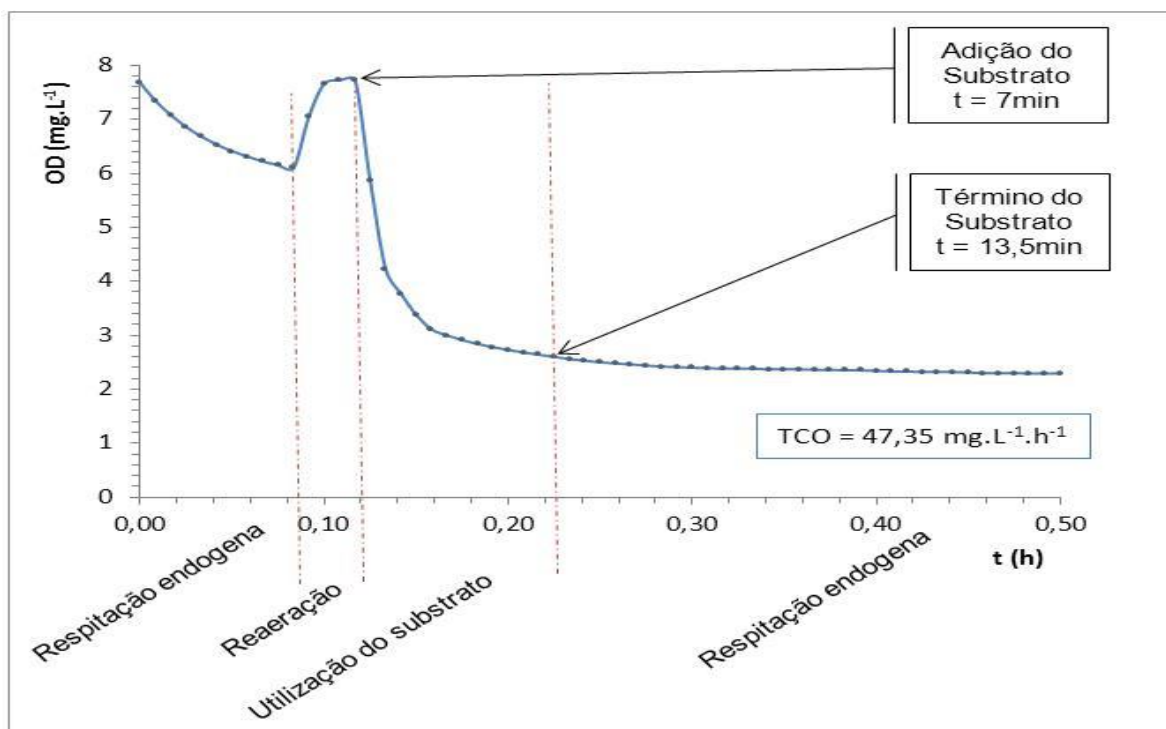


Gráfico 5 – Taxa de consumo de oxigênio de um de um efluente sanitário obtido em ensaio respiométrico. Fonte: Autor



Figura 12 - Respirômetro montado no laboratório do UniFOA. Fonte: Autor

4.2.9 Análise Bioquímica do Metabolismo Bacteriano

Esta prática tem como objetivo a investigação das atividades metabólicas “in-vitro” para auxiliar em sua identificação. Esta metodologia utiliza substratos específicos para identificar a presença de determinadas enzimas bacterianas.

As provas adotadas verificam se a bactéria fermenta carboidratos, se utiliza como fonte de carbono o citrato, se metaboliza proteínas e aminoácidos com liberação de indol e H_2S e se possui a enzima catalase.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A principal característica do ensino de práticas de Microbiologia Ambiental refere-se à necessidade de atividades que permitam a percepção de um ambiente pouco explorado, os microrganismos fazendo o bem para a natureza.

Existem em livros e na internet, diversos roteiros experimentais relacionadas à microbiologia, porém não há a abordagem sobre a ação dos microrganismos no meio ambiente e menos ainda preenchem os requisitos levados em consideração neste trabalho. A maioria dos protocolos trabalha com a microbiologia com foco nos microrganismos como agentes patogênicos.

Todas as práticas propostas são de fácil aplicação devido à utilização de materiais corriqueiros em um laboratório e a possibilidade de executar as práticas em até duas horas aula.

O presente trabalho tende a auxiliar a compreensão dos conceitos básicos de microbiologia ambiental, através da aplicação dos microrganismos nos processos de degradação ambiental. Desmistificando que microrganismos “são só agentes patogênicos”, apresentando o mundo microbiano e suas ações no contexto das relações que os microrganismos estabelecem entre si e com o meio ambiente.

A grande vantagem das práticas adotadas é que os resultados muitas vezes não são previsíveis, pois muitas vezes os alunos se desestimulam nas aulas práticas por saberem o resultado que obterá no ensaio. Neste caso, como o resultado da prática depende de várias condições, assim sendo possível explorar todo o conhecimento obtido, explorando toda a criatividade de pesquisa dos alunos.

A forma na qual é abordada a disciplina de microbiologia ambiental faz com que muitas vezes ao aluno de Engenharia Ambiental se desinteresse pela disciplina, estudando apenas para “ter nota para passar”, o que leva a deficiência de formação básica, principalmente para as disciplinas que dependem da formação básica em microbiologia, por exemplo: Poluição Ambiental; Impactos Ambientais; Sistemas de Tratamento de Água e de Resíduos. Jardim-Freire e Gambale (1997) descreveram

que a falta de formação adequada em microbiologia é refletida na conduta de muitos profissionais atuantes, pois acabam achando que microrganismos só provocam efeitos deletérios. Uma abordagem mais específica na microbiologia ambiental, principalmente com inserção de aulas práticas específicas para a Engenharia Ambiental minimizaria estes conceitos.

Krasilchik (2004) comenta que as aulas práticas são pouco exploradas, seja pela falta de tempo hábil para o preparo do material quanto pela falta de segurança em conduzir os alunos nos experimentos, seja pela falta de experiência do professor. Todos esses fatores conduzem a desmotivação da disciplina por parte dos alunos.

Outro problema existente em relação à implementação de aulas práticas de microbiologia para um curso de Engenharia Ambiental é a ausência de definição clara dos objetivos que se espera atingir com as mesmas. Em pesquisa realizada por Galiazzi et al. (2001), apesar do próprio autor fazer algumas críticas, os resultados apontam para o fato que as aulas práticas têm, além de diversos objetivos, o aumento da motivação dos estudantes.

Barbosa e Barbosa (2010), citam que, as atividades práticas de microbiologia são fundamentais para a compreensão, interpretação e assimilação dos conteúdos aplicados, além de permitirem desenvolver no aluno a capacidade de observar, interpretar e inferir, formular hipóteses, fazer previsões e julgamentos críticos a partir da análise de dados. Pois uma das principais características do estudo da microbiologia é a percepção de um ambiente repleto de organismos muito pequenos, nos quais as atividades práticas são fundamentais para a sua compreensão e interpretação.

As atividades práticas despertam o interesse pela descoberta, da qual o aluno se torna agente, sentindo-se motivado e capaz de explicar os fenômenos com base em sua experiência profissional.

Nessa perspectiva, é imprescindível que o docente priorize em seu trabalho a busca por diferentes estratégias metodológicas para tornar as aulas mais interessantes e, conseqüente, proporcionar aos alunos uma formação significativa,

consistente e, sobretudo, coerente com os objetivos propostos para a Engenharia Ambiental.

A produção de um material didático-pedagógico para o ensino de Microbiologia no curso de Engenharia Ambiental pode apresentar um caráter diferenciado, capaz de estimular o potencial científico-criativo do aluno. Esse material deve ser elaborado de forma a facilitar o aprendizado sem o perigo de alcançar uma conotação tecnicista onde o aluno participa meramente como um sujeito passivo do processo de aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise das publicações de microbiologia editadas no Brasil, foram encontrados nove livros que abordam o tema prática de microbiologia de uma forma generalizada. Porém, nenhum destes livros possui protocolos de práticas específicas que possam ser adotadas para a temática microbiologia aplicada ao meio ambiente. Assim, a aplicação de formas alternativas para o ensino prático de microbiologia pode ser utilizada como um instrumento a mais para a aprendizagem dos conceitos aplicados ao meio ambiente, e principalmente, desmistificando dos efeitos deletérios do mundo microbiano na sociedade atual, principalmente quando associado a problemas de saneamento básico, higiene e alimentação.

O presente trabalho apresenta questões para a implementação de formas alternativas para se conhecer o mundo microbiano, utilizando materiais de fácil aquisição e manipulação, o que facilitará a assimilação, esclarecerá dúvidas e despertará a curiosidade e criatividade dos alunos quanto à microbiologia ambiental.

Foi possível elaborar um material didático para ser utilizado nas aulas práticas da disciplina microbiologia aplicada a Engenharia Ambiental, onde as práticas propostas ajudarão aos alunos a familiarizarem-se com os microrganismos de importância nos processos ambientais, desvinculando das técnicas clássicas de ensino de práticas de microbiologia, na qual trata os microrganismos apenas como agentes patogênicos.

A elaboração destas roteiros servirão de apoio aos professores da disciplina para a organização de aulas práticas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, F.H.F.; BARBOSA, L.P.J.L. **Alternativas metodológicas em Microbiologia - viabilizando atividades práticas**. REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA. [online]. 2010, vol.10, número 2, pp. 134-143. ISSN 1519-5228.

BORGES, A.T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.19, n. 3, p.291-313, dez. 2002.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº. 357**. Brasília 17 de mar. de 2005. Disponível em: <www.mma.conama.gov.br/conama>. Acesso em 24 abr. 2011

_____. CONSTITUIÇÃO (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Organização de Alexandre de Moraes. 16.ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2000.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Cadastro da Educação Superior - SISTEMA e-MEC**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 21 mai. 2013.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Portaria nº. 1.693**. Brasília, 05 de dez. de 1994. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/deamb/arquivos/PORtMEC1693_94.pdf>. Acesso em 21 jul. 2011.

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº. 2914**. Brasília, 12 de dez. de 2011. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em 15 ago. 2013.

CUNHA, M. B. **Para saber mais: fontes de informação em ciência e tecnologia**. Brasília: Ed. Briquet de Lemos, 2001. 168p.

ECHER, I.C. **Elaboração de Manuais de Orientação para o Cuidado em**

Saúde. Rev Latino-am Enfermagem 2005 setembro-outubro; 13(5):754-7. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rlae/v13n5/v13n5a22.pdf>>. Acesso: 13 de nov. 2012.

ESTEVES, F.A.. **Fundamentos de limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1998. ISBN 85-7193-008-2

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Aurélio, o Dicionário da Língua Portuguesa.** Curitiba: Ed. Positivo, 2008. ISBN: 978-85-385-418-81.

GALIAZZI, M.C.; ROCHA, J.M.B.; SCHMITZ, L.C.; Moacir Langoni de SOUZA, M.L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F.P. **Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências.** Ciência & Educação. [online] 2001. v.7, n.2, p.249-263, ISSN 1980-850X

GAYLARDE, C.C.; BELLINASSO, M. L.; MANFIO, G.P. **Biorremediação.** Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 2005. n.34, jan/jun. p.36-43. ISSN: 1414-6347.

GENTIL, V. **Corrosão.** 3. ed. Rio de Janeiro: Ed. LTC, 1996. ISBN: 85216-10556.

GOMES, A.; COSTA-FILHO, A. **Ensaio Respirométrico: Uma Aula Prática para a Avaliação do Metabolismo Bacteriano no Ensino da Microbiologia Ambiental.** In: II Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente – Centro Universitário Plínio Leite (UNIPLI), 2010. Niterói, RJ. Anais. p. 232-242. ISSN: 2179-3417

GOMES, A.; OSORIO, L. S. **Utilização da Coluna de Winogradsky para a Demonstração do Efeito dos Metais Pesados na Microbiota Oxidante de Enxofre em Ambientes Aquáticos: Uma Abordagem Experimental.** Cadernos UniFOA, Volta Redonda - agosto 2011. pp. 21-28. ISSN: 1982-1816

GUIMARÃES, J.R.; NOUR, E.A.A. **Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza.** Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola - Divisão de

Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química Instituto de Química da USP – maio 2001 Química Ambiental pp 19 – 30 – ISSN: 0104-8899

HOUAISS, Antônio e VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Ed Objetiva, 2009.

JARDIM FREIRE, J.R.; GAMBALE, W. **A situação do ensino da microbiologia no Brasil**. Caderno de Farmácia. 1997, vol. 13, n. 1, pp. 07-12. ISSN: 0102-6593

JORGE, O.C. **Microbiologia - atividades práticas** - 2ª edição. São Paulo: Ed. SANTOS, 2008. 300p. ISBN: 8572886958

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Ed. EdUSP, 2004. 200p. ISBN: 85-314-0777-X.

LACAZ-RUIZ, R. **Manual prático de microbiologia básica**. São Paulo: Ed. EdUSP, 2000. 136p. ISBN: 8531405491

LOVATTE, E.R.; NASCIMENTO, E.L.; FRAGA-FILHO, C.A.D.; REIS-JUNIOR, N.C.; SANTOS, J.M. **Metodologia de ensino de dinâmica dos fluidos computacional aplicada ao curso de engenharia ambiental**. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012. Belém, PA. Anais. ISSN: 2175-957X. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/104345.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2013.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.P.; PARKER, J. **Microbiologia de Brock**. 10 ed. São Paulo: Ed. Prentice Hall, 2004. 608p. ISBN: 85-879-1851-6

MARGULIS, L. **Planeta Simbiótico, Uma Nova Perspectiva da Evolução**. Rio de Janeiro: Ed. Rocco, 2009. 140p. ISBN: 8532511457

MARTINS, A.C.P. **Ensino superior no Brasil: da descoberta aos dias atuais**. Acta Cir. Bras. [online]. 2002, vol.17, suppl.3, pp. 04-06. ISSN: 1678-2674.

MELLER, R.N.G; CAPDEVILLE, G.; KRUGUER, R.H. **Manual de Práticas**

Laboratoriais em Microbiologia. Brasília: Ed. Universa, 2005. 145p. ISBN: 85-865-9143-2.

MELLO, I.S.; AZEVEDO, J.L. **Microbiologia Ambiental.** 2 ed. Jaguariuna: Ed. Embrapa, 2008. 647p. ISBN: 978-85-86771-44-7.

NEDER, R.N. **Microbiologia Manual de Laboratório.** São Paulo: Ed. Nobel. 1992. 140p. ISBN: 85-213-0715-2.

OKURA, M.H.; RENDE, J.C. **Microbiologia - roteiros de aulas práticas.** São Paulo: Ed. Tecmedd, 2008. 224p. ISBN: 8599276263

PORTAL EDUCAÇÃO. Disponível em:
<<http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/15535/especialidades-da-microbiologia-ambiental>> Acesso em: 20 ago. 2013.

PRADO, I.A.C.; TEODORO, G.R.; KHOURI, S. **Metodologia de ensino de microbiologia para ensino fundamental e médio.** In: VIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2004. São José dos Campos, SP. Anais. p. 127-129

PRESCOTT, L.M.; HARLEY, J.P.; KLEIN, D.A. **Microbiology.** 3rd ed. USA: WCB Publishers, 1996. 935p.

REIS, F.A.G.V.; GIORDANO, L.C.; CERRI, L.E.S.; MEDEIROS, G.A. **Contextualização dos Cursos Superiores de Meio Ambiente no Brasil: Engenharia Ambiental, Engenharia Sanitária, Ecologia, Tecnólogos e Sequenciais.** Engenharia Ambiental (UNIPINHAL), [online] 2005, Espírito Santo do Pinhal, v. 2, p. 5-34, ISSN: 1678-2178

SILVA FILHO, G.N.; OLIVEIRA, V.L. **Microbiologia - manual de aulas práticas.** Florianópolis: Ed. UFSC, 2007. 155p. ISBN: 8532802737

SOARES, M.M.S.R.; RIBEIRO, M.C. **Microbiologia prática roteiro e manual:**

bactérias e fungos. Rio de Janeiro: Ed. Atheneu, 2002. 120p. ISBN: 8573792442

RIBEIRO, M.C.; STELATO, M.M. **Microbiologia Prática: Aplicações de Aprendizagem de Microbiologia Básica.** 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. Atheneu, 2011. 240p. ISBN: 8538801910

SOUTH AFRICAN RIVER HEALTH PROGRAMS. Disponível em: <www.dwaf.gov.za/iwqs/rhp/state_of_rivers/state_of_umngeni_01/inanda.html> Acesso em: 10 nov. 2012.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia.** 8 ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2005. 894p. ISBN: 805376143

VERMELHO, A.B; PEREIRA, A.F.; COELHO, R.R.R. **Praticas de microbiologia.** Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2006. 256p. ISBN: 8527711656.

WIESMANN, U; CHOI, I.S.; DOMBROWSKI, E.M. **Fundamentals of Biological Wastewater Treatment.** WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2007, 362p. ISBN: 978-3-527-31219-1

Anexo 1 – Resumo do trabalho publicado no II Simpósio em Ensino de Ciências e Meio Ambiente do Rio de Janeiro, 2011

UTILIZAÇÃO DA COLUNA DE WINOGRADSKY PARA A DEMONSTRAÇÃO DO EFEITO DOS METAIS PESADOS NA MICROBIOTA OXIDANTE DE ENXOFRE EM AMBIENTES AQUÁTICOS: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo determinar o efeito dos metais pesados: mercúrio, cádmio, chumbo e cromo VI, na população de sulfobactérias presentes em colunas de Winogradsky. As colunas foram preparadas com água e sedimento do córrego Secades (Volta Redonda/RJ), para avaliar a contribuição potencial na disponibilidade destes metais pesados nesta população microbiana. Na avaliação do efeito dos metais pesados na população de sulfobactérias, foi comparada a diversidade das colônias desenvolvidas nas colunas contaminadas com metais pesados com uma coluna contendo apenas amostra e sedimento do manancial. Os resultados permitiram observar que a presença dos diferentes metais pesados causou alteração da diversidade biológica presente na coluna de Winogradsky. O estudo também revelou que o experimento pode ser aplicado nas aulas práticas de Microbiologia Ambiental, pois permite simular as condições reais da interação das sulfobactérias com os metais pesados.

Palavras-chave: microbiologia; coluna de winogradsky; metais pesados

Anexo 2 – Certificado de Participação no II Simpósio em Ensino de Ciências e Meio Ambiente do Rio de Janeiro, 2011



II SIMPÓSIO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO

Volta Redonda, RJ 09 e 10 de setembro de 2011



Certificamos que

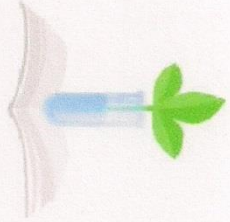
o resumo "Utilização da Coluna de Winogradsky para a Demonstração do Efeito dos Metais Pesados na Microbiota Oxidante de Enxofre em Ambientes Aquáticos: Uma", dos autores: Anderson Gomes e Lara Santos Osório foi apresentado na modalidade POSTER no **II Simpósio em Ensino de Ciências e Meio Ambiente do Rio de Janeiro** realizado no UnifOA, Campus Universitário Oezio Galotti, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil, de 09 a 10 de setembro de 2011.

Rosane Moreira Silva de Meirelles
Coordenadora de Ensino do Programa de Mestrado em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente

Daniella Regina Mulinari
Pró-Reitora de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão

Alexandre Fernandes Habibe
Reitor - UnifOA

Anexo 3 – Certificado de Menção Honrosa no II Simpósio em Ensino de Ciências e Meio Ambiente do Rio de Janeiro, 2011




**II SIMPÓSIO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO**

Volta Redonda, RJ 09 e 10 de setembro de 2011




MENÇÃO HONROSA

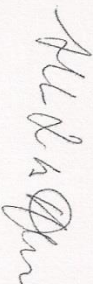
Certificamos que o resumo intitulado: "Utilização da Coluna de Winogradsky para a demonstração do efeito dos metais pesados na microbiota oxidante de enxofre em ambientes aquáticos: uma aula prática", apresentado na modalidade PÔSTER, pelo autor Anderson Gomes Lara dos Santos Osório recebeu **MENÇÃO HONROSA** na categoria AMBIENTE, no **II Simpósio em Ensino de Ciências e Meio Ambiente do Rio de Janeiro** realizado no UnifOA, Campus Universitário Olezio Galotti, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil, de 09 a 10 de setembro de 2011.


M. S. Meiralles

Rosane Moreira Silva de Meiralles
Coordenadora de Ensino do Programa de
Mestrado em Ensino em Ciências da Saúde
e do Meio Ambiente



Daniella Regina Mulinari
Pró-Reitora de Pós-Graduação, Pesquisa e
Extensão



Alexandre Fernandes Habibe
Reitor - UnifOA

Anexo 4 – Resumo do trabalho publicado no II ENECiências, 2010

ENSAIO RESPIROMÉTRICO: UMA AULA PRÁTICA PARA DEMONSTRAÇÃO DO METABOLISMO BACTERIANO NO ENSINO DA MICROBIOLOGIA AMBIENTAL

Anderson Gomes¹ e Adilson da Costa Filho²

¹Centro Universitário de Volta Redonda, UniFOA/Mestrado em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, anderson.gomes@foa.org.br

²Centro Universitário de Volta Redonda, UniFOA/Mestrado em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, adilson.costa.filho@gmail.com

Resumo

A realização de atividades práticas em aulas de microbiologia ambiental é de fundamental importância no processo de ensino-aprendizagem, pois auxilia o aluno a entender a influência dos microrganismos no meio ambiente. Neste contexto, a principal particularidade da microbiologia ambiental é estudar os microrganismos que desempenham papel importante na decomposição de matéria orgânica e a reciclagem dos elementos químicos da natureza. Com a aplicação de atividades práticas que demonstrem estes fenômenos, farão com que os estudantes da disciplina Microbiologia Ambiental reflitam sobre a ação dos microrganismos não como agentes patogênicos, e sim como agentes despoluidores. Este trabalho teve como objetivo a utilização de um ensaio de respirometria na forma de aula prática, com o propósito de demonstrar a atividade metabólica oxidativa de bactérias heterotróficas como agentes decompositores de compostos orgânicos gerados pelo homem.

Palavras-chave: estratégia de ensino; engenharia ambiental; microbiologia

Anexo 5 - Certificado de Participação no II ENECiências, 2010

II ENECiências

II ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE

CERTIFICAMOS que o trabalho intitulado ENSAIO RESPIROMÉTRICO: UMA AULA PRÁTICA
PARA AVALIAÇÃO DO METABOLISMO BACTERIANO NO ENSINO DA MICROBIOLOGIA AMBIENTAL
_____ de autoria de
Anderson Gomes e Adilson da Costa Filho

foi apresentado no II Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do
Ambiente, realizado no Centro Universitário Plínio Leite, em Niterói/RJ no período de
12 a 15 de maio de 2010.



Comissão Organizadora



Secretário Executivo