



e-Tec Brasil
Escola Técnica Aberta do Brasil

Tecnologia e Meio Ambiente

Alessandro Ribeiro de Sousa

Orlene Silva da Costa



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
GOIÁS
Campus Inhumas

Inhumas - GO
2012

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Este Caderno foi elaborado em parceria entre o Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Goiás/IFG-Inhumas e a Universidade Federal de Santa
Maria para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – Rede e-Tec Brasil.

**Equipe de Elaboração – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/
IFG-Inhumas**

Reitor

Paulo César Pereira/IFG-Inhumas

Diretor Geral

Cleiton José da Silva/IFG-Inhumas

Coordenação Institucional

Daniel Aldo Soares/IFG-Inhumas

Professor-autor

Alessandro Ribeiro de Sousa/IFG-Inhumas

Orlene Silva da Costa/UEG-Anápolis

Equipe Técnica

Renata Luiza da Costa/IFG-Inhumas

Rodrigo Cândido Borges/IFG-Inhumas

Shirley Carmem da Silva/IFG-Inhumas

Viviane Margarida Gomes/IFG-Inhumas

**Comissão de Acompanhamento e Validação
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria/CTISM**

Coordenador Institucional

Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação Técnica

Iza Neuza Teixeira Bohrer/CTISM

Coordenação de Design

Erika Goellner/CTISM

Revisão Pedagógica

Andressa Rosemárie de Menezes Costa/CTISM

Francine Netto Martins Tadielo/CTISM

Marcia Migliore Freo/CTISM

Revisão Textual

Daiane Siveris/CTISM

Lourdes Maria Grotto de Moura/CTISM

Vera Maria Oliveira/CTISM

Revisão Técnica

Nará de Fátima Quadros da Silveira/CTISM

Diagramação / Ilustração

Clarissa Felkl Prevedello/CTISM

Gustavo Schwendler/CTISM

Leandro Felipe Aguilar Freitas/CTISM

Marcel Santos Jacques/CTISM

Máuren Fernandes Massia/CTISM

Rafael Cavalli Viapiana/CTISM

Ricardo Antunes Machado/CTISM

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária
Maria Aparecida Rodrigues de Souza, CRB 1/1497.
Bibliotecas “Atenas” – Instituto Federal de Goiás, Campus Inhumas

S275e

Sousa, Alessandro Ribeiro de; Orlene Silva da
Tecnologia e Meio Ambiente / Alessandro Ribeiro de Sousa;
Orlene Silva da Costa – – Inhumas, 2012
109 f.: il.
Bibliografia.

1. Engenharia Ambiental. 2. Meio Ambiente. I. Título.

CDD 628

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo ao e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional pública de ensino, a Escola Técnica Aberta do Brasil, instituída pelo Decreto nº 6.301, de 12 de dezembro 2007, com o objetivo de democratizar o acesso ao ensino técnico público, na modalidade a distância. O programa é resultado de uma parceria entre o Ministério da Educação, por meio das Secretarias de Educação a Distância (SEED) e de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), as universidades e escolas técnicas estaduais e federais.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade e ao promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes dos grandes centros geograficamente ou economicamente.

O e-Tec Brasil leva os cursos técnicos a locais distantes das instituições de ensino e para a periferia das grandes cidades, incentivando os jovens a concluir o ensino médio. Os cursos são ofertados pelas instituições públicas de ensino, e o atendimento ao estudante é realizado em escolas-polo integrantes das redes públicas municipais e estaduais.

O Ministério da Educação, as instituições públicas de ensino técnico, seus servidores técnicos e professores acreditam que uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!

Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Janeiro de 2010

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br



Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – Produção tecnológica e impactos ambientais	15
1.1 Origem da produção tecnológica.....	15
1.2 Tecnologia e recursos naturais.....	17
1.3 Resíduos das produções tecnológicas.....	20
1.4 Impactos ambientais	23
Aula 2 – Dispositivos legais de gestão do meio ambiente	29
2.1 O meio ambiente e a Constituição Federal.....	29
2.2 Legislação ambiental brasileira.....	30
2.3 Legislação ambiental internacional.....	37
Aula 3 – Caracterização dos efluentes e resíduos sólidos industriais e tipos de tratamento	43
3.1 Parâmetros característicos dos efluentes.....	43
3.2 Métodos de tratamento.....	47
3.3 Níveis de tratamento.....	51
3.4 Tecnologias de tratamento	55
3.5 Compostagem	57
Aula 4 – Monitoramento de estação de tratamento de efluentes e resíduos sólidos	63
4.1 Padrões de emissão do efluente.....	63
4.2 Unidades de tratamento convencional de uma ETE.....	66
4.3 Parâmetros de monitoramento.....	77
4.4 Impactos dos efluentes de processo nas estações de tratamento	81
4.5 Gerenciamento das águas e efluentes industriais	84
4.6 Técnicas de monitoramento na compostagem de bagaço de cana	86

Referências	90
Currículo do professor-autor	95
Anexos	97

Palavra do professor-autor

Gostaríamos de iniciar esta disciplina de Tecnologia e Meio Ambiente dizendo que os nossos estudos serão fáceis e descomplicados. Porém, não é isso que acontece na prática. Mas podemos dizer com certeza que será uma tarefa prazerosa e muitas vezes gratificante e até divertida. As tecnologias em desenvolvimento no mundo atual trazem facilidades e conforto para a nossa vida cotidiana, porém, com consequências e danos muitas vezes irreparáveis para o meio ambiente. Com relação aos danos ambientais é nosso papel impedir que isso aconteça. Muitos profissionais da área tecnológica dizem que não há avanço tecnológico sem alguma degradação ambiental. Nós, como profissionais conscientes e parceiros do meio ambiente, não podemos concordar com essa afirmação. É papel fundamental de todo profissional, independente de sua área de atuação, a preservação e conservação do planeta, sem que, com isso, tenhamos que voltar aos “paus e pedras” como dizia Albert Einstein.

Entendemos que não é necessário que tenhamos que voltar aos primórdios da civilização para que o ecossistema seja preservado de forma sustentável. Para essa árdua tarefa, o conhecimento básico sobre as tecnologias e técnicas de manejo, o planejamento, o gerenciamento e monitoramento ambiental são fundamentais para as tomadas de decisão. Um dos pontos mais difíceis das Ciências Ambientais são os conflitos de interesses, e neste sentido é primordial a qualidade e precisão das informações técnicas utilizadas, dessa forma as tomadas de decisões deixam de ser equivocadas para serem justas.

Muitas vezes é difícil dizer quem tem prioridade no uso da água. Seria o produtor de alimentos que usa a água para irrigar as plantações ou seria a empresa pública de abastecimento de água potável? Por sorte, nessa situação temos a legislação como nosso braço direito na tomada de decisões. E, nesse quesito, o abastecimento humano e sedentação de animais têm prioridade no uso da água. Na verdade, a água possui usos múltiplos e cabe ao poder público as tomadas decisões, de acordo com as legislações pertinentes, que são quase sempre tomadas com base em dados científicos e técnicos, daí a importância de um ambiente interdisciplinar, que envolve: leis, legislações, técnicas de manejo, monitoramento e gerenciamento ambiental, Química, Física, Biologia, Ecologia, Filosofia, Geografia, Geologia, etc.

Obviamente ao final desta disciplina não pretendemos cobrir a vasta extensão de conhecimentos abordados pelas áreas referidas, mas formar uma base sólida e versátil o suficiente para que o estudante adquira habilidades e competências que lhe darão autossuficiência no que diz respeito à tomadas de decisões, e domínio das tecnologias e aspectos ambientais relacionados com a produção de açúcar e álcool a partir da cana-de-açúcar, dentro das competências a que o curso se destina. Este material foi trabalhado de modo a servir para consulta e apoio. Qualquer assunto que exija aprofundamento pode ser consultado em outras obras de referências. Desse modo, o estudante vai adquirindo, ao longo da disciplina, autossuficiência didática, objetivo primordial desta disciplina de Tecnologia e Meio Ambiente. No final da apostila, encontram-se todas as referências bibliográficas utilizadas pelos autores e que, na medida do possível, devem ser consultadas paralelamente durante a evolução dos estudos.

Aos professores, recomendamos a adoção de uma prática versátil e paralela em que se utilize também vasto material existente e mídias disponíveis, tais como: bibliotecas virtuais, internet, bibliotecas tradicionais, vídeo aulas, vídeos iterativos e tudo o que esteja ao alcance do estudante.

Finalmente desejamos que todos os que utilizam este material alcancem seus objetivos maiores, que também fazem parte de nosso objetivo: a construção do conhecimento.

Alessandro Ribeiro de Sousa e Orlene Silva da Costa

Apresentação da disciplina

A disciplina de Tecnologia e Meio Ambiente tem a função de inter-relacionar os avanços tecnológicos existentes na atualidade e as consequências destes avanços para o meio ambiente.

Muitas vezes os avanços tecnológicos podem ser deletérios para meio ambiente, porém, na maioria dos casos podemos usar a tecnologia a favor do meio ambiente, e é justamente essa a finalidade desta disciplina: aproveitar os conhecimentos técnicos e científicos para preservação ambiental. Neste sentido, esta disciplina foi dividida em quatro grandes blocos, chamados de aulas.

Na **aula 1** serão estudados os conceitos e princípios básicos que regem as tecnologias relacionadas ao meio ambiente, esta aula também tem como objetivo levar o aluno a refletir sobre o uso racional dos recursos naturais e sobre os impactos ambientais resultantes das produções tecnológicas. Desta forma, esta aula forma o alicerce que dará suporte para as aulas seguintes principalmente a aula 4 em que são discutidas as técnicas de manejo e gerenciamento de resíduos líquidos e sólidos.

A legislação ambiental no Brasil é considerada a mais complexa, rigorosa e completa legislação do mundo, inclusive estabelecendo como inafiançável os crimes ambientais e, em função disso, é necessário que o estudante tenha pelo menos uma introdução ao direito ambiental, para que ele possa tomar suas decisões em relação ao meio ambiente seguro de que não estará cometendo uma infração ou crime ambiental, essa é, portanto, o objetivo da **aula 2**. Obviamente a disciplina não pretende formar um legislador ambiental, mas dar um suporte para uma possível tomada de decisão, tanto com relação ao tratamento de resíduos adequado à legislação vigente, quanto evitar ações que possam levar a punições severas em se tratando de crime ambiental.

Na **aula 3** o objetivo é estudar as principais técnicas de caracterização de efluentes industriais, bem como os tipos de tratamento de efluentes existentes atualmente. É claro que, em se tratando de efluentes, milhares são as técnicas para sua caracterização e muitos são os parâmetros que o caracterizam, porém, por questões de funcionalidade e objetividade estudaremos aqui algumas técnicas e caracterizações selecionadas, para que desta forma as

principais sejam incluídas no curso. Assim sendo, parâmetros como oxigênio dissolvido, sólidos totais, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio não foram esquecidas pela Aula 3. Aspectos sobre caracterização e parâmetros para resíduos sólidos também não foram esquecidos por esta aula.

Na **aula 4**, de posse de todas as informações relevantes da aula 3, partimos para o monitoramento, manejo e gerenciamento de estações de tratamento de efluentes. Neste sentido, boa parte das técnicas para manejo e monitoramento, para um perfeito gerenciamento de resíduos sólidos e líquidos foram contemplados nesta aula. Parte da aula foi elaborada pensando em efluentes líquidos em função de este ser o principal problema em uma usina de álcool e açúcar, porém, procuramos contemplar técnicas de monitoramento e manejo de resíduos sólidos, para que desta forma o problema do resíduo de bagaço de cana-de-açúcar também fosse levado em consideração nesta disciplina.

Enfim, os quatro blocos foram montados de tal forma que um depende do outro, contemplando a interdisciplinaridade, e que ao final da disciplina o aluno esteja apto a identificar, caracterizar, gerenciar e decidir sobre qual e como o tratamento do resíduo deverá ser feito, levando-se em consideração as tecnologias de tratamento disponíveis e a utilização do meio ambiente de forma sustentável. O aluno ao final da disciplina será capaz de perceber que estará apto para tomada de decisões que nem sempre são fáceis, e que estas decisões quase sempre não vão agradar a todos. Mas o meio ambiente é complexo e delicado, qualquer ação mal planejada pode terminar em consequências que vão de desagradáveis a catastróficas, cabe aos técnicos e profissionais da área decidir quais os melhores caminhos a serem seguidos, onde o objetivo fim é a preservação do meio ambiente.

Projeto instrucional

Disciplina: Tecnologia e Meio Ambiente (carga horária: 60h)

Ementa: A questão ambiental e produção tecnológica. O papel da tecnologia no âmbito dos recursos naturais. Impacto dos efluentes de processo nas estações de tratamento com base nas suas características. Impurezas da água e tipos de tratamento. Tipos de equipamentos de uma estação de tratamento de efluentes e seus objetivos. Tipos de tratamentos físicos, químicos e biológicos de efluentes industriais e suas variáveis de controle. Tratamentos anaeróbicos e aeróbicos e suas diferenças. Programas de recuperação e otimização de efluentes. Impactos ambientais decorrentes do descarte dos diversos tipos de resíduos nos efluentes industriais. Legislação Ambiental aplicável ao setor industrial. Procedimentos e Normas Ambientais Internacionais.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
Aula 1 – Produção tecnológica e impactos ambientais	Conhecer os princípios e conceitos básicos da área da tecnologia. Refletir sobre a necessidade da utilização racional dos recursos naturais. Refletir sobre os impactos ambientais advindos da geração de resíduos das produções tecnológicas.	Leitura de material impresso; Plataforma instrucional <i>moodle</i> ; Links recomendados: Download da resolução CONAMA 274 de 2000; Resolução dos exercícios de fixação. Downloads de vídeos sobre meio ambiente feito pelo aluno do site: www.youtube.com Fóruns de discussão sobre o assunto.	20
Aula 2 – Dispositivos legais de gestão do meio ambiente	Conhecer os principais dispositivos legais em evidência no cenário nacional e internacional que disciplinam as atividades dos seres humanos para manutenção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado.	Leitura de material impresso; Plataforma instrucional <i>moodle</i> ; Links recomendados: Download da resolução CONAMA 274 de 2000; Resolução dos exercícios de fixação. Downloads de vídeos sobre meio ambiente feito pelo aluno do site: www.youtube.com Fóruns de discussão sobre o assunto.	10

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
Aula 3 – Caracterização dos efluentes e resíduos sólidos industriais e tipos de tratamento	<p>Conhecer os parâmetros físicos, químicos e biológicos que caracterizam os efluentes gerados em um processo industrial.</p> <p>Conhecer e compreender os métodos, níveis e tecnologias de tratamentos de efluentes e resíduos sólidos industriais, em especial das usinas de álcool e açúcar de cana.</p>	<p>Leitura de material impresso; Plataforma instrucional <i>moodle</i>; Links recomendados: Download da resolução CONAMA 274 de 2000; Resolução dos exercícios de fixação. Downloads de vídeos sobre meio ambiente feito pelo aluno do site: www.youtube.com Fóruns de discussão sobre o assunto.</p>	15
Aula 4 – Monitoramento de estação de tratamento de efluentes e resíduos sólidos	<p>Saber identificar as unidades convencionais de uma estação de tratamento de efluentes e também de resíduos sólidos, assim como os equipamentos que a compõe.</p> <p>Reconhecer os principais parâmetros de monitoramento de uma estação de tratamento de efluentes (ETE) líquidos, de acordo com a tipologia industrial e identificar os parâmetros de controle de cada unidade de tratamento.</p> <p>Reconhecer e caracterizar sucintamente as principais partes de uma estação de tratamento de resíduos sólidos.</p> <p>Planejar ações de recuperação e otimização de efluentes.</p>	<p>Leitura de material impresso; Plataforma instrucional <i>moodle</i>; Links recomendados: Download da resolução CONAMA 274 de 2000; Resolução dos exercícios de fixação. Downloads de vídeos sobre meio ambiente feito pelo aluno do site: www.youtube.com Fóruns de discussão sobre o assunto.</p>	15

Aula 1 – Produção tecnológica e impactos ambientais

Objetivos

Conhecer os princípios e conceitos básicos da área da tecnologia.

Refletir sobre a necessidade da utilização racional dos recursos naturais.

Refletir sobre os impactos ambientais advindos da geração de resíduos das produções tecnológicas.

1.1 Origem da produção tecnológica

Há sempre uma ideia, por muitas vezes absurda, de que tecnologia anda de mãos dadas com a poluição, degradação ambiental e desrespeito ao ecossistema. Essa era uma realidade dos séculos passados, e essa realidade vêm mudando ao longo dos anos. Hoje é possível que haja o desenvolvimento tecnológico sem que para isso seja necessário destruir a natureza. A própria tecnologia se tornou uma forte aliada na preservação ambiental. Técnicas, desenvolvimento científico, evolução da legislação ambiental também são fortes aliados no casamento entre tecnologia e meio ambiente. Nesta aula veremos todos estes aspectos e como eles se encontram interligados no mundo contemporâneo.

As necessidades do homem o conduziram à evolução de novas habilidades tecnológicas necessárias ao uso do fogo, edificação de casas, manejo do solo, criação de animais, produção de tecidos, vestuários, ferramentas de trabalho, armas para defesa de suas aldeias, etc. Segundo Sagan et al., as comunidades agrícolas evoluíram dando origem às cidades. Assim, o desenvolvimento das civilizações ocorreu também em função da disponibilidade dos recursos naturais. Sendo assim, à medida que os recursos iam se esgotando, as comunidades nômades saíam de determinado lugar à procura de locais onde os recursos naturais eram disponíveis, em quantidade e qualidade suficientes à sua sobrevivência.

A origem da produção tecnológica remonta aos primórdios das civilizações, iniciando com o domínio do fogo. O uso da palavra “tecnologia” é oriundo da Revolução Industrial. Com o advento da indústria têxtil e mecânica, e seu emprego vem se estendendo para outras áreas do conhecimento humano.

No início da Revolução Industrial, que remonta ao final do Século XVIII, a criação da máquina a vapor promoveu grandes transformações econômicas e sociais, permitindo aumentar a produção industrial por meio da mecanização do sistema produtivo e agilizar o transporte desta produção através das ferrovias e navegação. Portanto, a construção da máquina a vapor é tecnologia, assim como o cozimento de alimentos em panelas cuja fervura faz as tampas trepidarem devido ao vapor, também é tecnologia, resultado de anos de evolução.

Percebe-se com isso que tecnologia nem sempre está associada às máquinas e equipamentos altamente modernos. A simples descoberta do fogo, com consequente possibilidade de cocção dos alimentos, é um fato que muda por completo a história da humanidade. A invenção da roda, que hoje parece tão simples aos nossos olhos, revolucionou a história humana. Sem a roda não teríamos veículos automotores, aviões, engrenagens, navios, nem prédios altamente modernos. Tais exemplos nos fazem repensar a ideia do que é tecnologia e seus conceitos.

Basicamente podemos listar três grandes descobertas e invenções que revolucionaram e mudaram a história da humanidade: a roda, o fogo e a máquina a vapor. A máquina a vapor, item primordial à Revolução Industrial contribuiu com o surgimento de toda a sociedade contemporânea que temos hoje. A roda e o fogo, surgidos na pré história, foram fundamentais à sobrevivência do homem no ambiente hostil dessa época. Esses dois elementos permitiram que o homem alcançasse terras cada vez mais distantes, além de permitir sua fixação em locais antes impossíveis. Com a descoberta do fogo era possível cozer os alimentos, afugentar animais perigosos, trabalhar metais como o cobre, o ferro, alumínio, etc. Com a roda, foi possível construir veículos que permitiram ao homem alcançar terras cada vez mais distantes, além de possibilitar o desenvolvimento de engrenagens, polias, correias, eixos e muitas outras maravilhas tecnológicas.

Mas de onde vem toda essa tecnologia, esses novos materiais, as modernas técnicas cirúrgicas, os modernos processos de produção, as avançadas máquinas de colheita, os avançados equipamentos eletrônicos? De onde vem toda

essa revolução tecnológica? Ferramentas, equipamentos, técnicas usadas na ciência e na tecnologia vêm de matérias-primas fornecidas pela natureza, e é aí que entra a ligação entre tecnologia e **meio ambiente**. Veremos ao longo desta aula que é da natureza que provém toda a matéria-prima necessária ao desenvolvimento científico e tecnológico. E é na exploração consciente desses recursos naturais, que está alicerçado a nossa disciplina de Tecnologia e Meio Ambiente. É nos impactos e consequências desses avanços tecnológicos no meio ambiente que vamos focar nossos estudos.

A-Z

meio ambiente

É o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. (BRASIL, 1981)

1.2 Tecnologia e recursos naturais

A Revolução Industrial induziu o intenso crescimento populacional, passando a exigir a produção de alimentos, combate às pragas, construção de habitações, fabricação de roupas, remédios, meios de transporte e outras utilidades. Toda essa produção tecnológica passou a demandar, por sua vez, quantidades cada vez maiores de energia e matérias-primas, levando, conseqüentemente, à exploração cada vez maior e mais intensa dos recursos naturais.

As fontes de energia podem ser divididas em esgotáveis e inesgotáveis. No quesito ambiental preferem-se as esgotáveis. O petróleo, por exemplo, como fonte de recurso esgotável deve ter o seu uso restrito e consciente. Porém, o desenvolvimento tecnológico quase sempre exige um uso sem muitas limitações, e o resultado é a liberação cada vez mais descontrolada de dióxido de carbono na atmosfera, proveniente da queima deste combustível fóssil. Este tipo de problema não ocorre somente com o petróleo. Vemos este exemplo em vários outros segmentos de fontes energéticas tais como o carvão mineral, energia nuclear, gás natural (metano), etc.

Nesse sentido, é dever da tecnologia buscar o desenvolvimento cada vez maior de fontes de energia recicláveis, renováveis e abundantes, tais como o vento, a energia solar, a energia das marés.

A era pós-revolução industrial teve como consequência o aumento da expectativa de vida do cidadão, o que, não trouxe boas perspectivas para o meio ambiente, porque a demanda crescente por produtos acabados provocou também, a necessidade de matérias-primas naturais.

Os recursos naturais são definidos como os elementos naturais **bióticos** ou **abióticos** utilizados pelo ser humano para satisfazer suas necessidades econômicas, sociais e culturais. O Quadro 1.1 exemplifica os diferentes usos dos recursos naturais. Estes recursos podem ser:

A-Z

biótico

Conjunto dos componentes vivos de um ecossistema. (FEEMA, 1992)

abiótico

São compostos inorgânicos e orgânicos básicos como água (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), oxigênio (O₂), cálcio (Ca), nitrogênio (N₂), fósforo (P), aminoácidos e ácidos húmicos, e outros. (ODUM, 1972)

- **renováveis** (animais, vegetação, água), quando utilizados de forma correta podem se renovar;
- **não renováveis** (petróleo, ferro, ouro), recursos naturais que de forma alguma se renovam ou demoram muito tempo para se formar;
- **inesgotáveis** (sol, vento), não se acabam ou podem durar por um período de tempo longo o suficiente para ultrapassar a barreira dos bilhões de anos, como o sol.

Quadro 1.1: Diferentes usos dos recursos naturais

Recursos Naturais	Usos
Água	Abastecimento público e industrial; Irrigação; Dessedentação de animal; Preservação da flora e da fauna; Recreação e lazer; Geração de energia elétrica; Navegação; Diluição de despejos.
Solo	Fixação e nutrição dos vegetais; Agropecuária; Construção civil (fundação para edificações, aterros, estradas, etc); Sistemas de disposição de resíduos sólidos; Extração de minerais; Armazenamento de combustíveis fósseis; Armazenamento de água.
Ar	Metabolismo do seres humanos, animais e vegetais; Benefícios das condições meteorológicas; Comunicação (propagação das ondas sonoras); Transporte; Combustão; Processos industriais; Recepção e transporte de resíduos da atividade humana.
Vegetação/Flora	Produção de álcool com a cana-de-açúcar; Produção de açúcar com a cana-de-açúcar; Produção de vinho com uso da uva; Produção de energia elétrica com a queima do bagaço de cana; Construção civil; Produção de plástico derivado de polímeros vegetais, tais como o milho; Desenvolvimento de plásticos biodegradáveis a partir de matéria-prima vegetal, etc.

Fonte: Modificado e adaptado de DERISIO, 1992

Levando-se em consideração os materiais renováveis e não renováveis é importante salientar o desenvolvimento de materiais renováveis a partir de matéria-prima vegetal. Nesse sentido, é importante citar como exemplo a

matéria plástica. Hoje utilizamos extensivamente o plástico não biodegradável, advindo de fonte não renovável que é o petróleo. Vários países, principalmente a Índia, vêm desenvolvendo o plástico biodegradável que utiliza como matéria-prima para sua produção os polímeros de milho. Esse tipo de plástico, além da biodegradabilidade, tem a vantagem de poder ser produzido para ter a mesma durabilidade do alimento que ele armazena.

Em termos ambientais isso é fantástico, pois praticamente eliminamos o desastre que é utilizar plásticos derivados do petróleo que levam centenas de anos para se degradar. Pensemos juntos agora: não faz muito sentido fabricar uma embalagem para um determinado alimento que dure muito mais que o próprio alimento. É comum observarmos embalagens que levam de 300 a 400 anos para se degradarem completamente, enquanto o alimento que é embalado por este plástico tem prazo de validade de apenas 6 meses, no máximo de 1 ano.

Citemos como exemplo a margarina, a maionese, a mostarda, bolacha que são acondicionados em embalagens plásticas que duram 200 anos, enquanto sua validade é de apenas 12 meses.

Nesse sentido, é importante nos questionar sobre o que fazer diante de situações difíceis como a questão energética. Como continuar desenvolvendo produtos que necessitam de quantidades cada vez maiores de energia, sem que com isso degrademos o meio ambiente? O Brasil, na década de 90 passou por grave crise energética que levou à tomada de decisões duramente criticadas. O país vem ao longo dos anos crescendo e se desenvolvendo de forma acelerada, o que, fatalmente, leva à necessidade de quantidades cada vez maiores de energia. Hoje a principal fonte energética no Brasil é a energia hidrelétrica. Para os veículos automotores, derivados do petróleo são a principal fonte de energia. Nessa perspectiva, o álcool, derivado da cana de açúcar, exerce papel importante, pois a cana-de-açúcar é uma fonte de recurso renovável, e o álcool como combustível, é importante para mitigação dos impactos ambientais com o uso cada vez maior de fontes de energia.

Isso significa que a busca por fontes renováveis de energia deve, no presente e no futuro, ocupar um lugar de destaque na sociedade moderna. Obviamente, mesmo no uso das fontes renováveis de recursos naturais, há a produção de resíduos nem sempre desejados, e isso é um problema que vem sendo muito estudado nos últimos anos e ganhando destaque na comunidade científica da atualidade.

1.3 Resíduos das produções tecnológicas

Os resíduos gerados pelas produções artesanais ou semi-industrializados eram lançados nos cursos de água, na atmosfera ou no solo sem nenhum tipo de tratamento. As atividades que exalavam mau cheiro ou fumaça agressiva, como as fundições de cobre e prata, as fábricas de azeite, os matadouros e os curtumes, eram executadas em zonas desabitadas e longe das cidades. Enquanto a quantidade de resíduos gerados pelo ser humano era pequena, a própria natureza se encarregava de tratá-los, degradando-os pelo processo de **autodepuração**.

A-Z

autodepuração

Ou depuração natural é o processo biológico natural de purificação de resíduos orgânicos poluentes do meio ambiente.

Esse processo depende, principalmente, da ação dos micro-organismos (bactérias, algas, fungos e protozoários) e das concentrações de oxigênio presentes no meio

contaminação

É a introdução, no meio, de elementos em concentrações nocivas à saúde humana, tais como organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou radioativas. (ACIESP, 1980, citado por FEEMA, 1992)

A natureza possui a incrível capacidade de se autodepurar, o que, em termos mais simples, significa autopurificar. Obviamente, quando a **contaminação** ocorre em pequenas proporções, esse processo não é muito difícil. O mesmo não ocorre com contaminações de maiores proporções ou nas brutais contaminações que ocorrem hoje no meio ambiente onde milhões de toneladas de lixo são jogadas diariamente no solo, água ou ar e, até mesmo nos mares e no espaço.

O crescimento das cidades acabou aproximando a população das fontes de poluição, fazendo com que os despejos industriais fossem transferidos para pontos cada vez mais distantes. O aumento dos resíduos e seu acúmulo acabam por dificultar a sua degradação pela natureza, o que torna muito complicada a decomposição dos descartes industriais. O que fazer então com os resíduos diariamente acumulados pelos processos industriais e pelas atividades humanas? Algumas soluções foram surgindo e evoluindo ao longo da história dos homens. Veremos algumas das mais importantes e suas consequências. Veremos também que a falta de soluções e de condições sanitárias adequadas podem trazer sérios problemas para a humanidade.

Uma das alternativas intuitivas para a resolução desse problema, era jogar os resíduos em rios. Dessa forma, surgiu a primeira rede de captação de esgotos, há aproximadamente 4.000 anos na Índia. Vestígios desse sistema, de elevado padrão tecnológico para época, foram encontrados também na antiga Grécia e nas cidades romanas, e datam, pelo menos, desde o século VI antes de Cristo.

Tal forma de captação de esgotamento sanitário é ainda hoje, obviamente com algumas modificações técnicas, muito utilizadas. O que diferencia aqueles tempos dos atuais, é que, naquela época, o esgoto recolhido era simplesmente jogado nos rios sem nenhuma preocupação em tratá-lo. Hoje a maior parte dos esgotos sanitários é tratada biologicamente com uma técnica conhecida

como tratamento biológico que pode ser anaeróbico ou aeróbico. Se o tratamento biológico não é suficiente para a depuração do efluente, o tratamento químico é preferível. Detalhes dessas técnicas serão vistas na aula 3.



Figura 1.1: Funcionamento de uma E.T.E. (Estação de Tratamento de Efluentes)

Fonte: CTISM

Outros tipos de tratamentos de resíduos são utilizados nos dias atuais como: lagoas facultativas, aterros sanitários, pirólise, compostagem, reciclagem, aplicação de luz U.V (fotodegradação), etc. Não temos a intenção aqui de escrever um compêndio de tratamento de resíduos, o que extrapolaria as intenções desta disciplina, mas algumas das técnicas exemplificadas serão tratadas nas aulas 3 e 4.

Na Idade Média (400 a 1400 d.C.), a humanidade mergulhou em dez séculos de pouco desenvolvimento cultural sob vários aspectos, inclusive os sanitários. O acúmulo de detritos nos fossos dos castelos feudais, ruas e periferias das cidades criaram sérios problemas de saúde pública, propiciando a proliferação de ratos e, como grave consequência, o surgimento da peste bubônica que dizimou parte da população da Europa.

Não é difícil imaginar o cenário catastrófico da época, com cidades onde o esgoto não existia, a higiene era precária e o banho uma raridade. A falta de água tratada e encanada, o despejo sanitário feito nas ruas à luz do dia, tornava o ambiente ainda mais deplorável. Você já se imaginou defecando em latrinas e não tendo onde jogar os dejetos? E que a única alternativa fosse jogá-los nas ruas onde circulavam grandes quantidades de pessoas? Consegue imaginar o mau cheiro que exalava nos quentes dias de verão na França do séc. XVII? Não é de se espantar que doenças infectocontagiosas se espalhassem com uma velocidade espantosa. A peste bubônica, transmitida pela urina do rato, matou mais que a Segunda Guerra Mundial, em que milhões de pessoas morreram, infelizmente, por falta de higiene.

Nesse cenário, a Revolução Industrial induziu o intenso crescimento das populações, com conseqüente aumento dos resíduos gerados, quando surgiram na Inglaterra as primeiras tentativas de caracterizar e medir a poluição, adotando-se medidas saneadoras, como os primeiros regulamentos de proteção aos cursos de água e os primeiros processos de tratamento de águas residuais, com a construção da rede de esgotos subterrânea, em 1843, em Hamburgo, na Alemanha.

É fácil perceber que os problemas sanitários podem ser divididos em duas fases: uma que envolve os problemas com esgoto doméstico e sanitário e vai até pouco antes da Segunda Guerra Mundial; outra que envolve problemas com esgoto industrial e que vai até os dias atuais. Nesse sentido, as técnicas de tratamento diferenciam-se substancialmente entre as duas fases. Numa, há problemas com esgoto doméstico, que vão desde o descarte de necessidades fisiológicas até a disposição final de resíduos de atividades comerciais e artesanais. Numa outra fase, além dos problemas com esgotamento sanitário, aparecem os problemas com resíduos de origem industrial.

Nos tempos contemporâneos, problemas gerados com a falta de higiene e ausência de tratamento de resíduos humanos e de animais, não são tão comuns como nos séculos passados. Entretanto, as doenças associadas com as atividades e hábitos humanos estão hoje muito mais associadas à condição social do que à falta de **tecnologias** adequadas ao saneamento ambiental.

A-Z

tecnologias

É o conhecimento técnico e científico utilizado no desenvolvimento de produtos e processos, simples ou complexos para a produção e comercialização de bens e serviços.

As novas tecnologias proporcionam técnicas cada vez mais avançadas de tratamento, disponibilização final de resíduos, bem como novos conceitos que visam à diminuição de produção de resíduos ou ao consumo desnecessário de determinados produtos ou matérias-primas. Nesse sentido, o conceito dos “**5 R’s**” vem ao encontro de uma nova forma de ver o tratamento de

resíduos nos tempos atuais. Este conceito trata de: RECUSAR (evitar a compra de materiais que prejudicam o meio ambiente), REDUZIR (reduzir o desperdício de material), REUTILIZAR (aproveitar material utilizado sempre que possível), REFORMAR (reutilizar materiais de diferentes maneiras) e RECICLAR (reutilizar materiais como recurso ou como matéria-prima).



Figura 1.2: O conceito dos 5 R's: Recusar, Reduzir, Reutilizar, Reformar e Reciclar
Fonte: CTISM

1.4 Impactos ambientais

Os resíduos produzidos pelas atividades do homem, chamadas antrópicas, podem ser de natureza sólida, líquida ou gasosa que, em geral, são destinados ou dispostos no solo na forma de cobertura, lançados nos corpos d'água para serem diluídos, ou no ar atmosférico para serem dispersados e advectados. O lançamento desses resíduos pode promover a poluição ou a contaminação desses ambientes, uma vez que causam modificação das características do solo, da água e do ar.

A poluição ocorre quando esses resíduos modificam o aspecto estético, a composição ou a forma do meio físico. O meio é considerado contaminado quando ameaçar a saúde de homens, plantas e animais.

Grande parte desses resíduos é resultado do desperdício praticado pelas atividades humanas, e podem ser evitados, minimizados, reutilizados, reciclados e/ou tratados, para, enfim, serem dispostos adequadamente no meio ambiente. O Quadro 1.2 apresenta as principais fontes geradoras de resíduos líquidos, sólidos e gasosos e os possíveis locais de poluição/contaminação do meio ambiente.

Quadro 1.2: Principais fontes geradoras de resíduos e locais de poluição/contaminação

Geração de Resíduos	Poluição / Contaminação		
	Água	Solo	Ar
Indústrial			
Doméstico			
Veículos			
Irrigação e Plantio			

Fonte: PEREIRA, 2001

Obviamente o Quadro 1.2 aborda o assunto de modo geral, o que, significa que apesar de a fonte de contaminação veicular ameaçar primordialmente o ar com a fumaça dos escapamentos, não significa que essa fonte não polua também o solo.

Como entender melhor isso? Os veículos, quando não recebem manutenção periódica de forma adequada, podem permitir vazamentos de óleos lubrificantes altamente contaminados com metais nocivos e materiais graxos que, quando em contato com o asfalto ou solo, podem ser lixiviados pelas águas das chuvas e contaminar os rios, córregos ou lençóis freáticos.

Isso é muito ruim em vários aspectos e, no que concerne à produção agrícola, a cana-de-açúcar é de especial importância para nossos estudos, pois, ao plantá-la, suas raízes vão absorver a água contaminada por esses veículos e então incorporar esses metais nocivos em sua estrutura.

A-Z

poluição

É a adição ou o lançamento de qualquer substância ou forma de energia (luz, calor, som) ao meio ambiente em quantidades que resultem em concentrações maiores que as naturalmente encontradas. (FEEMA, 1992)

Por conta disso, valorizamos a **poluição** dos carros veiculada pelo ar e nos esquecemos de que outras vias de contaminação também são possíveis, não só com veículos, mas também com indústrias, com a poluição doméstica, com a irrigação e plantio entre outras.

As fontes geradoras de resíduos, em geral, promovem também a poluição e/ou contaminação dos locais onde esses resíduos são dispostos. O Quadro 1.3 apresenta os possíveis impactos ambientais no solo, na água e no ar.

Quadro 1.3: Impactos ambientais no solo, na água e no ar e suas principais características e ocorrências

Tipo de impacto	Características	Ocorrências
Solo		
Natural	Associadas às catástrofes	Terremotos Vendavais
Urbano e Industrial	Resíduos sólidos dispostos no solo	Domésticos Hospitalares Industriais
	Resíduos líquidos percolados no solo	Sanitários Industriais
Agropecuária	Resíduos sólidos ou líquidos provenientes das atividades agropecuárias	Defensivos agrícolas Fertilizantes Excrementos de animais
Extrativista	Resíduos sólidos provenientes das atividades extrativistas	Vegetal Mineral
Água		
Natural	Não está associada à atividade humana. Esse tipo de poluição costuma fugir ao alcance de medidas controladoras diretas	Chuvas e escoamentos superficiais Salinização Decomposição de vegetais e animais mortos
Natural	São resíduos líquidos gerados principalmente no processo industrial	Indústria de papel e celulose Refinarias de petróleo Usinas de álcool e açúcar Siderúrgicas e metalúrgicas Indústrias químicas e farmacêuticas Abatedouros e matadouros Indústrias têxteis Curtumes
Urbana	Oriundas dos habitantes de cidades	Esgotos domésticos
Agropecuária	Oriundas das atividades agropecuária	Defensivos agrícolas Fertilizantes Excrementos de animais Erosão
Ar		
Específicas (fixas ou estacionárias)	São as que ocupam uma área relativamente limitada na comunidade	Industrial
Múltiplas (fixas ou móveis)	São as que se encontram dispersas em uma área da comunidade	Queima de combustível (lavanderias, veículos) Evaporação de produtos de petróleo Queima de resíduos sólidos Atividades que produzem odores (restaurantes, aviários)

Fonte: Adaptado de DERÍSIO, 1992

O Quadro 1.3 mostra que catástrofes ambientais podem ter grandes efeitos sobre o meio ambiente, muitas vezes com consequências muito maiores do que as provocadas pelo homem. Tais catástrofes são muitas vezes imprevisíveis e inevitáveis e também possuem certa sazonalidade, ou seja, acontecem com

certa frequência. O que ocorre, entretanto, é uma potencialização dos efeitos naturais provocados pela ação antrópica.

A-Z

limnólogos

Cientista que estuda as águas de interiores ou águas doces e os fenômenos que regem sua dinâmica.

Para que fique claro, citemos o exemplo de um lago natural. Os lagos na natureza possuem um tempo de vida finito, sofrendo com um fenômeno natural que os **limnólogos** chamam de assoreamento. Quando o homem atua na dinâmica de um lago natural, alterando seu fluxo e vazão o processo de assoreamento pode ser muito acelerado e provocar a morte do lago de forma muito prematura.

Outra possibilidade é quando a ação antrópica altera a vazão do curso d'água de um rio ou córrego para formar os chamados lagos artificiais. Nesse caso, o homem provoca de forma artificial o processo de assoreamento que pode ser muito maléfico sob ponto de vista ecológico.

Como esses efeitos podem ser inseridos em nosso contexto? Plantações de cana-de-açúcar podem exigir grandes quantidades de água. Para sanar esse problema, são feitas redes de irrigação cujo suprimento de água vem de um curso d'água próximo. Muitas vezes, o que acontece é que o rio não possui volume e vazão suficientes para suprir tal necessidade. O que muitas vezes se faz é um represamento da água de manancial, que forma uma espécie de lago artificial, com conseqüente assoreamento do curso d'água.

Muitas vezes o estudante não entende por que estudar fenômenos como o assoreamento, mas é importante que se saiba que vivemos em um ecossistema muito complexo e interdependente e que o gerenciamento de plantações de grande impacto, tal como as da indústria sucroalcooleira, passa pelo domínio de uma grande gama de conhecimento de áreas diversas.

Resumo

A necessidade do homem de se fixar em uma determinada região o forçou a ser tornar sedentário, e para tal a evolução e desenvolvimento de novas habilidades tecnológicas foi primordial e inevitável. As quais o domínio sobre a produção do fogo, construção de edifícios, manejo do solo e água, criação de animais, produção de tecidos, armas, ferramentas, etc são algumas dentre as milhares de tecnologias dominadas pelo homem até os tempos modernos.

Nessa aula estudamos as origens da produção tecnológica e desmistificamos a ideia de que tecnologia anda de mãos dadas com degradação ambiental e

desrespeito ao meio ambiente. Estudamos também que ao longo dos séculos o homem veio avançando em termos de domínio das produções tecnológicas, porém, foi exatamente durante a Revolução Industrial que houve o avanço mais extraordinário em termos de tecnologias de produção, e junto com esse avanço vieram os problemas relacionados ao meio ambiente, tais como: poluição, degradação, destruição, descontrole e tantos outros problemas relacionados com os avanços advindos dessa Revolução.

Vimos que há na natureza três tipos de fontes de recursos naturais: (1) os renováveis, (2) os não renováveis e os (3) inesgotáveis.

Vimos que há, portanto, três elementos primordiais no que tange a preservação do meio ambiente e poluição dos recursos naturais, são eles: (1) água, (2) solo e (3) ar. E por consequência a fauna e flora de um ecossistema.

Conceituamos e vimos quais os tipos de resíduos podem ser produzidos pelas atividades antropogênicas, são eles: (1) resíduos sólidos; (2) resíduos líquidos (também chamados de efluentes) e (3) resíduos gasosos.

Atividades de aprendizagem



1. Faça uma lista de todos os grandes inventos considerados primordiais para o avanço da civilização humana. Liste-os em grau de importância.
2. Faça uma nova lista. Nessa lista você deve colocar inventos das últimas décadas que foram inovação em sua opinião (sugestão: a roda foi uma grande inovação e invenção. O fogo também. Até o momento em que foram inventados, o homem jamais havia criado algo semelhante). Sua lista deve conter algo semelhante.
3. Resuma, como a tecnologia pode afetar os recursos naturais. Justifique sua resposta com exemplos do cotidiano.
4. Como podem ser classificados os recursos naturais? Dê exemplos de cada uma das classificações.
5. Dê pelo menos dois exemplos de usos apropriados para a água, o solo e o ar.
6. Você acha que a geração de resíduos pode ser evitada? Por quê?

7. Explique sob que aspectos a cana-de-açúcar pode ser considerada uma cultura potencialmente poluidora. Caso ache necessário faça uma busca na internet em sites confiáveis (sites confiáveis = sites de universidades, institutos, fundações, organizações governamentais, não governamentais com fins acadêmicos, etc).
8. Em sua opinião, qual o efeito mais impactante que advém do cultivo da cana-de-açúcar? O que você faria para minimizar esses efeitos?
9. Quais são os três grupos de resíduos que você acabou de estudar? Cite pelo menos um tipo de atividade industrial potencialmente poluidora que represente cada um destes grupos de resíduos.

Aula 2 – Dispositivos legais de gestão do meio ambiente

Objetivos

Conhecer os principais dispositivos legais em evidência no cenário nacional e internacional que disciplinam as atividades dos seres humanos para manutenção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado.

2.1 O meio ambiente e a Constituição Federal

Falar de meio ambiente sem o conhecimento básico da legislação pertinente ao assunto, tornaria a disciplina de Tecnologia e Meio Ambiente sem sentido. Como saber a quantidade de efluentes a ser lançada em um rio? Que quantidade de oxigênio dissolvido deve ter um rio para ser considerado de classe II? Seria proibida a instalação de um aterro sanitário próximo a um hospital? Tudo isso é tratado na legislação e leis ambientais pertinentes. Obviamente, não temos a intenção aqui de cobrir todo este assunto, mas oferecer ao estudante condições de fazer a correta interpretação das leis pertinentes, bem como ter a capacidade de entender a relação da força da legislação e suas consequências para o meio ambiente.

Direito Ambiental é um ramo do Direito bastante abrangente que disciplina o comportamento do ser humano em relação ao meio ambiente por meio de um conjunto de técnicas, regras e instrumentos jurídicos sistematizados e informados por princípios apropriados

Em outras palavras, o Direito Ambiental estuda as interações do homem com a natureza e os mecanismos legais para a preservação e a conservação do meio ambiente, para garantir a qualidade de vida das presentes e futuras gerações.

No Brasil, a **Constituição Federal** prevê em seu no artigo 225, que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à qualidade de vida. Impõe também, não só ao Poder Público, mas também a toda coletividade, a preservação para as presentes e futuras gerações.

A-Z

Constituição Federal

É a nossa lei maior, a nossa Carta Magna, é um instrumento de hierarquia máxima, que estabelece as normas organizacionais e mantenedoras do Estado.

Refleta sobre o texto que segue, extraído da Constituição Federal do Brasil de 1988.

Artigo 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988)

De acordo com o texto, retirado da Constituição Federal do Brasil de 1988, é possível afirmar que o nosso direito ao meio ambiente equilibrado está atualmente sendo preservado? A CF (Constituição Federal) do Brasil garante o direito de bebermos uma água limpa e saudável. Você teria coragem de beber a água do Rio Tietê em São Paulo?

Podemos refletir sobre várias questões ambientais sérias, e usaríamos todo este material descrevendo sobre vários dos nossos direitos ao meio ambiente de qualidade que simplesmente não são respeitados.

Mas a raiz do problema talvez seja bem mais simples do que se pode imaginar. Todos nós pensamos em deixar um mundo melhor para nossos filhos, mas não pensamos em deixar filhos melhores para nosso mundo. A questão ambiental passa necessariamente pela questão educacional, não só a educação escolar, mas a educação que agrega melhores valores para nossos filhos e netos.

O ato de jogar uma latinha pela janela do carro como se isto fosse normal e corriqueiro, não é um ato que respeita o direito ao meio ambiente equilibrado do qual trata a nossa Constituição da República Federativa do Brasil.

2.2 Legislação ambiental brasileira

Até a década de 60, a legislação ambiental no Brasil era incipiente. Somente no final da década de 70 e início da década de 80, sob forte pressão do Banco Mundial, que exigiu a previsão dos impactos ambientais de grandes obras, é que foi instituída no Brasil a Política Nacional do Meio Ambiente, por meio da Lei 6.938 em 31 de agosto de 1981.

A-Z

poluidor

É a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável direta ou indiretamente por atividade causadora de degradação ambiental. (BRASIL, 1981)

A Lei 6.938 ou Lei da Política Nacional de Meio Ambiente foi um marco histórico no desenvolvimento do Direito Ambiental no Brasil e estabeleceu que a responsabilidade objetiva dispensar a prova de culpa no caso de um possível dano ao ambiente, ou seja, para que um potencial **poluidor** seja penalizado, basta que se prove um nexo de causa e efeito entre a atividade desenvolvida por uma organização e um dano ambiental.

Em suma, um resíduo poluidor pode causar dano ambiental, mesmo que esteja sendo emitido em concentrações que obedecem aos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Pode penalizar o causador do dano ao pagamento de uma indenização ou, ainda, em caso de dano indireto, desde que seja provada sua relação com uma dada instituição, o poluidor será responsabilizado.

Trocando em miúdos: se um produtor de cana-de-açúcar, ao beneficiar a matéria prima, para a produção de álcool ou açúcar, jogar os resíduos em um corpo d'água, mesmo que em concentrações que obedecem aos parâmetros legais, poderá ser penalizado caso haja danos à vida humana ou animal, causados pelos resíduos da indústria sucroalcooleira.

Isso significa que, obedecer às normas ambientais da Resolução CONAMA 357, não exime o poluidor de penalizações em caso de acidente ambiental cuja causa esteja associada às suas atividades.

2.2.1 Estrutura organizacional do Sistema Nacional do Meio Ambiente

A Lei 6.938, além de instituir a Política Nacional de Meio Ambiente, criou o Sistema Nacional de Meio Ambiente (**SISNAMA**) que congrega os órgãos e instituições ambientais da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. Sua principal finalidade é dar cumprimento aos princípios previstos em leis e normas.

A estrutura organizacional do SISNAMA encontra-se demonstrada na Figura 2.1, e a função de cada órgão que a compõe é a seguinte:

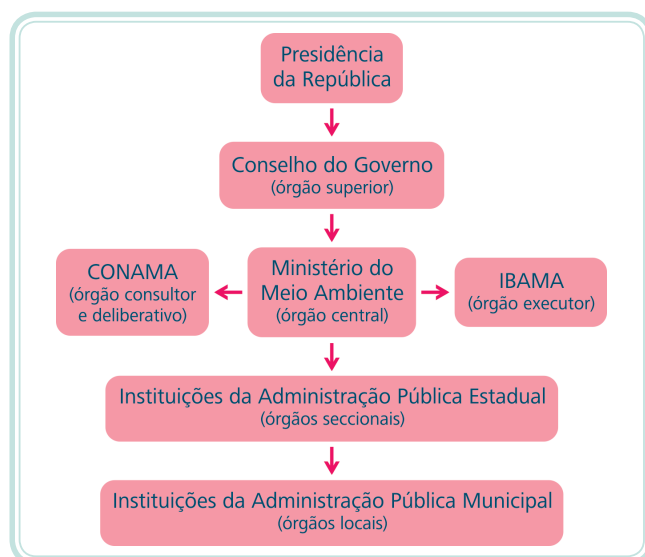


Figura 2.1: Fluxograma da estrutura organizacional do SISNAMA

Fonte: BRASIL, 1988 – Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981

- **Conselho do Governo** – é o órgão superior de assessoria ao Presidente da República na formulação das diretrizes e da política nacional do meio ambiente.
- **Ministério do Meio Ambiente (MMA)** – planeja, coordena, controla e supervisiona a política nacional e as diretrizes estabelecidas para o meio ambiente, executando a tarefa de congregar os vários órgãos e entidades que compõem o SISNAMA.
- **Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)** – é um órgão consultivo e deliberativo. Assessora o Governo e delibera sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente, estabelecendo normas e padrões federais que deverão ser observados pelos Estados e Municípios. Estes, por sua vez, possuem liberdade para estabelecer critérios de acordo com suas realidades, desde que não sejam mais permissivos.
- **Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA)** – é vinculado ao Ministério do Meio Ambiente. Formula, coordena, fiscaliza, controla, fomenta, executa e faz executar a política nacional do meio ambiente e da preservação e conservação dos recursos naturais.
- **Órgãos seccionais** – são órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos, controle e fiscalização das atividades degradadoras do meio ambiente.
- **Órgãos locais** – são órgãos municipais responsáveis pelo controle e fiscalização de atividades degradadoras.

2.2.2 Disposição da Lei 6.938

A Lei 6.938 está dividida em quatro capítulos e 21 artigos, os quais se apresentam com os seguintes princípios básicos:

Quadro 2.1: Capítulos da Lei n. 6.938 e seus artigos de forma resumida

	Art. 1º - Com base nos art. 23 e 225 da CF, cria a Política Nacional do Meio Ambiente, o SISNAMA e o Cadastro de Defesa Ambiental.
Capítulo I Da política Nacional do Meio Ambiente	Art. 2º - Identificam, de forma geral, os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente. Art. 3º - Dá algumas definições importantes de situações e atores afetados pela Lei 6.938.

<p>Capítulo II Dos Objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente</p>	<p>Art. 4º - Detalha os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente. Art. 5º - Define como serão formuladas as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente. Art. 6º - Define quem constituirá o SISNAMA e como ele será estruturado.</p>
<p>Capítulo III Do Conselho Nacional do Meio Ambiente</p>	<p>Art. 7º - Revogado pela Lei 8.028 de 1990, cria a Secretaria do Meio Ambiente como órgão de assistência direta e imediata ao Presidente da República, mantendo a criação do CONAMA e delegando ao poder executivo maior parte do poder de gestão, mas também garante a outras esferas da sociedade a sua participação. Art. 8º - Dá algumas competências ao CONAMA, independentes das que serão definidas pelo poder executivo.</p>
<p>Capítulo IV Dos Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente</p>	<p>Art. 9º - Definem os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (padrões de qualidade, zoneamento ambiental, avaliação de impactos ambientais, licenciamento ambiental, entre outros). Art. 10 - Reitera a questão do licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, remetendo aos órgãos estaduais a atribuição. Art. 11 até 21 - Definem as competências e obrigações dos órgãos governamentais explicitamente citados (SEMA, CONAMA e IBAMA), além de prever e determinar punições em casos específicos. Transforma em reservas algumas áreas de preservação permanente. Art. 19 - Vetado.</p>

Fonte: CAMERO, 2008

Após a homologação da Lei 6.938, novas leis, decretos, normas e resoluções foram promulgados, vindo a formar um sistema bastante completo de proteção ambiental, tanto em âmbito nacional como em âmbitos estadual e municipal.

As leis ambientais brasileiras são consideradas bastante avançadas e bem elaboradas no que diz respeito ao objeto proposto. O problema está na sua aplicação. Fatores dos mais diversos inviabilizam e tornam falha a sua execução. A ausência de fiscalização decente e eficiente, de punição eficiente e rigorosa e do cumprimento da lei em si torna a legislação ambiental falha e sem efeitos práticos.

O Anexo I apresenta uma compilação de importantes leis, decretos, normas e resoluções da legislação brasileira que tratam da prevenção e controle ambiental.

2.2.3 Legislação ambiental aplicável ao setor industrial

A evolução cronológica das leis e normas que regulamentam a atividade industrial no Brasil encontra-se apresentada no Quadro 2.2.

Quadro 2.2: Legislação ambiental aplicada à indústria

Data	Legislação	Conteúdo
14 de agosto de 1975	Decreto-Lei 1413	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocado por atividades industriais (regulamentado pelo Decreto 76623/75).
3 de outubro de 1975	Decreto 76.389	Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial.
2 de julho de 1980	Lei 6.803	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial.
25 de setembro de 1980	Decreto 85.206	Altera o Artigo 8º do Decreto 76.389/75 - dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial.
31 de agosto de 1981	Lei 6.938	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
15 de junho de 1988	Resolução CONAMA 06	Dispõe sobre licenciamento de atividades industriais e geração de resíduos.
15 de junho de 1989	Resolução CONAMA 05	Institui o PRONAR - Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar.
8 de março de 1990	Resolução CONAMA 01	Estabelece critérios e padrões para a emissão de ruídos, em decorrência de atividades industriais.
6 de dezembro de 1990	Resolução CONAMA 08	Estabelece limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) em fontes fixas de poluição.
5 de agosto de 1993	Resolução CONAMA 05	Dispõe sobre a destinação final de resíduos sólidos.
19 de dezembro de 1997	Resolução CONAMA 237	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. (Altera os artigos 3 e 7 da Res. 01).
10 de julho de 2001	Lei 10.257	Regula o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança, do bem estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.
31 de maio de 2004	NBR 10.004	Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.
17 de março de 2005	CONAMA 357	Classifica os corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Fonte: BRASIL, 1988

É importante destacar que após a criação da Política Nacional de Meio Ambiente, o CONAMA por meio de sua Resolução 06/88, impôs ao processo de licenciamento ambiental das atividades industriais a exigência das informações sobre a geração de seus resíduos, bem como da sua caracterização e disposição final. Esta resolução foi alterada em 1997 pela resolução 237, cujo artigo 1º, dá as seguintes definições:

- **Licenciamento Ambiental** – é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de **recursos ambientais** consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.
- **Licença Ambiental** – é ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pela pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou, aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.
- **Estudos Ambientais** – são todos os estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento apresentados como subsídio para a análise da licença requerida, como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.
- **Impacto Ambiental** – é todo impacto que afeta diretamente (área de influência direta do projeto) o todo ou parte, do território de dois ou mais Estados.

Na verdade, a legislação ambiental brasileira estimula práticas mitigadoras da poluição, falhando no aspecto da promoção, da prevenção e da geração de resíduos. Um poluidor sempre se preocupa com o quanto se joga de resíduos no meio ambiente, mas quase nunca evita que esses resíduos não sejam gerados, ou que não tenham como destino final o meio ambiente.

A-Z

recursos ambientais

É a atmosfera, as águas interiores, superficiais subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora. (BRASIL, 1981)

A reutilização, a reciclagem ou o reaproveitamento são pouco praticados no Brasil, até porque a legislação não prevê obrigatoriedade na prática dessas ações.

O Estatuto das Cidades ou Lei 10.257 de 2001 é um dos instrumentos de política urbana que estabelece o planejamento municipal com os seguintes instrumentos:

- Plano Diretor
- Disciplina do parcelamento do uso do solo e sua ocupação
- Diretrizes orçamentárias
- Zoneamento ambiental

O Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão institui que, o Plano Diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento do Município. O Plano Diretor é instituído por lei municipal para cidades com mais de 20 mil habitantes e estabelece as diretrizes para a ocupação da cidade. A disciplina do parcelamento do uso do solo e sua ocupação compreendem o zoneamento industrial, determinando a região em que serão localizados os estabelecimentos estritamente industriais, razão pela qual os resíduos gasosos, radiações, ruídos e vibrações que possam causar perigo à saúde e ao bem-estar da população estão localizados em regiões distantes das áreas residenciais. No zoneamento industrial, há necessidade de licença ambiental para que as indústrias realizem suas atividades com os mecanismos necessários ao combate à poluição.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) classificou por meio da NBR 10.004 de 2004, os resíduos sólidos em função da sua periculosidade e solubilidade em três classes:

- **Resíduos Classe I** – são perigosos, tendo periculosidade por inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
- **Resíduos Classe II** – são não inertes, podendo ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.
- **Resíduos Classe III** – são inertes, não representando maiores problemas para a saúde pública ou riscos para o meio ambiente.

Em relação ao lançamento de águas residuárias industriais, a Resolução CONAMA 357 de 2005 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões do lançamento de efluentes, definindo que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta resolução e, em outras normas aplicáveis.

No caso da Resolução CONAMA 357, suas disposições somente ditam ações mitigadoras para posterior lançamento de efluentes industriais em corpos d'água. Portanto, o tratamento tem como finalidade, neste caso, a diminuição das concentrações de agentes poluentes para níveis suportáveis pelos seres vivos que da água dependem. Isso significa que o efluente continuará com os mesmos agentes poluidores, porém em concentrações menores.

O ideal, nesta situação, seria prever uma forma de total eliminação das fontes poluidoras, ou a recirculação dos efluentes no processo industrial. Dessa forma, a potencialidade poluidora seria totalmente eliminada ao invés de mitigada.

2.3 Legislação ambiental internacional

Em 1972, na Conferência de Estocolmo, promovida pela ONU, na Suécia, foram discutidos: 1) a conscientização do público para a gravidade dos problemas ambientais; 2) o distanciamento entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento; e 3) os modelos de crescimento. Em 1987, surgiu a ideia de desenvolvimento sustentável, registrado no relatório "Nosso Futuro Comum", também conhecido como Relatório Brundtland, durante a reunião da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, promovida pela ONU.

Na década de 90, a consciência ecológica dos consumidores passou a exigir normas ambientais e qualidade na produção industrial. Iniciou-se assim, a discussão sobre gestão ambiental, e sobre a racionalização do uso de todos os **recursos naturais** renováveis ou não. Surgiram então, os selos verdes e os sistemas de certificação (Quadro 2.3). A Conferência Rio/92, também conhecida como ECO/92, foi o primeiro passo para a normalização ambiental internacional, onde se formou um grupo especial para elaborar as normas ambientais.

A-Z

recursos naturais

Elementos naturais bióticos ou abióticos utilizados pelo ser humano para satisfazer suas necessidades econômicas, sociais e culturais. (FEEMA, 1992)

Quadro 2.3: Selos verdes e sistemas de certificação

Ano	País	Denominação	Selo / Certificação	Sistema
1978	Alemanha	<i>Angel Blue</i>	Selo	-
1987		ISO 9.000	Certificação	Garantia da qualidade
1988	Canadá	<i>Ecologic Choice</i>	Selo	-
1989	Japão	<i>Eco Mark</i>	Selo	-
1990	EUA	<i>Green Gross</i>	Selo	-
		<i>Green Seal</i>	Selo	-
1992	Inglaterra	BS 7750	Certificação	Gestão ambiental
1996	Inglaterra	BS 8800	Certificação	Segurança e saúde do trabalho
1996		ISSO 14.00	Certificação	Gestão ambiental

Fonte: Adaptado de DIAMANTINO, OTTOBONI, 2004; SILVA, TIN OLIVEIRA, 1997

Os selos eram apenas um incentivo e um diferencial para os fabricantes demonstrarem ao consumidor que seus produtos estavam prontos para entrar no mercado sem a menor possibilidade de causar dano ambiental. Seria então necessário padronizar uma série de normas para regulamentar a situação ambiental nas empresas. Surgiram assim, as certificações ambientais, tendo a Inglaterra como precursora dos Sistemas de Gestão Ambiental, lançando, em 1992, os padrões britânicos (*British Standards*) BS 7750.

Em 1996, foram divulgadas as normas ISO 14.000 pela Organização Não Governamental (ONG) *International Organization for Standardization* (ISO) ou Organização Internacional para a Normalização. Essa organização foi fundada em 1947, em Genebra, na Suíça. Cada país membro da ISO possui um representante, sendo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) o representante do Brasil. Essa organização é a mesma que elaborou as normas ISO 9.000.

2.3.1 Normas ISO 14.000

As normas ISO 9.000 foram idealizadas para procurar atender aos requisitos de qualidade industrial, visando melhorar a qualidade do produto ou serviço e dar mais satisfação ao consumidor. As normas ISO 14.000 têm como objetivo estabelecer padrões internacionais de desempenho das empresas quanto ao gerenciamento ambiental e quanto à adoção de processos produtivos não prejudiciais ao meio ambiente.

Em resumo, as normas ISO 9.000 são o fundamento básico para um Sistema de Gestão da Garantia da Qualidade (SGQ). As normas ISO 14.000 são o alicerce para um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Futuramente, as normas

ISO 18.000 serão a base para o Sistema de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho (SSST).

As normas ISO 14.000 (Anexo II) podem ser divididas em dois blocos e seis áreas de abrangência, como se demonstra no Quadro 2.4:

Quadro 2.4: Blocos e áreas de abrangência da ISO 14.000	
Bloco	Processo produtivo
	Produto
Área de abrangência	Sistema de gestão ambiental
	Auditorias ambientais
	Selos verdes
	Avaliação de desempenho ambiental
	Análise do ciclo de vida do produto
	Termos e definições

Fonte: Baseado nos dados de PISSININ, 2002

2.3.2 Obtenção da certificação ambiental

Tanto as empresas quanto os produtos, isoladamente ou em conjunto, podem ser certificados quanto ao Sistema de Gestão Ambiental (SGA) ou quanto à rotulagem ambiental dos produtos por meio do “selo verde”. Nos selos são inseridas informações sobre o desempenho ambiental dos produtos.

As empresas interessadas na obtenção da certificação ISO 14.000 devem proceder da seguinte forma:

- Implantar e operacionalizar um SGA adequado à tipologia da organização empresarial.
- Elaborar a documentação dos procedimentos com base nas próprias normas ISO.
- Formular um pedido oficial a uma instituição certificadora, como a própria ABNT ou o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) que irá realizar as auditorias para a certificação.

A obtenção da certificação seguirá as seguintes etapas, segundo Sassi (s.d.):

1ª etapa: Análise da legislação pertinente, da documentação e das reclamações das partes interessadas relevantes;

2ª etapa: Diagnóstico da situação da empresa e definição dos recursos necessários;

3ª etapa: Treinamento gerencial e definição da estrutura organizacional;

4ª etapa: Treinamento dos multiplicadores;

5ª etapa: Treinamento e conscientização dos funcionários;

6ª etapa: Estabelecimento da política e das diretrizes;

7ª etapa: Estudo dos aspectos e impactos ambientais;

8ª etapa: Classificação dos impactos e definição dos procedimentos operacionais;

9ª etapa: Quantificação, segregação e destinação dos resíduos;

10ª etapa: Normalização dos processos influentes (referencial ISO e das boas práticas de manufatura quando aplicável) – documentação do sistema;

11ª etapa: Implantação das normas estabelecidas;

12ª etapa: Implementação do processo de melhoria contínua;

13ª etapa: Pré-auditoria e auditoria da certificação.

Resumo

Em se tratando de um assunto tão delicado e complexo, como meio ambiente e desenvolvimento tecnológico, é primordial a existência de parâmetros legais para regulamentar e dispor, sobre os mecanismos legais que regem a conduta do homem com relação ao meio ambiente. Obviamente, todos desejam usufruir o meio ambiente, à sua maneira, tudo que ele pode proporcionar, entretanto, seria quase absurdo que todos nós sugássemos da natureza tudo que ela pode proporcionar, isso a levaria à exaustão e em consequência disso a um colapso do ecossistema.

Para sanar, ou melhor, mitigar os impactos ambientais oriundos das necessidades humanas, leis e normas foram elaborados a fim de proteger o frágil

ecossistema que tanto usufruímos. Neste sentido, foi criada no Brasil a Resolução CONAMA 357 de março de 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, essa resolução também estabelecem padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.

Tal resolução surgiu em função de uma diretriz da Constituição da República Federativa do Brasil, em que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, o que significa que o meio ambiente é um direito que todos nós temos, e, portanto, um direito público que deve ser garantido pelo Poder Público.

Nessa aula estudamos, portanto, o que é e do que se trata a Resolução CONAMA 357, quando e como foi criada a legislação ambiental brasileira, a estrutura organizacional do Sistema Nacional do Meio Ambiente e outras legislações pertinentes e relativas ao meio ambiente.

Conceituamos e estudamos o que é o licenciamento ambiental, a licença ambiental e do que se tratam os estudos ambientais. O ápice desta aula chega com a definição de impacto ambiental, um dos objetivos fins deste capítulo, visto que é exatamente o que se tenta evitar com os estudos ambientais.

Entendemos também o que são resíduos de Classe I, Classe II e Classe III. Fizemos uma breve revisão sobre a Legislação Ambiental Internacional pertinente e demos um breve aprofundamento sobre a norma ISO 14.000 que trata dos dispositivos legais para certificação ambiental para comunidade empresarial e industrial de todo o mundo, algo muito importante haja vista que se trata de acordo de comércio internacional cujo objetivo fim é a preservação ambiental. Foram vistas, de forma muito sucinta a ISO 9.000, BS 7750, *Angel Blue*, etc.

Atividades de aprendizagem

1. Imagine a seguinte situação: de um lado um produtor de grande porte cultiva cana-de-açúcar para a produção de açúcar para abastecimento do mercado interno. Do outro, uma empresa de tratamento e abastecimento de água coleta, trata e distribui a água na mesma região do produtor de cana. Na época de seca há uma diminuição dos níveis do reservatório de água da região. Dá-se então o início de um conflito de interesses relativos ao uso da água entre o produtor de cana e a empresa de abastecimento. A ANA (Agência Nacional de Águas) que regulamenta



Para saber mais e fundamentar a justificativa da questão 1 acesse: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/l9433.htm>

e fiscaliza os usos múltiplos da água, intervêm para resolver esse conflito de interesses. Baseado na Lei n. 9.433 de 1997, para quem a ANA deve conceder prioridade no uso da água? Justifique sua resposta.

2. Qual a diferença entre Lei Ordinária e Lei Complementar? A Lei Ordinária é menos importante do que Lei Complementar?
3. A Constituição garante o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Quando um produtor usa uma grande área para cultivo de cana-de-açúcar para produção de álcool, o seu direito ao meio ambiente equilibrado está sendo respeitado? Por quê?
4. É sabidamente conhecido que a legislação ambiental brasileira é a mais bem elaborada e completa do mundo. Diga e justifique se nossa legislação atende, na prática, aos objetivos de preservação ambiental.
5. Na certificação ambiental, que fator é primordial para a obtenção da certificação da ISO 14.000? Seria possível realizá-la nos moldes de produção de açúcar e álcool no Brasil? Justifique sua resposta.
6. Baseando-se no Quadro 2.3, que selo ou certificação seria mais adequado à produção de açúcar? E de álcool? Os dois tipos de produção poderiam ter a mesma certificação de modo a serem eficientes e atenderem à legislação?
7. Como se classifica o bagaço resultante da produção de açúcar e de álcool de acordo com a NBR 10.004 de 2004? Leve em consideração o bagaço puro e um bagaço contaminado com metais pesados absorvidos do solo durante o crescimento.
8. Como você classificaria, segundo a Resolução CONAMA 357, o efluente gerado numa indústria de açúcar? E de álcool? O resíduo gerado poderia ser lançado no corpo d'água sem tratamento? Explique.

Aula 3 – Caracterização dos efluentes e resíduos sólidos industriais e tipos de tratamento

Objetivos

Conhecer os parâmetros físicos, químicos e biológicos que caracterizam os efluentes gerados em um processo industrial.

Conhecer e compreender os métodos, níveis e tecnologias de tratamentos de efluentes e resíduos sólidos industriais, em especial das usinas de álcool e açúcar de cana.

3.1 Parâmetros característicos dos efluentes

Em qualquer atividade industrial é inevitável a produção de resíduos, sejam sólidos ou líquidos. Não seria diferente no beneficiamento da cana-de-açúcar e outros produtos agroindustriais. Dessa forma, em qualquer resíduo gerado há uma composição química e física diferenciada que o caracteriza, e é nesta composição físico-química que se baseiam os métodos de tratamento existentes, bem como a determinação de suas características. Neste sentido, serão abordadas nesta aula as técnicas e caracterizações de efluentes industriais e de resíduos sólidos, e os tipos de tratamento existentes.

A forma mais apropriada de destinação dos resíduos gerados em um processo industrial dependerá das características do efluente, tanto para reuso, quanto para tratamento a fim de atender aos padrões de emissão exigidos na legislação ambiental. A caracterização desses resíduos (sólidos, líquidos ou gasosos) se dá mediante a determinação de um conjunto de parâmetros físicos, químicos e biológicos (Quadro 3.1)

Quadro 3.1: Exemplos de parâmetros físicos, químicos e biológicos de caracterização dos resíduos

Parâmetros		
Físico	Químico	Biológico
Calor específico	Alcalinidade	Algas
Compressibilidade	Condutividade	Bactérias
Cor aparente	Demanda bioquímica de oxigênio	Coliformes fecais
Cor verdadeira	Demanda química de oxigênio	Coliformes totais
Peso específico aparente	Dióxido de carbono	Fitoplânctons
Porosidade	Dioxinas	Helmintos
Sabor e odor	Dureza	Rotíferos
Sólidos sedimentáveis	Fenóis	Zooplâncton
Sólidos totais	Ferro total	Vírus
Temperatura	Fósforo	Fungos
Teor de umidade	Nitrogênio	Protozoários
Turbidez	Oxigênio dissolvido	
Vazão	pH	
Ponto de fulgor	Sólidos dissolvidos	

Fonte: APHA, AWWA, WEF, 1998

O conjunto de parâmetros característicos do resíduo permitirá definir quais os métodos de tratamento necessários para remover, decompor, degradar e/ou estabilizar as impurezas existentes nos resíduos.

É importante lembrar que cada tipo de resíduo (sólido, líquido ou gasoso) é caracterizado por um conjunto específico de parâmetros. Esses parâmetros são determinados por análises físico-químicas e biológicas, através de técnicas de análises volumétricas, gravimétricas ou instrumentais. Os métodos instrumentais são os mais utilizados por demandarem menor tempo de análise, entretanto são mais dispendiosos, além de requerer calibração periódica dos equipamentos. A maioria das técnicas analíticas está prescrita, em livro de padrão internacional de análises físico químicas de água e águas residuárias, chamado **Standard Methods** (APHA, AWWA, WEF, 1998). Outras literaturas também consagradas existem para análise e avaliação da qualidade da água e efluentes.

3.1.1 Significado físico dos parâmetros característicos dos resíduos

A interpretação dos resultados das análises físico-químicas e/ou biológicas de caracterização dos resíduos pode ser feita individualmente ou em conjunto. A interpretação individual está fundamentada no significado físico de cada

parâmetro analisado naquele instante e naquelas condições. Já a interpretação dos resultados de um conjunto de parâmetros analíticos irá mostrar a estreita relação existente entre alguns parâmetros e a influência que cada um exerce no outro. Essa avaliação conjunta dará maiores possibilidades de deduções a respeito das propriedades físico-químicas e biológicas do resíduo.

Obviamente, esta análise em conjunto dos parâmetros físico-químicos nem sempre é simples, mas hoje há a disposição no mercado um grande número de programas multifuncionais e multiparâmetros que podem, com relativa facilidade, trazer à luz maiores e melhores interpretações de resultados analíticos.

O significado físico detalhado de cada parâmetro físico, químico e biológico de caracterização dos resíduos encontra-se no Anexo III. Nesse sentido, na caracterização dos efluentes industriais podemos dividir as análises em três tipos ou grupos: as físicas, as químicas e as biológicas, assim o Quadro 3.2 traz a explicação do que cada grupo de análises revela em termos de características do efluente em análise.

Obviamente não se deve confundir tipos/grupos de análises físico-químicas e biológicas com parâmetros físico-químicos e biológicos. Os parâmetros e grupos de análises apesar de inter-relacionados não são a mesma coisa. Fazemos um similar com a biologia, quando estudamos os reinos, filos, classe, etc, existe uma escala de grandeza nessa escala de classificação, ou seja, a espécie de um animal está contida em um gênero de animais. Comparando, ficaria:

espécie = parâmetros físico-químicos e biológicos

gênero = tipos/grupos de análises físico-químicas e biológicas

Logo, ao ler o Anexo III deve-se pensar em nível de gênero e, quando for ler e interpretar o Quadro 3.2, deve-se compará-la à espécie.

O diagrama da Figura 3.1 pode ajudar a entender melhor o que são grupos e o que são parâmetros dentro das análises físico-químicas e biológicas.

Quadro 3.2: Significado físico-químico e biológico dos grupos de análises existentes

Característica	Física	Revela os aspectos de ordem estética cujo teor acentuado pode causar certa repugnância, sendo geralmente perceptíveis aos sentidos humanos, independentemente de um exame.
	Química	Indica o conteúdo mineral (matéria inorgânica), através dos íons presentes no resíduo. Determina o grau de contaminação, permitindo determinar as possíveis fontes dos principais poluentes. Permite também a avaliação do equilíbrio bioquímico, por meio dos nutrientes, necessário à manutenção da vida microbológica nos tratamentos biológicos dos resíduos.
	Biológica	Revela os micro-organismos presentes nos resíduos que participam das transformações da matéria nos ciclos biogeoquímicos como o do nitrogênio (N), do fósforo (P), do enxofre (S), do mercúrio (Hg), do carbono (C) e da água (H ₂ O). Possibilita a determinação da potencialidade de um resíduo ser portador de agentes causadores de doenças. Esta determinação pode ser feita de forma indireta, através dos organismos indicadores como por exemplo, os coliformes fecais presentes nas fezes do ser humano e dos animais de sangue quente, indicando a possível presença de outros organismos causadores de problemas à saúde.

Fonte: Adaptado de APHA, AWWA, WEF, 1998

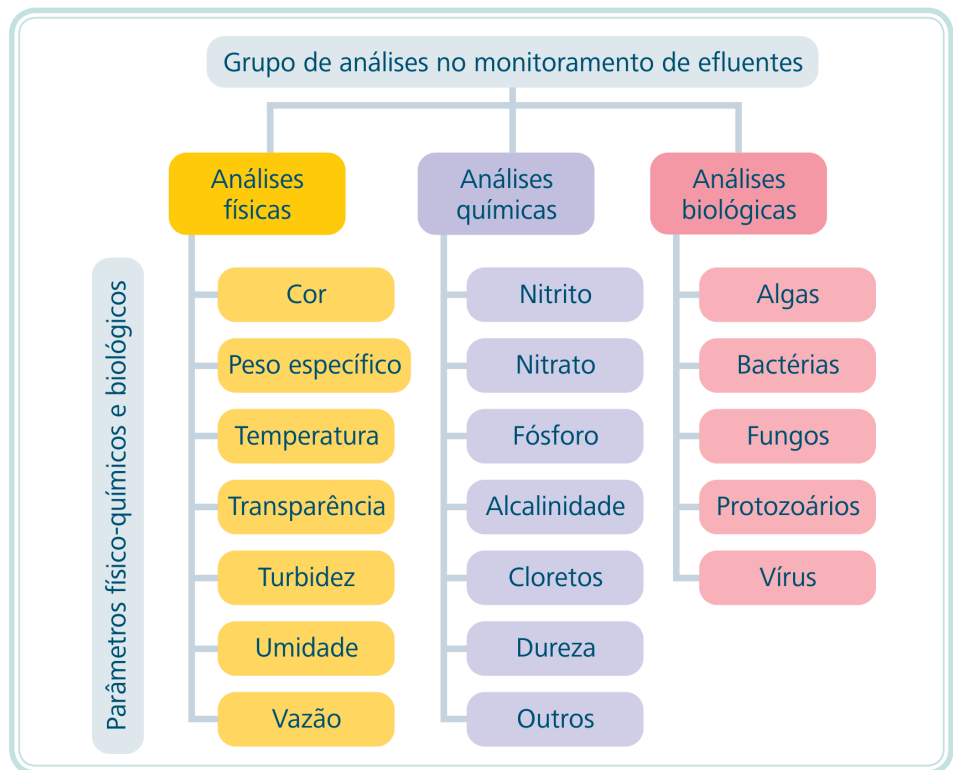


Figura 3.1: Diagrama de hierarquia de grupos e parâmetros físico-químicos e biológicos para análises de águas e efluentes

Fonte: Adaptado de: APHA, AWWA, WEF, 1998; VOGEL, A. I. et. al., 1992

3.1.2 Caracterização de resíduos da cana-de-açúcar

Os resíduos agroindustriais, não diferentemente de outros tipos de resíduos, são um grande problema na produção industrial. Normalmente esses resíduos não recebem um tratamento adequado na agroindústria e, como consequência, acabam parando em aterros sanitários ou são despejados de forma inadequada ou fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nos rios, lagos, córregos de determinadas regiões. Isso pode gerar problemas ambientais e sanitários graves cuja reparação pode ser tardia.

Nesse sentido, a indústria de cana-de-açúcar gera dois tipos de resíduos na produção de açúcar e álcool: (1) o sólido e (2) o líquido.

O resíduo líquido também conhecido como efluente, recebe um nome bastante conhecido na agroindústria: a vinhaça. Este resíduo tem um cheiro forte, irritante e muito ruim. É comum em regiões produtoras de álcool o mau cheiro resultante deste tipo de resíduo. A destinação final mais comum deste tipo de resíduo é a sua pulverização nas áreas de plantio ou, após tratamento prévio adequado, reutilizá-lo dentro do próprio processo de produção do álcool e açúcar.

Em função da facilidade de a cana absorver, no seu processo de crescimento, metais pesados, agrotóxicos e seus derivados, a vinhaça resultante do beneficiamento da cana pode conter altos níveis desses perigosos produtos químicos, portanto, inviabilizando seu descarte nos corpos d'água de uma região, sem tratamento químico prévio.

O resíduo sólido proveniente do beneficiamento da cana-de-açúcar apresenta-se na forma de fragmentos finos resultantes das várias moagens pelas quais passam os talos da cana. Estes fragmentos possuem umidade muito menor do que a da cana original (cerca de 35% de umidade) e, portanto, é necessário um tratamento diferenciado do da vinhaça. Normalmente usa-se a compostagem como alternativa de tratamento desse resíduo sólido.

3.2 Métodos de tratamento

A partir da caracterização dos resíduos, identificam-se suas propriedades físicas, químicas e biológicas, a partir daí é possível optar pelo método de tratamento mais apropriado, que pode ser de natureza física, química e biológica.

3.2.1 Natureza e tamanho das partículas presentes nos resíduos

Em geral, as partículas presentes nos resíduos sólidos, líquidos e gasosos são da seguinte natureza:

- Sólidos dissolvidos (partículas ionizadas)
- Gases dissolvidos ou não (partículas moleculares)
- Compostos orgânicos dissolvidos (partículas moleculares)
- **Colóides** dispersos (partículas coloidais)
- Matérias em suspensão (micro-organismos: bactérias, algas e fungos)
- Matérias flutuantes (óleos, graxas, gorduras, folhas, galhos e outros), no caso de fluidos
- Siltes (argila, areia e outros)

A-Z

colóides

São partículas dispersas em meio líquido, maiores do que as moléculas, porém não são suficientemente grandes para se depositarem pela ação da gravidade. As partículas coloidais têm dimensões entre 1 a 100 mm ou 1 a 100 nm.

As partículas de dimensões atômicas, iônicas e moleculares apresentam-se em tamanhos inferiores a 10 \AA ($0,001 \text{ \mu m}$ ou 10^{-9} m), invisíveis a olho nu. As partículas de diâmetros na faixa de 10 a 1.000 \AA são classificadas como partículas coloidais, visíveis ao microscópio. E as partículas que apresentam diâmetros superiores a 1.000 \AA ($0,1 \text{ \mu m}$ ou 10^{-7} m) são as suspensões, visíveis ao microscópio ou a olho nu, quando se trata das suspensões grosseiras (Figuras 3.2 e 3.3).

As partículas flutuantes e as partículas suspensas maiores que $1,0 \text{ \mu m}$ (10^{-6} m), normalmente são removidas por flotação (no caso da água, por serem menos densas) ou por sedimentação (por ação gravitacional). Entretanto, as partículas coloidais e alguns zooplânctons, como ilustrado na Figura 3.2, são difíceis de serem removidos.

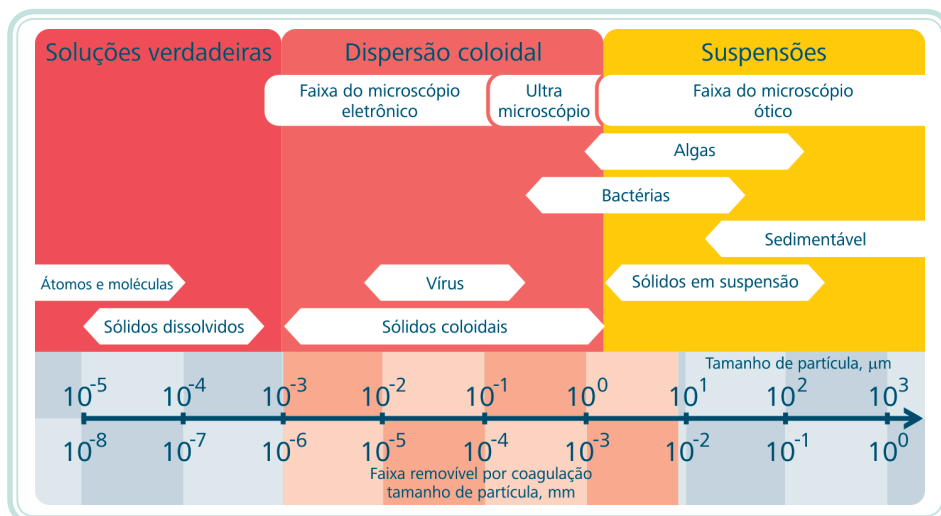


Figura 3.2: Distribuição dos tamanhos de partículas dispersas no meio

Fonte: Adaptado de PAVANELLI, 2001

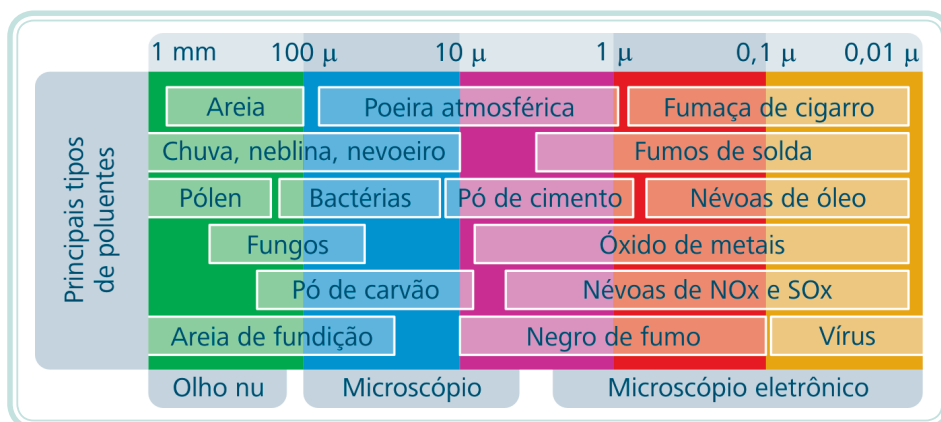


Figura 3.3: Tamanho de partículas presentes no ar

Fonte: Adaptado de PERRY, CHILTON, 1980

3.2.2 Métodos de remoção de impurezas

As impurezas presentes nos resíduos são removidas por meio dos seguintes métodos de tratamento:

- Físicos
- Químicos ou físico-químicos
- Biológicos ou bioquímicos

A Figura 3.4 exemplifica alguns desses métodos. O método biológico é o menos dispendioso, quando comparado com os outros métodos.



Figura 3.4: Principais métodos de tratamento de efluentes líquidos

Fonte: Adaptado de FREIRE et al., 2000

Os métodos de tratamento físico, químico e biológico dos efluentes, tanto líquidos, quanto sólidos e gasosos, são realizados por meio de operações unitárias e conversões químicas (ou processos químicos). Sendo as operações unitárias consideradas transformações físicas e os processos químicos transformações químicas, físico-químicas, biológicas ou bioquímicas. Essas transformações são realizadas em uma unidade de tratamento. Por esta razão, são chamadas de operações ou processos unitários que constituem os equipamentos de tratamento (Quadro 3.3).

Quadro 3.3: Operações e processos unitários destinados à remoção das impurezas e seus equipamentos correspondentes

Método	Remoção	Operação/Processo	Equipamento
Biológico ou bioquímico	Matéria orgânica biodegradável	Aeróbia	Tanque, lagoa ou reator biológico
		Anaeróbia	
		Enzimática	
		Compostagem	

Método	Remoção	Operação/Processo	Equipamento
Físico	Sólidos flutuantes grandes Sólidos em suspensão Areia Óleos Gorduras	Peneiramento	Peneiras
		Separação	Telas
		Gradeamento	Grades
		Desarenação ou sedimentação	Caixas de areia
		Separação ou flotação	Tanques de separação de óleos e gorduras
		Decantação	Decantadores
		Mistura ou agitação	Tanques com agitadores
		Filtração	Filtros
		Centrifugação	Ciclones
Químico ou físico-químico*	Remoção de colóides Remoção de cor e/ou turbidez Neutralização de ácidos Neutralização de álcalis Remoção de metais Remoção de óleos Inativação de antibióticos ou hormônios Degradação (matéria orgânica não biodegradável)	Coagulação/floculação	Tanque ou reator químico
		Precipitação química	Tanque ou reator químico
		Cloração	Tanque ou reator químico
		Reação fenton	Tanque ou reator químico
		Incineração	Incinerador
		Ozonização	Ozonizador
		Fotodegradação ou Radiação	Lâmpada ou filamento de radiação
		Eletroquímico	Tanque, reator ou cuba eletrolítica

*Geralmente realizado com adição de produtos químicos, acompanhado de reação química.
Fonte: PERRY, Chilton, 1980; METCALF, Eddy, INC., 1991

3.3 Níveis de tratamento

O sistema de tratamento de efluentes ou planta de tratamento de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) deve ser encarado como uma unidade industrial onde a matéria-prima (efluente bruto) é transformada em um produto final (efluente tratado) e, finalmente, disposta adequadamente. Nas etapas de transformação da matéria-prima, o resíduo bruto é uma sequência de operações unitárias e/ou processos químicos até a obtenção do produto desejado, o resíduo tratado. Essas etapas podem ser divididas nos seguintes níveis de tratamento:

- Tratamento preliminar
- Tratamento primário

- Tratamento secundário
- Tratamento terciário

Cada nível de tratamento tem a finalidade de remover as impurezas contidas no efluente (Figura 3.5). A separação das impurezas geralmente se dá por ordem de tamanho das partículas, da maior para a menor. Cada nível tem por objetivo melhorar o desempenho de tratamento da unidade operacional ou processual seguinte.

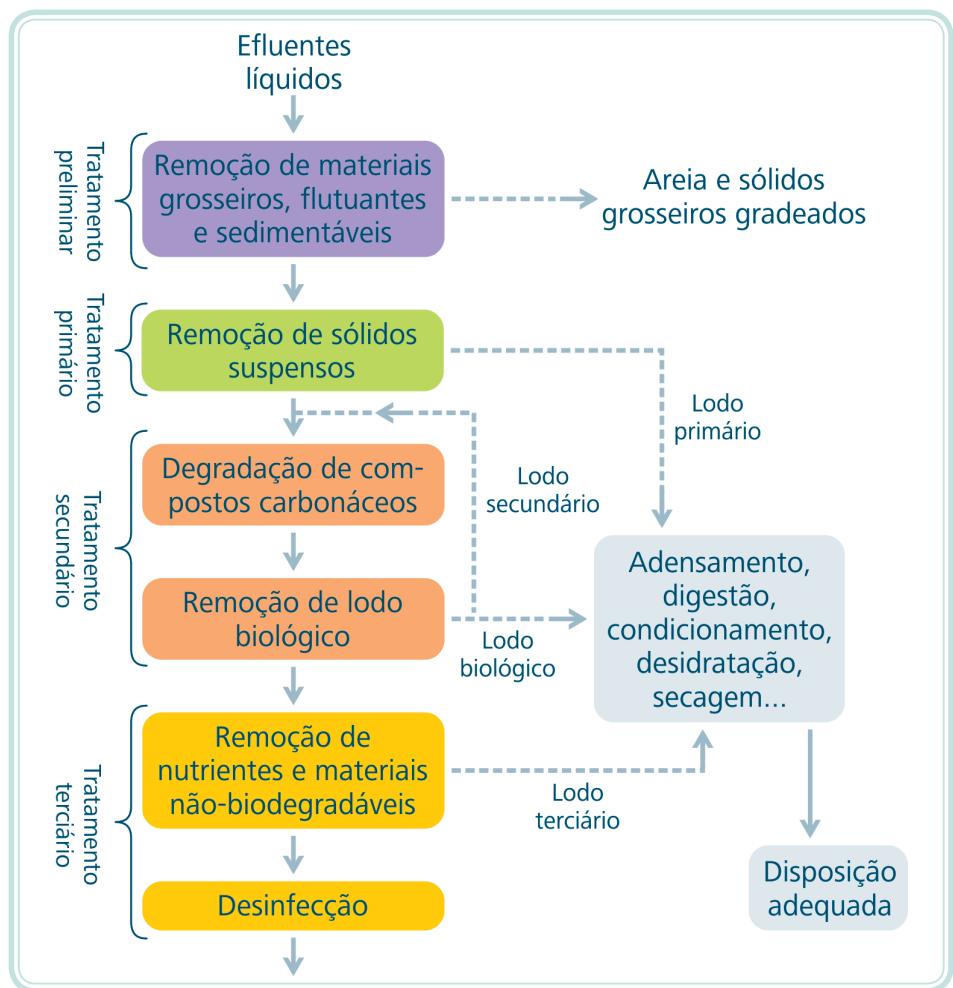


Figura 3.5: Fluxograma dos níveis de tratamento de efluentes

Fonte: Adaptado de CAMPOS, 1994



Para saber sobre tratamento preliminar acesse:
http://www.kurita.com.br/adm/download/Etapas_do_Tratamento_de_Efluentes.pdf

3.3.1 Tratamento preliminar

O tratamento preliminar destina-se basicamente à remoção de sólidos grosseiros e de areia. Prepara o efluente para ser tratado posteriormente, ou sofrer condicionamento. Esse tratamento deverá ser eficiente para garantir o bom

funcionamento das etapas seguintes. A questão é: qual é o nível de eficiência adequada para a etapa seguinte? Tudo vai depender das características químicas, físicas, físico-químicas e biológicas do efluente a ser tratado.

3.3.2 Tratamento primário

O tratamento primário é empregado na remoção de sólidos sedimentáveis em suspensão, sólidos flutuantes e componentes específicos, como por exemplo: poluentes inorgânicos, azo-corantes, metais pesados, suspensões finas, e componentes biologicamente ativos (hormônio, antibióticos, antirretrovirais e outros).

Após o tratamento preliminar, de onde foram retirados sólidos grosseiros e areia, o efluente ainda contém sólidos em suspensão, constituídos em sua maior parte, de matéria orgânica. Essa matéria orgânica em suspensão, de sedimentação mais lenta, pode ser removida em tanque de decantação primária de formato circular ou retangular.

Os componentes específicos exemplificados anteriormente, somente serão removidos se for empregado um tratamento químico ou físico-químico. Esse tipo de tratamento é realizado em reatores específicos e pode ser projetado como um pré-tratamento, quando o efluente que contém esse componente específico for segregado das demais linhas de resíduos.

3.3.3 Tratamento secundário

O tratamento secundário consiste na remoção da matéria orgânica biodegradável ou não, por meio de um processo unitário biológico ou bioquímico ou por processo unitário químico ou físico-químico. A matéria orgânica biodegradável é naturalmente removida (degradada, estabilizada ou mineralizada) por meio da biodegradação. A matéria orgânica não biodegradável é removida, em geral, por meio de uma reação química ou físico-química. O nível secundário é a principal etapa do tratamento do efluente, onde ocorre a maior porcentagem de remoção de poluentes.

O processo biológico ou bioquímico é denominado de biodegradação. Pode ocorrer na presença de oxigênio, chamado tratamento aeróbio, ou na ausência de oxigênio que é o tratamento anaeróbio. A biodegradação nada mais é do que a decomposição da matéria orgânica, altamente energética (carboidratos, proteínas, uréias, surfactantes ou detergentes, gorduras, óleos, fenóis, pesticidas e outros) em substâncias mais simples e menos energéticas (dióxido de carbono, água, gás amônia, gás metano, gás sulfídrico e outros).

O tratamento aeróbio é a biodegradação da matéria orgânica na presença de oxigênio. As bactérias, ao metabolizarem a matéria orgânica, respiram, crescem e se reproduzem, consumindo o oxigênio. Esse processo de oxidação da matéria orgânica (no interior ou fora da célula bacteriana) transforma a matéria carbonácea ou nitrogenada em substâncias mais simples, como o gás carbônico (CO₂) e a água (H₂O), onde é liberada a energia necessária ao crescimento bacteriano.

O tratamento anaeróbio é a biodegradação da matéria orgânica sem oxigênio. A matéria orgânica sedimentada ou compactada forma um ambiente anóxico como o lodo, a camada bentônica, a compostagem, a fossa asséptica. Nesses ambientes, sem oxigênio, a matéria orgânica sofre degradação por micro-organismos anaeróbios, convertendo a matéria carbonácea ou nitrogenada em gás carbônico (CO₂), água (H₂O), metano (CH₄), gás sulfídrico (H₂S), mercaptanas entre outros.

3.3.4 Tratamento terciário

O tratamento terciário consiste na remoção de sólidos em suspensão, redução da carga orgânica remanescente e remoção de organismos patogênicos (desinfecção). Muitas vezes, o tratamento terciário é necessário para reduzir as concentrações de nitrogênio e fósforo, procedentes do efluente do tratamento secundário. Quando a disposição do efluente proveniente do tratamento secundário é realizada no solo ou lagoas de estabilização, muitas vezes, ocorre uma considerável remoção de micro-organismos patogênicos, dispensando a etapa de desinfecção.

O grau de eficiência dos níveis de tratamento obedece à seguinte formulação:

$$\eta (\%) = \frac{C_0 - C}{C} \cdot 100$$

Sendo, a eficiência de remoção do poluente, em %; **C₀** é concentração do poluente que entra na unidade de tratamento, em mg/L; e **C** é concentração do poluente que sai da unidade de tratamento, em mg/L. É importante compreender que o grau de eficiência do tratamento é limitado em função do nível de tratamento e da espécie a ser removida, como está demonstrado na Quadro 3.4.

Quadro 3.4: Eficiência dos níveis de tratamento

Item	Nível de tratamento		
	Preliminar	Primário	Secundário
Poluente removido	Sólidos grosseiros	Sólidos sedimentáveis DBO em suspensão	Sólidos não sedimentáveis DBO em suspensão fina DBO solúvel Nutrientes (parcial) Patogênicos (parcial)
Eficiência de remoção	-	SS: 60 – 70% DBO: 30 – 40% Coliformes: 30 – 40% DQO: ?	DBO: 60 – 99% Coliformes: 60 – 99% Nutrientes: 10 – 50%
Método de tratamento predominante	Físico	Físico ou químico	Biológico ou químico ou Químico + Biológico
Cumpe o padrão de lançamento?	Não	Não	Usualmente sim

Fonte: Adaptado de VON SPERLING, 1996

A-Z

DBO

Demanda bioquímica de oxigênio indica, de forma indireta, a quantidade de matéria orgânica biodegradável.

3.4 Tecnologias de tratamento

As tecnologias de tratamento de resíduos mais conhecidas estão apresentadas no Quadro 3.5. Os tratamentos mais baratos são aqueles onde ocorrem a biodegradação, uma vez que o processo é naturalmente realizado pelas bactérias. Entretanto, quando o teor de matéria orgânica não biodegradável é elevado, faz-se necessário o emprego de tecnologias alternativas e/ou avançadas, a fim de que o tratamento do efluente atinja os padrões de lançamento exigidos pela legislação ambiental.

Quando um efluente líquido (água residuária) apresentar a relação entre a Demanda Química de Oxigênio (**DQO**) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) maior do que 2, $DQO/DBO > 2$, há indicação da presença de matéria orgânica não biodegradável. Porém, se essa matéria orgânica não biodegradável é poluidora ou não, somente se saberá após a investigação de sua origem na linha de produção ou por meio de ensaios biológicos.

A-Z

DQO

Demanda química de oxigênio, indica a quantidade total de matéria orgânica, biodegradável e não biodegradável.

Quadro 3.5: Tecnologias de tratamento de resíduos

Efluentes	Tecnologia	Descrição
Sólido	Compostagem	Processo biológico que reduz o volume dos resíduos e os transforma em composto a ser utilizado na agricultura como condicionante do solo
	Incineração	O resíduo entra em combustão (queima), decompondo-se em gases e cinzas (material inorgânico). Seu custo é bastante elevado, sendo necessário rigoroso controle da emissão dos gases poluentes
	Pirólise	É uma destruição térmica (~1.000°C), em que o calor é absorvido na ausência de oxigênio. As substâncias à base de carbono são decompostas em combustíveis gasosos ou líquidos e carvão
	Autoclavagem	O resíduo é esterilizado numa câmara estanque. Inicialmente gera-se vácuo; depois injeta-se vapor d'água (105-150°C). Após certo tempo, os resíduos se tornam estéreis
	Micro-ondas	Os resíduos são triturados, umedecidos com vapor d'água a 150°C e colocados num forno de micro-ondas, onde são revolvidos, assegurando a distribuição uniforme da radiação de micro-ondas na massa residual
	Radiações ionizantes	Os resíduos são expostos aos raios gama gerados por uma fonte enriquecida de cobalto 60 que inativa os micro-organismos
	Desativação eletrotérmica	Uma dupla trituração é feita previamente, seguida pela exposição do resíduo a um campo elétrico de alta potência gerado por ondas eletromagnéticas de baixa frequência, a uma temperatura entre 95 e 98°C
	Adensamento de lodo	A sedimentação aumentará a concentração de sólidos através da remoção parcial da água sobrenadante
	Desidratação de lodo	A redução do teor de umidade do lodo é feita em leitos de secagem ou centrifugação
Líquido	Lagoas de estabilização	São grandes tanques escavados no solo onde ocorre um tratamento natural por bactérias aeróbias, anaeróbias ou facultativas
	Sistema australiano	É uma série de lagoas: anaeróbia, aeróbia ou facultativa e de maturação, onde a água residuária é tratada naturalmente por bactérias anaeróbias, aeróbias ou facultativas. Os nutrientes (nitrogênio e fósforo) são removidos da lagoa de maturação
	Sistema de lodo ativado	Conjunto integrado composto de tanque de aeração, decantador e recirculação de lodo. O efluente passa pelo reator aerado onde sofre degradação biológica; depois vai para o decantador onde o efluente é clarificado pela decantação dos sólidos (biomassa), formando o lodo de fundo. O lodo formado por bactérias ainda ávidas por matéria orgânica é recirculado para o reator
	Reator UASB	Reator <i>up flow anaerobic sludge blanket</i> (UASB) ou anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (RAF). O efluente bruto passa de forma ascendente por uma manta de lodo que contém bactérias anaeróbias, produzindo um efluente clarificado e gás que são queimados em um flare
	Precipitação química	Consiste na adição de um reagente para remover os sólidos dissolvidos em água residuária tornando-os sólidos insolúveis. É necessário um decantador secundário para remoção do lodo gerado

Efluentes	Tecnologia	Descrição
Líquido	Coagulação/ floculação	Remove sólidos em suspensão, desestabilizando os colóides pela adição de coagulante, ocorrendo em seguida a floculação, com auxílio de um polímero floculante. O lodo formado deverá ser removido por decantação
	Reagente de Fenton	Processo Oxidativo Avançado (POA), com a formação de radicais hidroxila (OH) a partir da decomposição catalítica do peróxido de hidrogênio pelo ferro (II), em meio reacional fortemente ácido. Usado na degradação de matéria orgânica não biodegradável
	Processo eletroquímico	Reações de oxidação e redução ocorrem dentro de uma cuba eletrolítica, na qual há formação de lodo que é separado do líquido por meio de flotação ou decantação e da clarificação de certos tipos de águas residuárias
Gasoso	Absorção	É uma lavagem dos gases poluentes em contracorrente que se transferem da fase gasosa para fase líquida
	Adsorção	Remoção de poluentes seletivos em baixas concentrações, como os odores. O meio adsorvente é um material sólido, poroso e de grande área superficial
	Centrifugação	Separação gás-sólido. A separação ocorre por força centrífuga em ciclones
	Combustão	Promove a queima de gases inflamáveis em ambiente aberto
	Filtração	Remoção de partículas sólidas do gás. Os filtros são geralmente instalados na saída das chaminés
	Incineração	Ocorre numa câmara de combustão com paredes de material refratário onde o resíduo é exposto em chama direta. A combustão do resíduo é uma oxidação dos poluentes

Fonte: VON SPERLING, 1996; METCALF, EDDY, 1991

Observe que, de acordo com o Quadro 3.5, há inúmeras maneiras de mitigação da poluição, seja ela veiculada pelo ar, água ou solo.

Porém, é necessário observar um trabalho de mudança de hábitos de consumo, de modo que não haja somente uma mitigação dos impactos ambientais, mas uma mudança nos padrões de consumo e no modo de vida, de maneira que, ao invés de mitigar a degradação do meio ambiente, possamos, num futuro próximo, conviver harmonicamente com a natureza sem que para isso tenhamos que destruí-la.

3.5 Compostagem

Como alternativa de tratamento para o resíduo sólido orgânico, gerado pelo processamento da cana-de-açúcar, temos a compostagem.



Para saber mais sobre a compostagem acesse:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/compostagem>

A técnica comumente utilizada para tratamento de resíduos sólidos orgânicos provenientes do beneficiamento da cana-de-açúcar, bem como de outros tipos de resíduos orgânicos sólidos é a **compostagem**. Esta técnica consiste na decomposição fermentada controlada de materiais orgânicos (vegetais e animais), em um menor tempo possível, de maneira que se obtenha um material estável, rico em húmus, nutrientes minerais e importantes para o solo e outras aplicações como em ração animal.

A compostagem consiste em empilhar o material orgânico em camadas, de maneira que haja uma proliferação de microrganismos que irão promover a decomposição da matéria orgânica. Inicialmente, ácidos orgânicos são o principal produto de decomposição pelos microrganismos, nesta fase (fase 1 ou primera fase) há a predominância de fungos e bactérias mesófilos.

A fase termófila corresponde à segunda fase do processo de decomposição na compostagem. Neste ponto, os microrganismos predominantes são os actinomicetes, que são bactérias e fungos termófilos. A temperatura no interior da pilha nesta segunda fase pode ultrapassar os 70°C. A atividade microbiana é aumentada pela maior quantidade de oxigênio característica dessa fase. Essa maior quantidade de oxigênio é obtida pelo revolvimento da pilha de compostagem.

Numa terceira fase, quando a relação carbono/nitrogênio cai para abaixo de 20 e a temperatura diminui, volta a fase mesófila, porém com composição química diferente da primeira fase.

E numa quarta e última fase, temos a fase criófila. Neste estágio, a temperatura cai bastante (próxima à temperatura ambiente) e a população de microrganismos é constituída predominantemente de: protozoários, nematóides, formigas, miriápodes, vermes e insetos.

É comum também nas usinas de álcool e açúcar a queima do bagaço de cana para produção de calor, neste caso o calor é transformado em energia elétrica através do aproveitamento da energia potencial do vapor d'água, que passa pelos geradores dos reatores térmicos, que transforma a energia térmica em energia elétrica. Deste modo, o bagaço que até então era um problema passa ter um valor econômico de grande importância para as usinas.



Figura 3.6: Compostagem de lixo orgânico

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Compost_Heap.jpg

Resumo

Como na atividade industrial é inevitável a produção de resíduos, sejam eles líquidos ou sólidos, é necessário o desenvolvimento e criação de mecanismos, técnicas e dispositivos que mitiguem os impactos ambientais na natureza. Para tanto, estudamos nesta aula parâmetros e formas de caracterização dos efluentes e resíduos sólidos industriais os tipos de tratamentos disponíveis para descarte final destes resíduos.

Neste sentido, estudamos os principais parâmetros para caracterização dos efluentes industriais, dos quais podemos destacar: oxigênio dissolvido, alcalinidade, dureza, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo, nitrogênio, pH, sólidos: totais, dissolvidos e suspensos, turbidez, temperatura, vazão, algas, bactérias, etc. Aprendemos a entender o significado químico e físico dos valores numéricos destes parâmetros e a compará-los com os fornecidos pela legislação pertinente, neste caso a Resolução CONAMA 357.

Relacionamos a teoria destes parâmetros ao que nos interessa que é a caracterização de efluentes e resíduos sólidos das atividades sucro-alcólicas, tal como a produção de açúcar e álcool. Logo, aprendemos a definir e entender o que é vinhaça, compostagem e outros termos associados à produção de cana-de-açúcar.

Vimos também quais são os níveis de tratamento dos efluentes industriais, e então classificá-los em: (1) Tratamento preliminar, (2) Tratamento primário, (3) Tratamento secundário, (4) Tratamento terciário.



Atividades de aprendizagem

1. Para o efluente de uma indústria de açúcar, que tipo de tratamento se deve aplicar antes do seu lançamento em rio? E para uma indústria de álcool? Justifique sua escolha, lembrando-se de que existem tratamentos preliminar, primário, secundário e terciário.
2. Quais os parâmetros físico-químicos primordiais para a caracterização do efluente de uma indústria de açúcar?
3. É possível encontrarmos partículas coloidais em efluente de indústria alcooleira? E na indústria de açúcar?
4. Pesquise e liste sucintamente as principais conversões químicas no processo de produção do açúcar.
5. Pesquise e liste sucintamente as principais conversões químicas no processo de produção do álcool.
6. Pesquise e liste sucintamente as principais operações unitárias no processo de produção do açúcar.
7. Pesquise e liste sucintamente as principais operações unitárias no processo de produção do álcool.
8. Uma indústria de derivados da cana produz um efluente industrial que possui a DBO na faixa de 350 mg/L de O_2 e uma DQO na faixa de 1200 mg/L de O_2 . Baseado na relação entre esses dois parâmetros físico-químicos, que tipo de tratamento se recomenda para esse efluente? (pesquise em VON SPERLING (1996) ou na internet caso ache necessário).

9. Houve uma época em que o Japão utilizava muito a pirólise como forma de tratamento de resíduos sólidos. Após algum tempo, descobriu-se que esse método apresentava um problema grave de contaminação ambiental. Pesquise sobre esse problema e faça um breve texto sobre ele. (utilize o link <http://www.google.com.br/> para suas pesquisas). Após, entre no site, digite uma ou mais palavras-chaves. O site de busca encontrará vários outros relacionados com o assunto de seu interesse. Nesse caso, você deve fazer a seleção do site que se apresente confiável para suas pesquisas.
10. Qual seria a eficácia de remoção com o tratamento secundário em um efluente de indústria sucroalcooleira? (Consulte Quadro 3.3)
11. Explique, em poucas palavras, a função do
- a) tratamento preliminar
 - b) tratamento primário
 - c) tratamento secundário
 - d) tratamento terciário
12. Dos tratamentos citados na questão anterior aponte o melhor para um efluente de indústria de açúcar.
13. Um Técnico em Açúcar e Alcool foi contratado para dar um parecer a respeito do grau de eficácia de um tratamento secundário de efluente de indústria de álcool. Baseado na equação abaixo e, levando em consideração a concentração inicial de DBO (em mg/L) de 300 e a concentração final de 180 mg/L, diga se o tratamento foi eficaz.

$$\eta (\%) = \frac{C_0 - C}{C} \cdot 100$$

Aula 4 – Monitoramento de estação de tratamento de efluentes e resíduos sólidos

Objetivos

Saber identificar as unidades convencionais de uma estação de tratamento de efluentes e também de resíduos sólidos, assim como os equipamentos que a compõe.

Reconhecer os principais parâmetros de monitoramento de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) líquidos, de acordo com a tipologia industrial e identificar os parâmetros de controle de cada unidade de tratamento.

Reconhecer e caracterizar sucintamente as principais partes de uma estação de tratamento de resíduos sólidos.

Planejar ações de recuperação e otimização de efluentes.

A-Z

ETE

Estação de Tratamento de Esgotos ou Estação de Tratamento de Efluentes é o conjunto de unidades empregadas no tratamento de águas residuárias antes de serem lançadas em um corpo hídrico receptor.

4.1 Padrões de emissão do efluente

Pela dificuldade de disposição e reaproveitamento em outra atividade, os efluentes merecem uma aula à parte no que diz respeito ao **monitoramento** de estações de tratamento. Nesse sentido, é importante salientar a relevância do monitoramento dos padrões permitido por força de lei para emissão de efluentes. Aqui podemos verificar a importância de todo o estudo feito na aula 2, que preparou o estudante para a correta utilização dos dispositivos legais no monitoramento e gestão de efluentes para o meio ambiente. Nesta aula o estudante deve, ao final, estar preparado para planejar e otimizar ações de recuperação de efluentes, bem como identificar, reconhecer e gerenciar unidades convencionais de uma estação de tratamento de efluentes, assim como os equipamentos que a compõem. O estudante deve também dominar ao final desta aula os principais parâmetros de monitoramento de uma estação de tratamento de efluentes líquidos, de acordo com a tipologia industrial. É importante nesta fase que o aluno esteja dominando bem as aulas 1, 2 e 3, pois elas são primordiais para finalização deste estudo. Algumas técnicas de monitoramento de estações de compostagem também serão abordadas.

A-Z

monitoramento

Significa observar e registrar continuamente informações sobre as atividades de um projeto, programa ou sistema. Essas informações geram relatórios que servem para melhorar o desempenho das atividades monitoradas.

As águas residuárias industriais devem ser tratadas antes de serem lançadas nos corpos hídricos receptores. O fator condicionante de controle do tratamento de efluente industrial é a classe em que o corpo hídrico receptor é enquadrado. Em termos práticos, significa que o que importa no lançamento de um efluente em um corpo d'água é ele próprio, ou seja, é a qualidade da água desse corpo receptor. Na prática, o que a resolução diz é que quanto pior a qualidade de um rio ou córrego, menos rigoroso deve ser o tratamento dispensado ao efluente em questão.

Parece ser um paradoxo dizer que um rio deve estar com a qualidade baixa para receber um efluente potencialmente poluidor, mas não nos enganemos. O que devemos interpretar dessa situação é que a intenção da resolução é preservar o que está limpo e limitar as quantidades de potenciais poluidores a serem lançados em um corpo d'água.

Obviamente a resolução também estabelece padrões de volume e de vazão para que um efluente seja lançado em um rio, ou seja, se a vazão ou volume do rio, córrego, lago ou outro corpo receptor qualquer estiver baixa, o efluente não poderá ser lançado ou deverá ter padrões de qualidade de tratamento muito mais rigoroso.

No Brasil, a maioria dos cursos de água doce são de classe 2, incluindo os cursos cujos enquadramentos ainda não foram aprovados. Essa disposição está prevista no artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Assim, as águas doces de classe dois podem ser destinadas:

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

É importante observar que cada classe de corpo d'água em território brasileiro deve obedecer às condições e aos padrões de qualidade de água previstos no Capítulo III da Resolução CONAMA nº 357/05, que estabelece os limites individuais para cada substância em cada classe de curso de água (Anexo IV).

Além disso, outras condições e padrões devem ser respeitados, os relacionados ao lançamento de efluentes nesses corpos receptores cujas normas estão previstas no Capítulo IV da Resolução CONAMA nº 357/05 e alterada no Art. 34 pela Resolução CONAMA nº 397/08.

No caso das águas doces classe dois, as condições e padrões de qualidade de água estão estabelecidos no Art. 15, da Seção II - Das Águas Doces, inserida no Capítulo III – Das Condições e Padrões de Qualidade das Águas e as condições e padrões de lançamento de efluentes estão dispostas no Capítulo IV das **Resoluções** CONAMA nº 357/05 e 397/08 (veja Anexos IV e V).

Portanto, os efluentes industriais são fontes poluidoras e precisam ser tratados com o objetivo de atender aos padrões de lançamento estabelecidos por lei, para que a capacidade de autodepuração dos corpos receptores de água não seja ultrapassada e não haja poluição hídrica.

4.1.1 Padrões estaduais de lançamento de efluentes

É importante ressaltar que as diferenças das legislações ambientais estaduais, muitas vezes inviabilizam a cópia de uma estação de tratamento que apresente sucesso de um estado para outro. Assim, uma ETE pode ser suficiente para atender à legislação de um Estado, mas não a todos os limites estabelecidos por outro. Os valores limites de DBO para diferentes estados constam no Quadro 4.1.

Quadro 4.1: Valores de DBO, DQO e eficiência de tratamento para controle de carga orgânica em diferentes Estados

Estado	DBO	Eficiência do Tratamento (DBO)	DQO
São Paulo	Concentração máxima de 60 mg O ₂ /L	80%	-
Rio de Janeiro	Até 100 Kg/dia	70%	De acordo com a concentração, existe uma tabela na qual a tipologia da indústria é o indicador.
	> 100 kg/dia	80%	
Rio Grande do Sul	As concentrações máximas variam inversamente à carga orgânica	As concentrações máximas variam inversamente à carga orgânica	-
Minas Gerais	Concentração máxima de 60 mg O ₂ /L	85%	90 mg O ₂ /L
Goiás	Concentração máxima de 60 mg O ₂ /L	80%	-

Fonte: Adaptado de GIORDANO, 2005

A-Z

Resoluções

São os atos de competência privativa do Congresso Nacional, do Senado Federal e da Câmara dos Deputados geralmente, de efeitos internos, utilizados nos demais casos previstos na Constituição Federal (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, s.d.).

4.2 Unidades de tratamento convencional de uma ETE

O monitoramento de uma estação de tratamento de efluentes (ETE) depende do conhecimento operacional de cada unidade de tratamento que compõe a estação. Assim, uma ETE é composta basicamente das seguintes unidades de tratamento:

- Gradeamento/peneiramento
- Caixa de areia
- Calha *Parshall*
- Decantador primário
- Tanque de equalização
- Reator biológico ou físico-químico
- Decantador secundário
- Adensador de lodo
- Leito de secagem ou centrifugação de lodo

4.2.1 Gradeamento/peneiramento

Essa unidade de tratamento recebe o efluente bruto proveniente da indústria e é equipada com gradeamento ou peneiramento. O gradeamento composto de grades de barras ou rastelo (Figura 4.1) que retiram sólidos de 4 a 10 cm. O peneiramento é composto de peneira (Figura 4.2) com malha de 0,1 a 1,0 cm. Metcalf e Eddy, em seu livro Engenharia de Efluentes (tratamento, disposição e reuso) abordam detalhes sobre tratamento de resíduos.



Para saber mais acesse:
http://vulcano.lasalle.edu.co/~docencia/ingambiental/ar_trat_preliminar.ht

As grades e as peneiras possuem a finalidade de remover os sólidos grosseiros, de diferentes tamanhos, capazes de obstruir ou avariar os equipamentos instalados à jusante do processo de tratamento, fazendo parte do tratamento preliminar do efluente bruto.



Figura 4.1: Unidades de gradeamento: (a) e (b) aspecto de grades de barras instaladas; (c) desempenho na retenção de sólidos grosseiros; (d) grade mecanizada com rastelo e (e) aspecto do equipamento instalado

Fonte: (a) e (b) Fotos do autor;

(c) <http://www.esec-juliodantas.rcts.pt/escolan/juliodantas/etar/tratamento.htm>;

(d) e (e) Universidad De La Sallem, 2003 – Tecnosan 2010 – Bombas Beto 2010

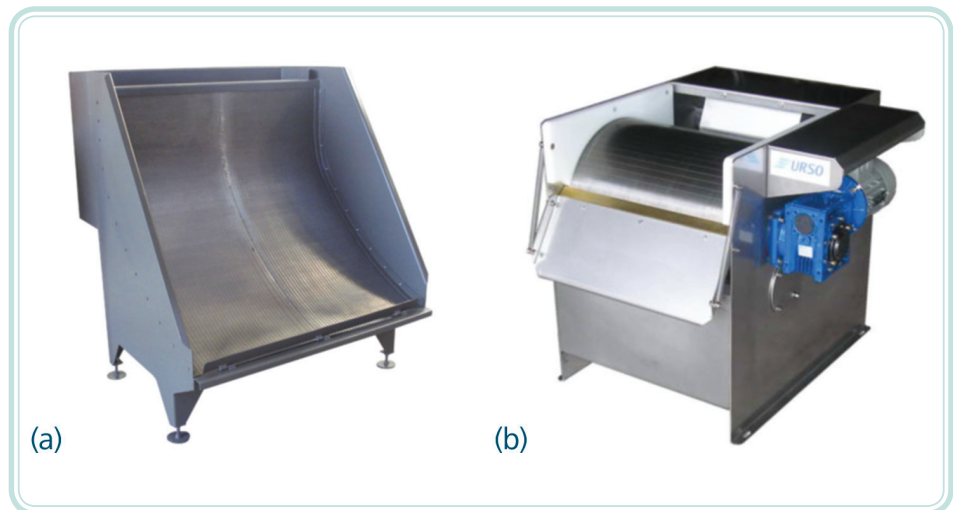


Figura 4.2: Unidade de peneiramento: (a) peneira estática e (b) peneira rotativa
Fonte: (a) http://www.indemafri.com.br/commerce/product_info.php?products_id=478&osCsId=5mako9omba0qbk6fpaq0or81
(b) <http://www.urso.es/tamizp.htm>

As grades ou peneiras deverão ser submetidas à limpeza assim que se observar a obstrução da passagem de água residuária. Os resíduos removidos das barras das grades ou peneiras são classificados como sólidos grossos e deverão ser recolhidos em um recipiente com tampa (bombona ou balde) para serem destinados ao aterro de classe II, aterro industrial ou incinerados.

4.2.2 Caixa de areia

As caixas de areia ou desarenadores são unidades destinadas à remoção de areia e outros sólidos minerais inertes, como, seixos, partículas de metal, carvão e outros, provenientes de lavagem de equipamentos ou pisos. A retirada dessas partículas é feita para proteger as bombas contra abrasão, evitar entupimentos e obstruções de canalizações e impedir a deposição de materiais inertes nas unidades de tratamento seguintes. A Figura 4.3 ilustra uma caixa de areia.



Figura 4.3: Caixa de areia

Fonte: Foto dos autores

4.2.3 Calha Parshall

A Calha *Parshall* não é uma unidade de tratamento de água residuária, mas um equipamento necessário na medição de vazão do efluente que chega à estação de tratamento. Consiste em uma calha que contém um rebaixo hidráulico após uma seção de estrangulamento do fluxo onde existe uma escala para se medir a altura da lâmina d'água, (Figura 4.4a), ou um sensor que mede automaticamente a altura da lâmina d'água. (Figura 4.4b).

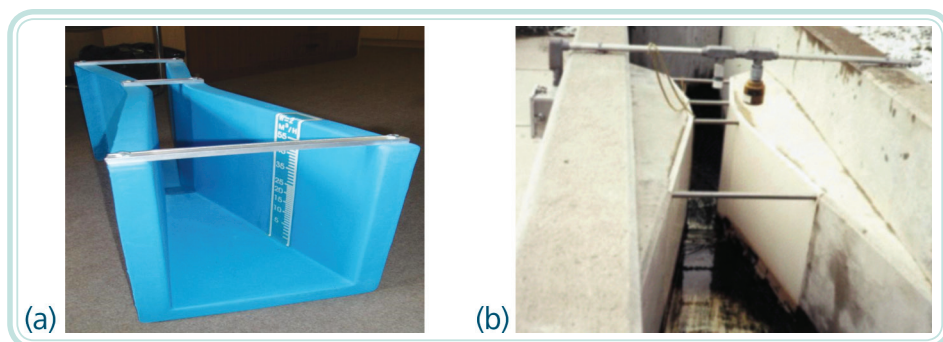


Figura 4.4: Calha Parshall: (a) com escala de lâmina d' água e (b) com medidor automático

Fontes: (a) <http://www.ycatu.com.br/page4.php?view=preview&image=10&category=2>

(b) <http://domfeliciano-sec.dyndns.org/marcelo.antunes/efluente%20parte1.htm>

A Calha *Parshall* é de primordial importância, pois a medição de vazão à qual é destinada é fator essencial para a eficiência no tratamento do efluente.

4.2.4 Decantador primário

Esta unidade de tratamento tem a finalidade de remover sólidos sedimentáveis (Figura 4.5a). Nessa etapa incluem-se as caixas separadoras de óleos e gorduras (Figura 4.5b), onde os óleos e gorduras (OG) flutam, sendo removidos pela parte superior da caixa, enquanto o efluente com menor concentração de OG segue para a próxima unidade de tratamento.

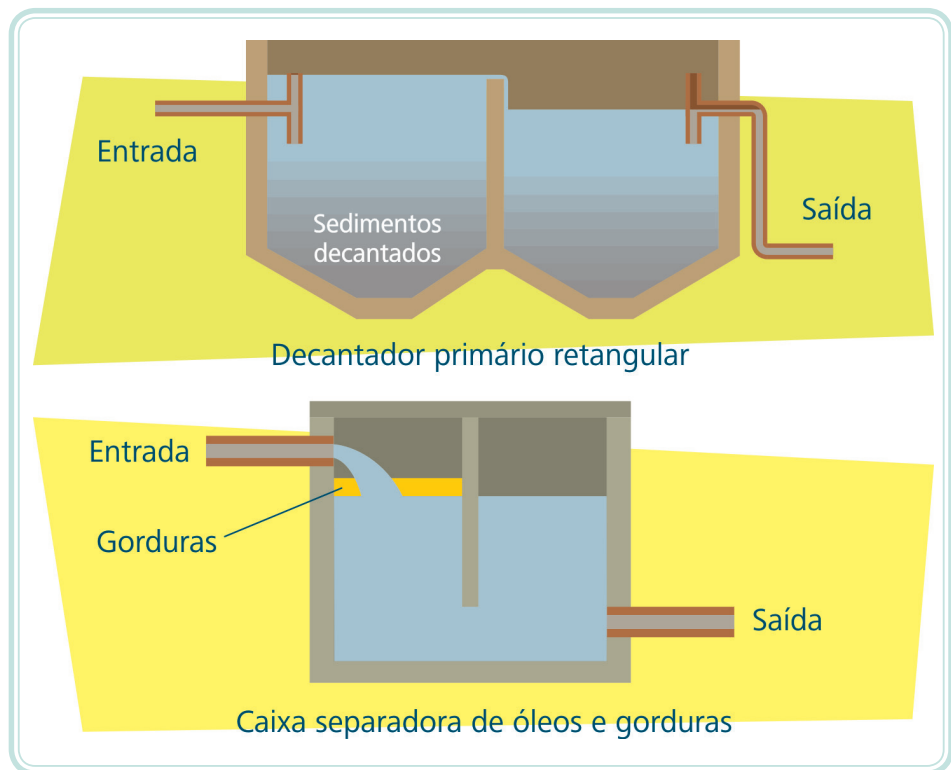


Figura 4.5: Separadores primários

Fonte: CTISM

Os óleos, as gorduras e as espumas, por serem menos densos que a água, são separados por diferença de densidade na caixa de separação, passando para a caixa de acumulação dos resíduos flotados. Enquanto os resíduos da caixa de acumulação de óleo, gorduras e espumas devem ser destinados à incineração ou para unidade de tratamento de óleos, o lodo removido do fundo do decantador deve ser destinado ao leito de secagem.

4.2.5 Tanque de equalização

O tanque de equalização ou equalizador, conforme ilustração na Figura 4.6, ainda faz parte do tratamento primário. É uma espécie de condicionamento

do efluente que é realizada num reservatório dotado de um agitador do tipo turbina hidrodinâmica, com a finalidade de misturar as águas residuárias originárias da área de produção industrial (Figura 4.7). A mistura completa do efluente industrial irá minimizar as variações de concentração de Demanda Química de Oxigênio, e Demanda Bioquímica de Oxigênio, produtos químicos nocivos ao tratamento, temperatura, pH, entre outros; além de minimizar também as variações de vazão de despejos específicos, de tal modo que haverá uma vazão constante a ser transferida para a próxima unidade de tratamento.



Figura 4.6: Tanque de equalização

Fonte: Foto dos autores

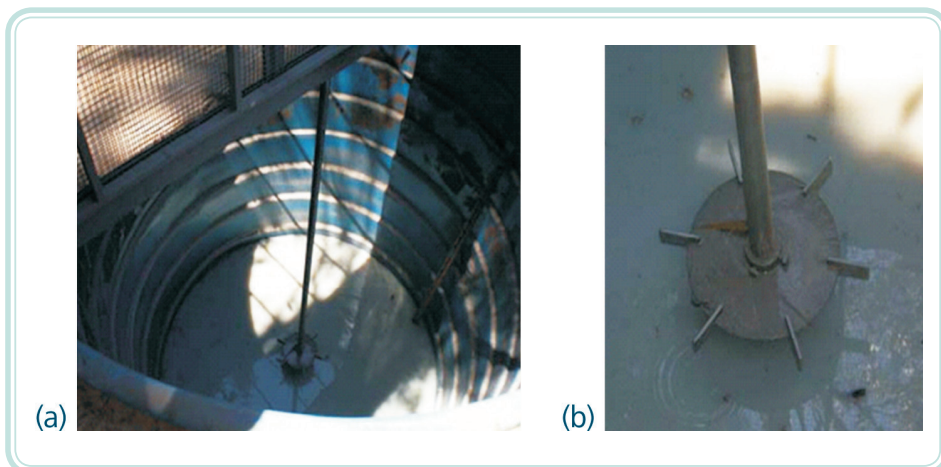


Figura 4.7: (a) Turbina hidrodinâmica para homogeneização do efluente industrial e (b) detalhe

Fonte: Fotos dos autores

4.2.6 Reator biológico ou físico-químico

Se a relação DQO/DBO for menor do que dois (equação a seguir), o tratamento será biológico, utilizando-se lagoa de estabilização, tanque de aeração com lodo ativado, filtração biológica ou outro tipo de processo de degradação biológica. Entretanto, se a relação DQO/DBO for maior do que dois, e a carga orgânica tiver característica poluidora, o tratamento não será mais o convencional, como o apresentado na Quadro 4.2. E então é necessário um tratamento físico-químico auxiliar, a ser realizado em um reator.

$$\frac{DQO}{DBO} < 2 \rightarrow \text{Tratamento biológico}$$

Quadro 4.2: Interpretação da relação DQO/DBO		
Relação	Alternativa Tecnológica	Tratamentos Possíveis
$\frac{DQO}{DBO} < 2$		<p>Biológico convencional (filtros biológicos, lodos ativados convencionais, estabilização por contato, aeração prolongada, lagoas, etc)</p> $\frac{DQO}{DBO} \text{ afluente} \sim \frac{DQO}{DBO} \text{ efluente}$
$\frac{DQO}{DBO} > 2$	<p>1ª Alternativa A parte não biodegradável não é importante do ponto de vista da poluição</p>	<p>Recomendado tratamento biológico convencional</p> $\frac{DQO}{DBO} \text{ afluente} < \frac{DQO}{DBO} \text{ efluente}$
	<p>2ª Alternativa A parte não biodegradável é também causadora de poluição</p>	
	<p>1ª hipótese $\frac{SSV}{SV} > 0,8$</p>	<p>Decantação simples, flotação Decantação com alteração do pH Decantação com auxílio de floculantes (precipitação química), flotação, etc</p>
	<p>2ª hipótese $\frac{SDV}{SV} > 0,8$</p>	<p>Adsorção em leitos de carvão ativado Oxidação química Combustão, etc</p>

Fonte: Adaptado de BRAILE, CAVALCANTI, 1993

O tratamento secundário biológico promoverá a oxidação da matéria orgânica biodegradável por meio das bactérias, decompondo as complexas e energéticas moléculas da matéria orgânica em moléculas mais simples, equação a seguir. A oxidação biológica poderá ocorrer em uma série de lagoas de estabilização como se demonstra nas Figuras 4.8 e 4.9.

Segundo a equação, a intenção é degradar a matéria orgânica ao ponto de mineralizá-las, ou seja, torná-las inorgânicas. O que sob o ponto de vista ambiental é muito bom, pois, o CO₂ é um gás que facilmente escapa para a atmosfera, o que diminui o impacto sob o solo e mitiga os efeitos degradantes nos corpos d'águas receptores desse efluente.

O lado negativo é que o CO₂ produz o que chamamos de efeito estufa. E, ao invés de poluirmos os recursos hídricos, estaremos poluindo a atmosfera. O que nesse caso, levamos em consideração é o efeito menos impactante para o meio ambiente. Parece razoável que o efeito menos degradante para o meio ambiente seria a produção de CO₂ com o tratamento biológico do efluente.

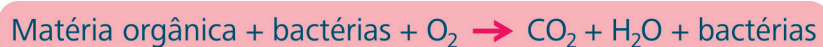


Figura 4.8: Série de lagoas de estabilização: lagoa anaeróbia + lagoa facultativa + lagoa de maturação. Note a cor verde produzida pela clorofila das algas presentes no efluente
Fonte: <http://sobralrevista.blogspot.com/2010/09/sobral-discute-novas-formas-de.html>

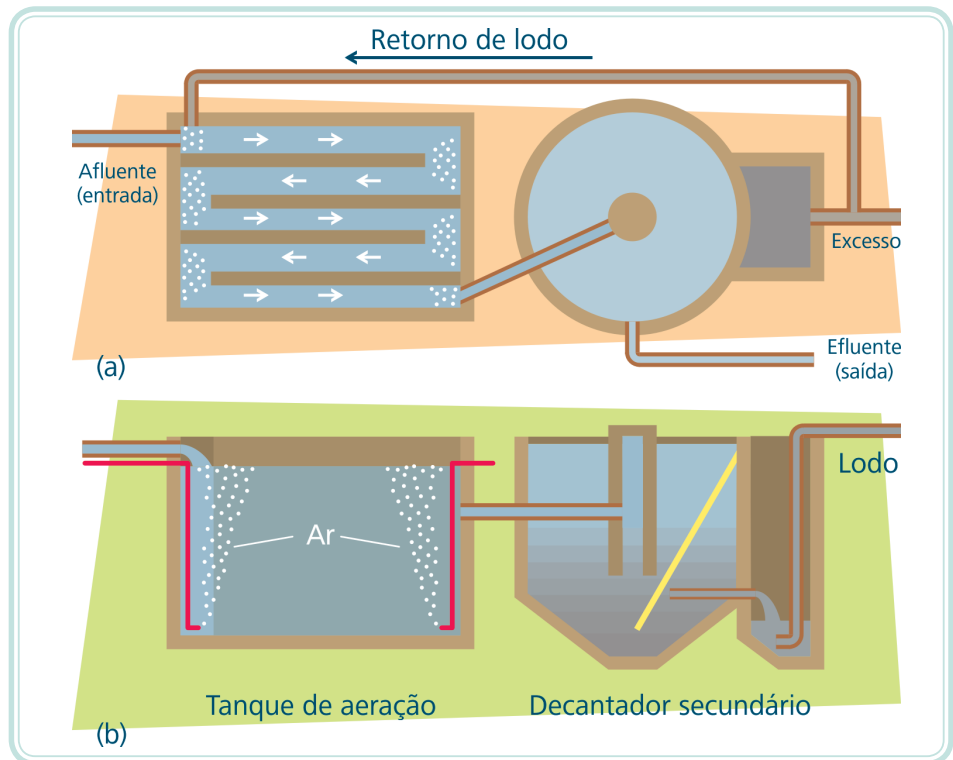


Figura 4.9: Processo de lodo ativado convencional em (a) vista de topo e (b) vista lateral
 Fonte: CTISM

Já o tratamento secundário físico-químico irá requerer a adição de produtos químicos específicos para cada tipo de efluente tratado. Nesse tipo de tratamento é necessária a construção de uma casa de química para a preparação das soluções reagentes (Figura 4.10), na qual elas deverão oxidar a matéria orgânica não biodegradável no interior de um reator (Figura 4.11).



Figura 4.10: (a) Casa de química e (b) exemplos de trabalho neste local
 Fonte: Fotos dos autores



Figura 4.11: Tanque de reação ou reator

Fonte: Foto dos autores

4.2.7 Decantador secundário

O decantador secundário irá remover os flocos formados pela oxidação da matéria orgânica. Os flocos são aglutinados com o auxílio de um raspador mecânico e se unirão, formando flocos maiores e mais densos que serão depositados no fundo do decantador (Figura 4.12). Se os flocos formados da oxidação da matéria orgânica são menos densos que a água, é necessário instalar um flotador.

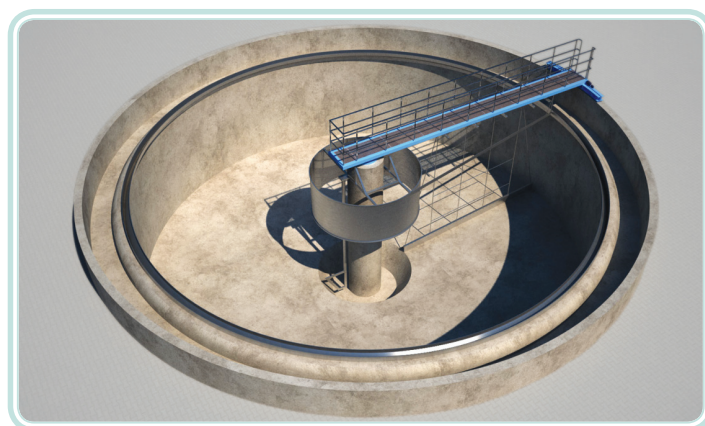


Figura 4.12: Decantador secundário circular

Fonte: <http://www.foro3d.com/f37/e-d-a-r-primera-fase-81830.htm>

4.2.8 Adensador de lodo

Essa etapa faz parte do nível terciário do tratamento. O adensador de lodo é uma espécie de decantador no formato de um tronco cônico empregado na decantação do lodo (Figura 4.13). O adensador tem a função de separar os sólidos em suspensão no lodo e sedimentá-lo no fundo do tanque por gravidade. A fase líquida clarificada retorna para o tanque de equalização para ser tratada novamente. O lodo adensado por gravidade é conduzido para o leito de secagem.

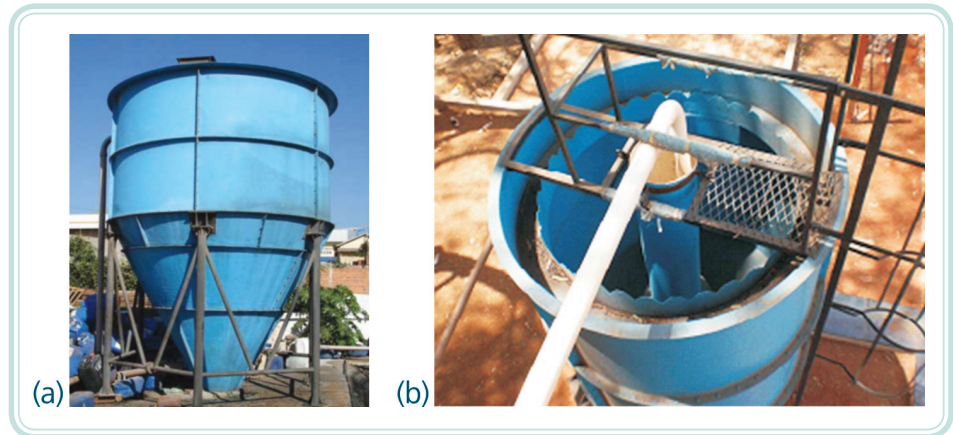


Figura 4.13: (a) aspecto externo e (b) aspecto interno de um adensador de lodo

Fonte: (a) http://www.wstecnica.com.br/produtos_img/

(b) foto dos autores

4.2.9 Leito de secagem ou centrifugação de lodo

A secagem ou desidratação do lodo poderá ser feita por meio de um leito de secagem, centrifugação, filtração ou outro tipo de tecnologia similar. O leito de secagem é destinado à secagem de lodo e à desinfecção natural, por radiação solar. Em geral, o leito de secagem é composto de canteiro dotado de canos de drenagem no fundo, sobre os quais são depositadas uma camada de brita e outra de areião. Na camada de areião são assentados tijolos para que a água do lodo passe entre as frestas (Figura 4.14).



Figura 4.14: (a) Leito de secagem de lodo e (b) remoção do lodo seco

Fonte: (a) http://delboniengenharia.blogspot.com/2008/10/blog-post_01.html

(b) <http://www.es.gov.br/site/noticias/show.aspx?noticiaid=99672697>

A água proveniente do lodo que se infiltra através do leito de secagem é recolhida pelos drenos e retorna ao tanque de equalização. O lodo seco deverá ser destinado ao aterro industrial ou aterro sanitário de classe II.

A secagem mecânica poderá ser realizada por centrifugação que consiste na movimentação circular do lodo em alta rotação, com o objetivo de separar por centrifugação as partículas sólidas da parte líquida. O lodo desidratado é impelido para as paredes do centrifugador saindo em uma extremidade, e a água de lodo é drenada na outra extremidade (Figura 4.15).

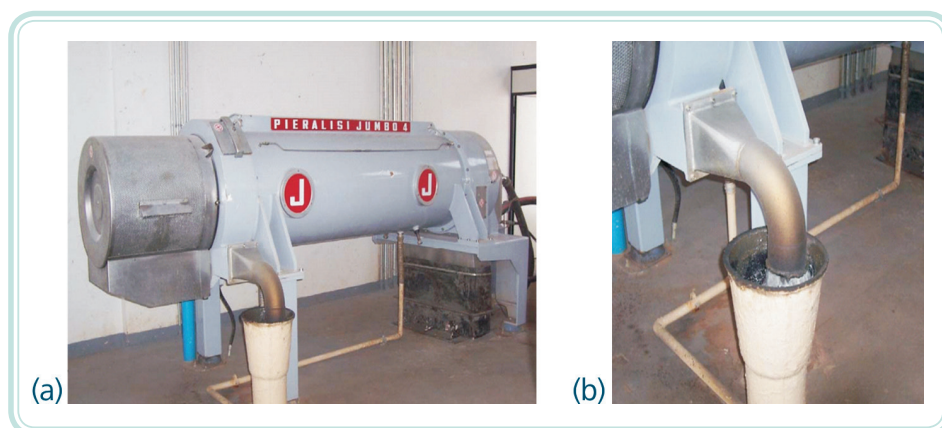


Figura 4.15: (a) Equipamento de centrifugação de lodo e (b) detalhe da água retirada do lodo caindo no balde no fim da tubulação da máquina

Fonte: Fotos dos autores

A água drenada do lodo é conduzida ao tanque de equalização, retornando ao tratamento secundário, e o lodo desidratado poderá sofrer calagem, isto é, ser misturado com cal para correção do pH. Posteriormente será destinado ao aterro industrial ou aterro sanitário de classe II.

4.3 Parâmetros de monitoramento

O monitoramento de uma estação de tratamento de efluentes (ETE) é fundamental para o conhecimento do desempenho do tratamento que está sendo executado, a fim de atender aos padrões de lançamento exigidos por lei. O monitoramento da ETE começa no processo de amostragem do efluente que nada mais é do que a coleta de informações a partir de um conjunto de parâmetros analíticos, em diferentes pontos da estação e em determinados períodos de tempo.

A amostragem de efluente líquido poderá ser conduzida de acordo com as seguintes Normas Brasileiras (NBR) editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

- NBR 9897/87 – trata do planejamento de amostragens de efluentes líquidos.
- NBR 9898/87 – normatiza técnicas de amostragem e preservação de amostras de resíduos.
- NBR 1007/87 – sobre locais de amostragens, tipo de amostradores, condições e tempo de estocagem das amostras.

Obviamente, não objetivamos abranger todas as técnicas de amostragem existentes nas normas da ABNT. O importante nesse caso é entender às técnicas de amostragem e escolher adequadamente os parâmetros analíticos a serem determinados, pois muitas das técnicas de amostragem são dependentes dos parâmetros que se quer analisar.

4.3.1 Parâmetros de monitoramento por tipologia industrial

A ABNT também lançou uma tabela de parâmetros mínimos para monitoramento dos efluentes líquidos industriais de acordo com a tipologia industrial. Fundamentada nessas recomendações é que a Agência Ambiental de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Pernambuco (CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos) criou a Norma Técnica nº 2006, que estabelece os parâmetros mais importantes para efeito de monitoramento de descarga de efluentes tratados em corpo receptores por tipologia industrial, como se demonstra no Quadro 4.3.

Um grupo de parâmetros mais significativo que serve para a avaliação da qualidade do efluente final pelo órgão de fiscalização, ou como orientação para a execução do auto-monitoramento das indústrias, é muito mais prático e objetivo aos agentes de fiscalização e responsáveis pela ETE. Dessa forma, agradam-se também os empresários, pois o processo se torna menos dispendioso.

Quadro 4.3: Parâmetros de monitoramento por tipologia industrial

Item	Tipologia Industrial	Grupo I	Grupo II
1	Laticínios	DBO ₅ , DQO, pH, SS, ST, OG	Cl ⁻ , Cor, N, P, T Toxidade, Turbidez
2	Matadouros	DBO ₅ , DQO, pH, T, SS, OG	CF, CT, N, P
3	Alimentos em conserva	DBO ₅ , DQO, pH, SS, ST, T, OG	Cor, CT, CF, P _{total} , N, ST
4	Indústrias de bebidas	DBO ₅ , pH, SS, CT, OG	N, P, T, SD, Cor, Turbidez, Espuma
5	Agroindústria	DBO ₅ , DQO, pH, SS, SD, CT, OG	Alcalinidade, N _{total} , T, SD, Cor, Turbidez, Espuma
6	Indústrias de processamento de peles, curtumes e acabamento	DBO ₅ , DQO, pH, SS, ST, OG, Cr ⁺⁶ , Cr ⁺³	Alcalinidade, Cor, N, NaCl, T, Toxidade
7	Indústrias de processamento de carne	DBO ₅ , pH, SS, SD, OG, CF	NH ₃ , Turbidez, SD, P, Cor
8	Indústrias de processamento de peixes	DBO ₅ , pH, SS, SD, OG	NH ₃ , P, SD, CT, Toxidade
9	Indústrias de processamento de cereais (milho, trigo)	DBO ₅ , DQO, SST, pH, OG	SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , N, P
10	Indústria têxtil	DBO ₅ , DQO, pH, SS, Cr _{total} , S ²⁻ , Fenol	Metais Pesados, Cor, OG, SD, S ²⁻ , T, Toxidade
11	Indústria siderúrgica	O&G, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NH ₃ , CN ⁻ , Fenol, SS	Metais Pesados
12	Termoelétrica	DQO, Cl ⁻ , Cr ⁺⁶ , pH, OG, PO ₄ ⁻ , SS, T	B, Cu, Fe, Zn, SD
13	Refinaria de petróleo	NH ₃ , DBO ₅ , DQO, Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶ , pH, S ²⁻ , T, Fenol, SS, SD	Cl ⁻ , Cor, Cu, CN ⁻ , Fe, Pb, Zn, Mercaptanas, N, Odor, P _{total} , SO ₄ ²⁻ , Toxidade, Turbidez
14	Indústria de acabamento de superfície metálica	pH, Metais Pesados, Cor, SS, CN, S ²⁻ , OG
15	Indústria de cloro-soda	Acidez / alcalinidade, pH, Hg, SST, Cl, SO ₄ ²⁻	Fenol, F ⁻ , SD
16	Indústria química orgânica	DBO ₅ , DQO, pH, SST, SD, OG	Cl ⁻ , CT, Fenol, CN ⁻ , Metais Pesados, P _{total}
17	Papel e polpa	DBO ₅ , DQO, pH, SST, Cor, OG, S ²⁻ , Fenol	NH ₃ , Turbidez, N _{total} , P _{total} , CT, CF
18	Indústria de reciclagem de vidro	pH, T, SS, DQO, DBO ₅ , PO ₄ , SO ₄ ²⁻	CT, OG, SD

Fonte: CPRH, 2010

Grupo I – Constitui-se dos parâmetros mais significativos para indicação da qualidade do efluente final.

Grupo II – Constitui-se de parâmetros adicionais que podem ser exigidos para caracterização adicional do efluente.

Símbolos e abreviaturas encontrados nesta Norma.

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

OG – Óleos e Graxas

SST – Sólidos Suspensos Totais

SS – Sólidos Suspensos

ST – Sólidos Totais

SD – Sólidos Decantáveis

CT – Coliformes Totais

CF – Coliformes Fecais

T – Temperatura

4.3.2 Parâmetros de monitoramento por unidade de tratamento

O monitoramento da ETE tem como objetivo primordial o controle operacional e, conseqüentemente, o atendimento à legislação, podendo ser efetuado de duas formas:

- monitoramento global
- monitoramento por unidades de tratamento.

O monitoramento global da ETE consiste no controle dos parâmetros medidos nos pontos de chegada do efluente bruto e na saída do efluente tratado da estação. O monitoramento por unidades de tratamento consiste no controle dos parâmetros medidos no afluente (entrada da água residuária) na unidade de tratamento e efluente (saída da água residuária) da unidade, incluindo-se aí, a eficiência de tratamento desta etapa.

A amostragem do efluente bruto para realização das análises físicas, químicas e biológicas para o monitoramento da eficiência do tratamento devem ser feitas na caixa coletora, antes do gradeamento; a amostragem do efluente tratado deverá ser feita na saída do emissário, na última unidade de tratamento.

Os parâmetros de controle recomendados para cada unidade operacional da ETE estão apresentados no Quadro 4.4.

4.4 Impactos dos efluentes de processo nas estações de tratamento

Além do monitoramento global ou por unidades da estação de tratamento de efluentes, é importante monitorar também a linha de produção, uma vez que o efluente industrial é formado pelas perdas de água, matérias-primas, produtos ou subprodutos, nos quais se geram as cargas poluidoras que irão interferir no desempenho de funcionamento da ETE.

Quadro 4.4: Parâmetros de controle das unidades da ETE

Nível	Unidade	Local de coleta	Parâmetro
Esgoto bruto	Emissão do afluente	Antes do gradeamento	Acidez Ácido Sulfídrico Alcalinidade Total e Potenciométrica DBO DQO Cloretos Detergentes Fosfato Total Óleos e Gorduras Nitrogênio Amoniacal Nitrogênio Orgânico pH Sólidos Totais (ST) Sólidos Totais Fixos (STF) Sólidos Totais Voláteis (STV) Sólidos em Suspensão Voláteis (SS) Sólidos em Suspensão Voláteis Sólidos em Suspensão Fixos (SSF) Sólidos Dissolvidos (SD) Sólidos Dissolvidos Voláteis (SDV) Temperatura do Ar Temperatura do Efluente Vazão do Efluente
Preliminar	Caixa de areia, grades, barras, peneiras e esteiras	Fundo da caixa (lama)	Teor de Umidade Teor de Matéria Volátil Volume de areia removida

Nível	Unidade	Local de coleta	Parâmetro
Primário	Decantador primário Fossas sépticas Tanques Imhoff Lagoa anaeróbia	Na canaleta de alimentação (depois do tanque)	Sólidos Sedimentáveis (SSed) DBO Sólidos em Suspensão (SS) Taxa de Escoamento Superficial Tempo de Detenção Taxa de Escoamento nos Vertedores Eficiência
	Caixa de OG	Antes e depois da caixa	Óleos e Gorduras (OG)
	Lobo bruto	Poço das bombas ou dutos de recalque do lodo	Sólidos Totais (ST) Toxidez
		Na saída	Sólidos em Suspensão (SS)
Secundário		Última câmara	Oxigênio Dissolvido (OD)
	Tanque de aeração Lagoa de estabilização	Junto ao efluente da última câmara de aeração ao saída da lagoa	Lodo Decantado Índice Volumétrico de Lodo (IVL) Índice de Densidade do Lodo (IDL) Idade do Lodo Organismo do Lodo Ativado
Destinação		Na canaleta entre o tanque de cloração e o corpo receptor	Alcalinidade Total Cloro Residual
		No canal antes do tanque de cloração	DBO DQO Fósforo Total Nitritos Nitratos Oxigênio Dissolvido (OD) pH Sólidos em Totais (ST) Sólidos em Suspensão (SS) Sólidos Dissolvidos (SD) Turbidez
	Adensador	Na entrada do adensador	Sólidos Totais (ST)
	Leito de secagem		Teor de Umidade Coliformes Termotolerantes Teor de Matéria Volátil Metais Pesados (dependendo do tipo de tratamento)

Fonte: Adaptado de SILVA, 1976

4.4.1 Controle das perdas na linha de produção

Inicialmente, deve-se verificar se as perdas de água, matérias-primas, produtos e subprodutos podem ser evitados ou reduzidos antes de se adotarem medidas para redução das cargas poluidoras impactantes à ETE. Essas medidas podem ser as seguintes:

Processo de limpeza – a limpeza dos tanques, tubulações e pisos deve ser sempre foco de atenção, pois nesses pontos se originam importantes cargas poluidoras.

Remoção de resíduos sólidos e semissólidos – sempre que os resíduos puderem ser removidos em forma sólida ou semissólida, como pós ou pastas, deve-se assim proceder, evitando-se a solubilização e o arraste dos mesmos por lavagens. Este princípio pode ser aplicado tanto à limpeza de reatores quanto à de pisos. Obviamente deve-se tomar o cuidado para que o sólido não seja uma nova fonte de poluição.

Manutenção dos equipamentos – programas de manutenção preventiva devem ser implantados, pois as paralisações do processo produtivo levam muitas vezes a descarte de produtos, aumentando a carga poluidora.

Verificação de vazamentos – vazamentos em bombas ou tubulações também ocasionam a geração de efluentes, devendo ser corrigidos.

Controle de qualidade das matérias-primas – a correta especificação das matérias-primas também evita o descarte de materiais fora de especificação, que são sinônimo de carga poluidora.

No processo de crescimento, a cana-de-açúcar absorve, além de nutrientes, metais pesados encontrados no solo. Portanto, o controle da quantidade de metal pesado que vai para a ETE, na linha de produção é de suma importância para o processo de tratamento do efluente industrial. Metais pesados costumam ter características carcinogênicas, mutagênicas, bioacumulativas entre outros males associados à degeneração das células sadias do corpo. Logo, é importante evitar que tais metais cheguem indiscriminadamente ao meio ambiente, principalmente por via aquática.

Produtos e poluentes possuem uma tênue divisão entre suas utilizações no mercado. O que diferencia os dois é a utilidade para a vida cotidiana dos cidadãos. Não é, portanto, novidade que frequentemente recorremos ao uso da palavra resíduo para nos referirmos aos poluentes. Obviamente, se algo possui ainda alguma utilização prática no mercado consumidor, não pode ser considerado poluente e, então, é classificado como um produto. Pode-se concluir que a melhor forma de se controlar a poluição industrial é a busca incessante da eficiência desses processos.

No caso de indústrias novas, deve-se projetá-las com os tanques e tubulações que favoreçam a limpeza e com a melhor relação entre o volume e a superfície interna, o que no caso de limpeza teriam as menores perdas possíveis (produtos aderidos às superfícies das tubulações e tanques). Deve-se otimizar o arranjo geral de modo que seja possível o menor comprimento de tubulações e ou número reduzido de conexões.

4.5 Gerenciamento das águas e efluentes industriais

A-Z

gerenciamento

É o planejamento, a supervisão, o controle e a fiscalização do serviço, da operação ou do processo.

O desenvolvimento de programas de **gerenciamento** de águas e efluentes nas indústrias visa promover o uso racional e reuso dessas águas dentro das instalações industriais. Tudo isso, tendo-se em mente a conscientização das limitações dos recursos hídricos, em especial, as reservas de água doce no planeta.

De um modo geral, as indústrias costumam adotar a seguinte filosofia de gerenciamento independente de suas águas: 1) A água de consumo industrial é tratada por processos físico-químicos para atender à produção industrial. 2) O efluente gerado é tratado no final do tubo (*end of the pipe treatment*). Essa filosofia foi herdada do princípio do desenvolvimento industrial, período em que esse tipo de filosofia de gestão ainda era adequado em função do número reduzido de indústrias, disponibilidade de recursos hídricos e devido aos padrões ambientais pouco restritivos ou inexistentes. Entretanto, esse tipo de filosofia está ultrapassado.

4.5.1 Programas de recuperação e otimização de efluentes industriais

Em 1999 Mierzwa e Hespanhol sugeriram que os programas de recuperação e otimização de efluentes industriais deviam ser unívocos e propuseram as seguintes etapas:

1ª – Determinação da quantidade e qualidade de água a ser consumida pela indústria.

2ª – Conhecimento da legislação ambiental relativo à captação de água e ao lançamento de efluentes.

3ª – Avaliação do processamento industrial para identificar os pontos de consumo de água e geração de efluentes.

4ª – Otimização das operações e processos onde ocorrem elevados consumo de água e geração de efluentes.

5ª – Definição da tecnologia adotada para a produção de água industrial para consumo, na quantidade e qualidade necessárias.

6ª – Verificação da possibilidade de reúso da água em série, sem necessidade de tratamento prévio.

7ª – Caracterização das correntes de efluentes remanescentes, verificando-se a possibilidade de reúso dentro da linha de produção, ou a recuperação de algum composto, componente ou subproduto de interesse.

8ª – Definição de procedimentos para reunião de efluentes com mesmas características, segregação das correntes de efluentes contendo elevada concentração de contaminantes e segregação das correntes de efluentes de pequenos volumes para serem diluídas.

9ª – Definição da tecnologia de tratamento a ser adotada para as correntes de efluentes identificadas.

10ª – Verificação da possibilidade de reúso dos efluentes tratados.

11ª – Estabelecimento de critérios e procedimentos para controle e monitoramento dos efluentes a serem lançados no meio ambiente, com o objetivo de atender aos padrões exigidos pela legislação vigente.

12ª – Avaliação contínua de todos os procedimentos utilizados no programa de gerenciamento, visando a sua atualização e aperfeiçoamento.

Em suma, essas etapas propõem o reúso do efluente gerado dentro da própria indústria, com monitoramento e controle de poluição contínuo, em todas as etapas do processo produtivo. Não é suficiente monitorar e tratar o efluente em fim de tubo, pois, dessa forma, o tratamento é muitas vezes ineficiente. Um monitoramento contínuo e preciso, com o tratamento em todas as etapas (se possível) parece ser o procedimento mais adequado e eficiente.

4.6 Técnicas de monitoramento na compostagem de bagaço de cana

O monitoramento na compostagem do resíduo sólido proveniente do beneficiamento da cana-de-açúcar, não é diferente do monitoramento do processo de compostagem de qualquer outra matéria orgânica. A técnica consiste em monitorarem-se basicamente quatro parâmetros:

- Temperatura
- Aeração
- Grau de umidade
- Sólidos voláteis

Vejamos agora como é feita a avaliação de cada um desses parâmetros no monitoramento da compostagem dos resíduos de cana.

4.6.1 Monitoramento da temperatura

O controle da temperatura é feito diariamente. Neste caso, a medição da temperatura pode ser feita de forma contínua ao longo de todo o dia, se o sistema de medição for automatizado. A medição é feita utilizando-se um termômetro digital que é constituído de uma sonda acoplada em haste metálica. A técnica consiste em introduzir-se a sonda na pilha de compostagem em três pontos estratégicos: (1) Base, (2) Meio e (3) Topo.

Como a temperatura é fator primordial no sucesso da técnica de compostagem, o monitoramento deste parâmetro é de suma importância.

4.6.2 Controle da aeração

Este controle é feito por meio do reviramento da pilha. O reviramento é feito a partir dos valores e da tomada de temperatura. A técnica consiste em revirar a pilha com a ajuda de pás, quando a temperatura chega a 65°C. Se a temperatura não atingir esse valor limite, convencionou-se revirar a pilha de três em três dias. O reviramento deve ser feito de modo que toda a massa passe pelo menos uma vez pelo meio da pilha.

4.6.3 Monitoramento do grau de umidade

Sendo a umidade um fator preponderante para o crescimento de micro-organismos, o seu monitoramento é de extrema importância. Normalmente verifica-se a umidade

coletando-se uma amostra da pilha com as mãos (usando luvas) apertando-se para verificar a umidade. Se o bolo formado for firme, a umidade está adequada.

Outra forma de medir a umidade é extraindo-se a água de uma amostra da pilha. A diferença de peso antes e depois da extração de água refere o teor de umidade na pilha. Esta técnica consiste em se submeter a amostra a uma temperatura de 105°C para que dessa forma se garanta que toda a água evapore e se possa determinar o teor de umidade.

4.6.4 Monitoramento de sólidos voláteis

A determinação dos sólidos voláteis é importante, pois podemos associar os seus valores ao teor de matéria orgânica contido na pilha. Isso porque na técnica toda a matéria orgânica é volatilizada e, dessa forma, é possível determinar a qualidade do composto formado.

A técnica consiste em se calcinar a amostra aquecendo-a a cerca de 550°C. Nessa temperatura, toda a matéria orgânica se volatiliza restando apenas a matéria inorgânica no final do processo. O resíduo resultante do processo de queima é chamado de cinza, e contém apenas matéria inorgânica não volátil, em sua grande maioria constituída de minerais e sais minerais.

Resumo

Na aula três caracterizamos os efluentes, os resíduos sólidos e estudamos os tipos de tratamento disponíveis para os resíduos industriais. Depois de estudar e caracterizar os efluentes e entender os tipos de tratamento existentes tanto para resíduos sólidos quanto para efluentes, estudamos aqui na aula quatro como é feito o monitoramento de estações de tratamento de efluentes e resíduos sólidos industriais.

Para tal estudamos quais são os padrões de emissão de efluentes, vimos que para determinarmos esses padrões foi necessário o conhecimento prévio das normativas da resolução CONAMA 357.

Foi possível verificar e identificar diferenças nas legislações ambientais de vários estados brasileiros. Os padrões sofrem modificações de estado para estado, mas o importante é entender que a lei maior está relacionada às legislações ambientais federais. Nenhuma lei estadual está acima da lei federal e, portanto, a legislação federal estabelece padrões mínimos que devem ser obedecidos, e a partir dela as leis estaduais são adaptadas e postas em prática.

Vimos quais são as partes componentes de uma unidade de tratamento convencional, a ETE (Estação de Tratamento de Efluentes). Estudamos as funções e operacionalidade de cada uma destas unidades. Aprendemos a interpretar os resultados de DBO e DQO para selecionarmos as melhores operações unitárias para executar o tratamento.

Nessa aula também foi visto técnicas de monitoramento e tratamento de resíduos sólidos tal como a compostagem. Esta técnica é importante do ponto vista ambiental, pois proporciona uma boa solução para o problema do resíduo do bagaço de cana-de-açúcar de uma forma ecologicamente interessante, pois não usa nenhum regente ou composto químico para sua execução.



Atividades de aprendizagem

1. Por que a determinação da vazão é importante no tratamento do efluente industrial?
2. Pesquise outra forma para calcular a vazão em ETE.
3. Qual a importância da calha Parshall na medição da vazão?
4. De posse dos valores de DBO e DQO de uma ETE de uma indústria de álcool, que tratamento você indicaria para o dono da indústria, se lhe fosse solicitado? Nesse caso, você deve pesquisar na internet valores médios de uma ETE de indústria alcooleira. Consulte os valores médios de DBO e DQO de uma ETE na obra *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos* de VON SPERLING.
5. No texto, no item 4.2.4, a finalidade de um decantador primário é remover sólidos sedimentáveis. Pesquise e exemplifique o que seriam esses sólidos sedimentáveis.
6. Na figura 4.5b existe uma placa entre a entrada e a saída na caixa separadora de óleos e gorduras. Explique para que serve essa placa.
7. Qual a finalidade do tanque de equalização? Qual a sua importância para o tratamento primário?
8. Há necessidade de tanque de equalização numa ETE de uma indústria de álcool e açúcar?

9. Por que é importante degradar a matéria orgânica não biodegradável?
10. A destinação final do lodo, após passar pelo leito de secagem, é o aterro sanitário ou aterro industrial. Explique se essa é a melhor destinação final para o lodo seco.
11. De que forma pode ser feito o monitoramento de uma ETE? (ou formas de monitoramento)?
12. Pesquise o tipo de monitoramento feito em uma planta industrial de produção de álcool e de açúcar.
13. Elabore um fluxograma de produção de álcool. Baseado nele onde se deveria fazer a amostragem para monitoramento dos parâmetros físico-químicos e biológicos na ETE?
14. Pesquise os metais pesados mais importantes associados ao cultivo da cana-de-açúcar.
15. Faça uma tabela com três colunas. Na primeira, coloque o título produto e na segunda, coluna coloque poluente. As duas colunas devem estar correlacionadas. Na terceira, descreva sucintamente a relação das duas colunas com as consequências para o meio ambiente.

Referências

APHA, AWWA, WEF. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 20th ed. Washington D. C.: 1998.

ANGOTTI, J. A. P., AUTH, M. A. **Ciência e Tecnologia**: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.15-27, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 1987. 48p.

BOMBAS BETO. **Equipamentos**. Disponível em: <http://www.bombasbeto.com.br/equip_12.html>. Acesso em: fev. 2010.

BRADY, J. E., HUMISTON, G. E. **Química Geral**. 2ed. v. 1 e 2. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1986.

BRAILE, P. M, CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo: CETESB, 1993. 764p.

BRANCO, S. M. **Ecologia para 2º Grau**. São Paulo: CETESB, 1978. 180p.

BRANCO, S. M., MURGEL, E. **Poluição**: a morte dos nossos rios. 2.ed. São Paulo: Ascetesb, 1983. 166p.

BRANCO, S. M., MURGEL, E. **Poluição do Ar**. São Paulo: Moderna, 2000. 87p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira).

_____. Decreto - Lei n. 1.413, de 14 de agosto de 1975. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais. Brasília, 14 de agosto de 1975. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=122915>>. Acesso em: jan. 2010.

_____. Decreto n. 76.389, de 3 de outubro de 1975. Dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição industrial de que trata o Decreto-Lei 1.413, de 14 de agosto de 1975, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/76389-75.htm>>. Acesso em: jan. 2010.

_____. Decreto n. 85.206, de 25 de setembro de 1980. Altera o artigo 8º do Decreto nº 76.389, de 3 de outubro de 1975, que dispõe sobre as medidas de prevenção e controle da poluição Industrial. Disponível em: <<http://www.tecnologiasambientais.com/file/1/329.doc>>. Acesso em: jan. 2010.

_____. Lei n. 6.803, de 2 de julho de 1980. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mp.go.gov.br/nat_sucroalcooleiro/Documentos/legislacao/Geral/lic_ambiental/lic2.pdf>. Acesso em: jan. 2010.

_____. Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: jan. 2010.

_____. Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: jan. 2010.

CAMERO, A. L. G. **Lei 6.938**: Política Nacional de Meio Ambiente. Rio de Janeiro: 2008. 46 slides, color.

CAMPOS, J. R. Alternativas para Tratamento de Esgotos. In: Campos, J. R. **Alternativas para Tratamento de Esgotos e Pré-Tratamento de Águas para Abastecimento**. Americana: Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari, 1994. p.1-53.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução Conama 01, de 8 de março de 1990. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: jan.2010.

_____. Resolução CONAMA 05, de 15 de junho de 1989. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res89/res0589.html>>. Acesso em: jan. 2010.

_____. Resolução CONAMA 06, de 15 de junho de 1988. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res88/res0688.html>>. Acesso em: jan. 2010.

_____. Resolução CONAMA 08, de 6 de dezembro de 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0893.html>>. Acesso em: jan. 2010.

_____. Resolução CONAMA 237, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: jan. 2010.

_____. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: jan. 2010.

COOPMUM. Cooperativa de Trabalhos de Couros e Peles de Muçum. **Tratamento de Resíduos de Curtume**. Disponível em: <<http://www.coopmum.br.com.br/efluente.htm>>. Acesso em: fev. 2003.

CPRH. Agência Ambiental de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Pernambuco. **Parâmetros de Monitoramento por Tipologia Industrial**. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/normas-cprh-2006.pdf>>. Acesso em: fev. 2010.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. São Paulo: CETESB, 1992. 201p.

DIAMANTINO, M. R., OTTOBONI, C. A evolução da legislação ambiental brasileira e os benefícios decorrentes da adoção de um Sistema de Gestão Ambiental. In: XI Simpósio de Engenharia de Produção, 2004, Bauru. **Gestão de Produção, Operações e Sistemas (Anais...)**. Bauru: GEPROS, 2004.

DIAS, S. M. F., VAZ, L. M. S. Métodos de Monitoramento no Processo Aeróbio de Compostagem – EEA/UEFS. **Sitientibu**, Feira de Santana, n. 15, p. 233-240, 1996.

DUARTE, L. C. B. A Política Ambiental Internacional: uma introdução. **Rev. Cena Int.** n.6, v.1, p.4-12, jun, 2004.

ENVIRONQUIP. **Peneira Rotativa**. Disponível em: <<http://www.vironquip.com.br>>. Acesso em: fev. 2010.

FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Vocabulário Básico de Meio Ambiente**. 4 ed. Rio de Janeiro: Petrobrás, Serviço de comunicação Social, 1992, 246p.

FERNANDES, F., SILVA, S M C P. Compostagem de resíduos agroindustriais utilizando tecnologia de compostagem de baixo custo. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: 1997. p. 1596-1605.

FREIRE, R. S., PELEGRINI, R., KUBOTA, DURÁN, N., PERALTA-ZAMORA, P. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. **Química Nova**, São Paulo, v.23, n.24, jul./ago., 2000.

FONTENELE, S. B., GUIMARÃES, J. L. S., SABIÁ, R. J. Legislação ambiental versus tecnologia limpa: uma reflexão junto ao setor industrial do Triângulo Crajubar – CE. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006, Fortaleza. p.1-8. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção (Resumos...)**. Fortaleza: ABEPRO, 2006.

GAUTO, M. A. **Efluentes**. Disponível em: <<http://www.mundodoquimico.hpg.ig.com.br/efluente%20parte2.htm>>. Acesso em: fev.2003.

GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de Efluentes Industriais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

HIDRAULIS. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.hidraulis.com.br/produtos/calharparshall301.htm>>. Acesso em: jan.2010.

MAINIER, F. B. **Reflexões Críticas sobre Contaminações Industriais no Meio Ambiente**. v. I., p.1. Rio de Janeiro: Tecendo Saberes, CFCH, UFRJ, 1997.

METCALF & EDDY, INC. **Wastewater Engineering**: treatment, disposal, and reuse. 3th. ed. Singapore: McGraw-Hill, 1991. 1334p.

MIERZWA, J. C., HESPANHOL, I. Programa para gerenciamento de águas e efluentes nas indústrias, visando ao uso racional e à reutilização. **Rev. Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.4, n.1, jan./mar, n.2, abr./jun., 1999. p.11-15.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Noções básicas do direito. Brasília, s.d. 96f. Notas de aula. Disponível em: <<http://biblioteca.planejamento.gov.br/biblioteca-tematica-1/textos/direito-leis-jurisprudencia-e-opinioes-juridicas/>>. Acesso em: jan.2010.

MOREIRA NETO, D. F. **Introdução ao Direito Ecológico e ao Direito Urbanístico**. São Paulo: Forense, 1976. 190p.

MÜLLER-PLANTENBERG, C., AB'SABER, A. **Previsão de Impactos**. São Paulo: Edusp, 1994.

NOLASCO, F. R., TAVARES, G. A., BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios em universidades: análises críticas e recomendações. **Eng. Sanit. Amb.** v.11, n.2, p.118-124, abr/jun, 2006.

OLIVEIRA, L. A. B., CAVALCANTE, A. A., FELIPE, I. J. S. Gestão ambiental e sustentabilidade: diferencial competitivo na estratégia produtiva de prevenção. In: II Congresso Acadêmico do BAWB Global Fórum América Latina, 2009, Curitiba. **Global Fórum América Latina (Anais...)**. Curitiba: Educação para a Sustentabilidade, 2009. v.1. p.1-14.

PAVANELLI, G. **Eficiência de Diferentes Tipos de Ccoagulantes na Coagulação, Floculação e Sedimentação da Água com Cor ou Turbidez Elevada**. 2001. 216p. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Estadual de São Paulo.

PEREIRA, J. A. R. Geração de resíduos industriais e controle ambiental. **Revista Futuro da Amazônia, Dilemas, Oportunidades e Desafios**, n.1213, 2001.

PERRY, R. H., CHILTON, C. H. **Manual de Engenharia Química**. 5.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1980.

PISSININ, S. A. **Gestão Ambiental**: uma investigação sobre o gerenciamento ambiental e a série ISO 14000 na indústria brasileira. 2002. 59f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas de Presidente Prudente, Faculdades Integradas Antônio Eufrásio de Toledo. Presidente Prudente.

POLAKIEWICZ, B. Uma reflexão sobre a tecnologia através dos milênios. **Revista de Graduação da Engenharia Química**, São Paulo, v. 2, p. 23-28, 2000.

ROCHA, J. C., ROSA, A. H., CARDOSO, A. A. **Introdução à Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 154p.

ROESSING NETO, E. Responsabilidade internacional dos Estados por dano ambiental: o Brasil e a devastação amazônica. **Jus Navigandi**, Teresina, n. 1172, ano 10, 16 set, 2006. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=8915>>. Acesso em: jan. 2010.

SAGAN, C., DRUYAN, A., SOTER, S. **Cosmos** (filme-vídeo). Estados Unidos. 1 cassete VHS, 45 min. color. 1990.

SASSI, R. ISO 1400 (Apostila da disciplina: Estudo de impacto ambiental). Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba, s.d.

SILVA, C. E. S., TIN, J. V., OLIVEIRA, V. C. Uma análise da aplicação da FMEA nas normas de: sistema de gestão pela qualidade (ISO 9000 e QS 9000), sistema de gestão ambiental (ISO 14000) e sistema de gestão da segurança e saúde do trabalho (BS 8800 - futura ISO 18000). In: XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1997, Porto Alegre. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção (Anais...)**. Porto Alegre: ABEPRO, 1997.

SILVA, J. C. T. Tecnologia: conceitos e dimensões. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002, Curitiba. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção (Resumos...)**. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2002.

SILVA, M. O. S. A. **Análises Físico-Químicas para Controle das Estações de Tratamento de Esgotos**. São Paulo: CETESB, 1976. 226p.

TECNOSAN. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.tecnosan.com.br/prod13.php>>. Acesso em: fev.2010.

TRATEF. **Equipamentos**. Disponível em: <<http://www.tratef.com.br/equipa02.htm>>. Acesso em: fev.2003.

UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. Biblioteca Didática Virtual de Tecnologias Ambientais. Lagoas. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~vansy/lagoas.html>>. Acesso em: jan.2010.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE. Manejo y Disposición Final de las Aguas Residuales. **Ingeniería Ambiental**. Disponível em: <http://vulcano.lasalle.edu.co/~docencia/IngAmbiental/AR_Trat_preliminar.htm>. Acesso em: fev.2003.

VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243p.

VOGEL, A. I., JEFFERY, G. H., BASSETT, J., MENDHAM, J., DENNEY, R. C. **Análise Química Quantitativa**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1992. 980 p.

Currículo do professor-autor

Orlene Silva da Costa é Engenheira Química pela Universidade Federal do Pará (UFPA), tem mestrado e doutorado em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). É professora de graduação no Curso de Química Industrial da Unidade, ministrando a disciplina Fenômenos de Transporte; no Programa de Mestrado de Engenharia Agrícola (PMEA), ministra a disciplina Tratamento de Resíduos: sólidos, líquidos e gasosos; atua também como pesquisadora na linha de tratamento de resíduos e recursos hídricos na Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas (UnUCET) da Universidade Estadual de Goiás (UEG). É também professora e orientadora do Curso de Especialização de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (CEPG-RH). É conselheira titular do Conselho Regional de Química da 12ª Região (CRQ-XII). Também atua como consultora das empresas H2Quality, Terra Consultoria, Calgon e Hidrodinâmica Ambiental na área de projetos, instalações e otimização de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), além de realizar treinamento técnico na área de meio ambiente: tratamento de efluentes, operação e monitoramento de ETES, e planejamento e gestão ambiental de empresas.



Alessandro Ribeiro de Sousa é Tecnólogo em Química Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). É mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG). É professor convidado do curso de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho das disciplinas de Agentes Químicos e Produção na Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás). É professor do IESPE (Instituto de Pós-Graduação de Goiás) dos módulos de Riscos Químicos e PCRMEI (Produção e controle de riscos na construção civil, indústria, processos industriais e instalações). É servidor público federal na função de Técnico de Laboratório de Ciências no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Foi RT (responsável técnico) da Cooperativa de Serviços Especializados, Multicooper. Foi Químico responsável pelo controle de qualidade e processos químicos da 3A Produtos Químicos de Limpeza. Foi bolsista AT (apoio técnico) em projeto financiado pelo CNPq para avaliação da qualidade da água do Rio Meia Ponte em Goiânia, GO. Tem experiência na área de Química, com ênfase em análises de água, qualidade da água, laboratório de química, estruturação e montagem de laboratórios de química e ciências, atuando nos seguintes temas: reservatório, rio, fotossíntese, respiração, produção primária, algas, recursos hídricos e saneamento.



Anexos

ANEXO I – Legislação Federal e do Estado de Goiás

ANEXO II – Composição da série ISO 14.000

ANEXO III – Significado dos parâmetros característicos dos resíduos

ANEXO IV – Classificação dos corpos de água, condições e padrões de qualidades das águas e lançamento de efluentes

ANEXO V – Condições e padrões de qualidade das águas doces classe 2 e condições e padrões de lançamento dos efluentes

ANEXO I – Legislação Federal e do Estado de Goiás

Tabela 13 – Leis ambientais federais.

Lei	Data	Nominada	Conteúdo
4.771	15 de setembro de 1965	Código Florestal	Sobre o ordenamento e manejo das florestas existentes no território nacional e das demais formas de vegetação.
4.947	06 de abril de 1966	Direito Agrário	Sobre o Sistema de Organização e Funcionamento do Instituto Brasileiro de Reforma Agrária e dá outras providências.
5.197	03 de janeiro de 1967	Lei de Fauna	Sobre medidas de proteção à fauna, elimina a caça profissional e o comércio deliberado de espécies de animais brasileiros, além de facultar a prática da caça amadorista, considerada como uma estratégia de manejo e, sobretudo, estimula a construção de criadouros destinados à criação de animais silvestres para fins econômicos e industriais.
6.938	31 de agosto de 1981	Política Nacional do Meio Ambiente	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.
7.347	24 de julho de 1985	Ação Civil Pública	Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (<u>VETADO</u>) e dá outras providências.
9.433	8 de janeiro de 1997	Política Nacional de Recursos Hídricos	Sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o Artigo 1º da Lei nº. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
9.605	12 de fevereiro de 1998	Lei de Crimes Ambientais	Sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências.
9.985	18 de julho de 2000	SNUC	Sobre regulamentação do Artigo 225, 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
10.257	10 de julho de 2001	Estatuto das Cidades	Estabeleceu diretrizes gerais da política urbana, regula o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança, do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental

Tabela 14 – Decretos ambientais federais.

Decreto Nº.	Data	Nominada	Conteúdo
4.074	4 de janeiro de 2002	-	Sobre a regulamentação da Lei nº. 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins e dá outras providências
6.514	22 de julho de 2.008	-	Regulamentação da Lei de crimes ambientais, Lei nº. 9.605. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações e dá outras providências.

Tabela 15 – Resoluções ambientais federais.

Resolução Nº.	Data	Nominada	Conteúdo
CONAMA			
01	23/01/1986	Avaliação de Impacto Ambiental	Estabelece as definições, responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental.
20	18/6/1986	Classificação das Águas e Padrões de Emissão de Efluentes	Dispõe sobre a classificação das águas e estabelece limites para emissão de efluentes (revogada).
06	15/6/1988	Licenciamento Ambiental	Disciplina o processo de <u>licenciamento ambiental</u> de atividades industriais, os resíduos gerados ou existentes deverão ser objeto de controle específico.
05	15/6/1989	Controle de Poluição do Ar	Institui o PRONAR - Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar.
01	8/3/1990	Emissão de Ruídos	Estabelece critérios e padrões para a emissão de ruídos, em decorrência de atividades industriais.
05	5/8/1993	Definições, Classes e Gestão de Resíduos Sólidos	Dispõe sobre definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
237	19/12/1997	Licenciamento Ambiental	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. (Altera os artigos 3 e 7 da Res. 01).
263	12/11/1999	Pilhas e Baterias	Sobre inclusão do inciso IV no Art. 6º da resolução Conama nº. 257 de 30 de junho de 1999
264	26/8/1999	Licenciamento de Fornos Rotativos	Sobre a aplicação e ao licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos.
283	12/7/2001	Resíduos dos Serviços de Saúde	Sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.
313	29/10/2002	Resíduos Sólidos Industriais	Sobre o "Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais".
314	29/10/2002	Remediação	Sobre o registro de produtos destinados à remediação e dá outras providências.
316	29/10/2002	Tratamento Térmico dos Resíduos	Sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
334	3/4/2003	Embalagens Vazias de Agrotóxicos	Sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.
357	17/3/2005	Classificação dos Corpos de Água, Enquadram. e Padrões de Lançamento de Efluentes	Sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.
375	29/8/2006	Uso Agrícola de Lodos Sanitários	Sobre a definição dos critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.
397	3/4/2008	Classificação dos Corpos de Água, Enquadram e Padrões de Lançamento de Efluentes	Altera Resolução 357, no artigo 34, no que diz respeito à temperatura e aos limites de concentração de alguns padrões de lançamento.
ANVISA			
RDC nº. 33	25/2/2003	Regulamento Técnico para Gestão RSS	Sobre aprovação do regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde

Tabela 16 – Normas brasileiras.

NBR Nº.	Nominada	Conteúdo
1.183	-	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.
8.418 8.842	-	Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos – procedimento.
9.897	Planejamento de amostragem de água	Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – procedimento.
9.898	Técnicas de amostragem de resíduos	Normatiza técnicas de amostragem e preservação de amostras de resíduos.
10.004	Resíduos Sólidos	Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados.
10.005	-	Lixiviação de Resíduos – Procedimento.
10.006	-	Solubilização de Resíduos – Procedimento.
10.007	-	Amostragem de Resíduos – Procedimento.
10.157	Aterros de Resíduos Perigosos	Critérios para projeto, construção e operação – procedimento.
10.703	-	Degradação do Solo - Terminologia
11.174 1.264	-	Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes.
11.175 1.265	-	Incineração de resíduos sólidos perigosos padrões de desempenho - procedimento
12.235	Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos	Que fixa condições exigíveis para armazenamento de resíduos sólidos perigosos, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
13.221	Transporte de resíduos	-
13.894	-	Tratamento no solo (<i>landfarming</i>) – procedimento.
13.895	-	Construção de poços de monitoramento e amostragem – procedimento.
13.896	Aterros de resíduos não perigosos	Critérios para projeto, implantação e operação – procedimento.
14.283	Resíduos em solos	Determinação da biodegradação pelo método respirométrico – Procedimento.
14.725	Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ	<p>Que fornece informações sobre vários aspectos desses produtos químicos (substâncias ou preparos) quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente. A FISPQ fornece, para esses aspectos, conhecimentos básicos sobre esses produtos químicos, recomendações sobre medidas de proteção e ações em situações de emergência. Em alguns países, essa ficha é chamada de "Material Safety Data Sheet – MSDS".</p> <p>De acordo com a NBR 14725, o fornecedor deve tornar disponível ao receptor/usuário uma FISPQ completa para cada substância ou preparo, na qual estão relatadas informações relevantes quanto à segurança, saúde e meio ambiente. O fornecedor tem o dever de manter a FISPQ sempre atualizada e tornar disponível ao usuário/receptor a edição mais recente.</p> <p>Ainda de acordo com a NBR 14725, o usuário da FISPQ é responsável por agir de acordo com uma avaliação de riscos, tendo em vista as condições de uso do produto, por tomar as medidas de prevenção necessárias numa dada situação de trabalho e por manter os trabalhadores informados quanto aos perigos relevantes do seu local individual de trabalho.</p>

Tabela 17 – Legislação do estado de Goiás.

No.	Data	Nominada	Conteúdo
LEIS ESTADUAIS			
8.544	17 de outubro de 1978	-	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.
12.596	14 de março de 1995	Política Florestal do Estado de Goiás	Institui a Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências.
13.123	16 de julho de 1997	-	Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como ao sistema de gerenciamento de Recursos Hídricos.
DECRETOS ESTADUAIS			
1.745	06 de dezembro de 1979	-	Regulamenta Lei n.º. 8.544.
4.593	13 de novembro de 1995	-	Regulamenta Lei n.º. 12.596.
5.496	15 de outubro de 2001	-	Fixa regras para o licenciamento ambiental de instalação de novos empreendimentos na bacia do Rio Meia Ponte.

ANEXO II – Composição da série ISO 14.000

Tabela 18 – Conteúdo da série ISO 14.000.

Número	Conteúdo
ISO 14000	Guia de princípios, sistemas e técnicas de suporte de Gestão Ambiental.
ISO 14001	Especificação com Guia para uso do sistema de Gestão Ambiental.
ISO 14004	É um guia de princípios, sistemas e técnicas de suporte para que as empresas possam se enquadrar e, no futuro, conseguir a certificação.
ISO 14010	Guia para Auditoria Ambiental – Diretrizes gerais.
ISO 14011-1	Diretrizes para auditoria ambiental e procedimentos para auditoria – princípios gerais para auditoria dos SGAs.
ISO 14011-2	Diretrizes para a auditoria ambiental e procedimentos para auditoria – princípios gerais para auditoria legal.
ISO 14012	Diretrizes para auditoria ambiental – critérios de qualificação de auditores.
ISO 14014	Diretrizes para auditoria ambiental – guia para avaliações iniciais.
ISO 14015	Diretrizes para auditoria ambiental – guia para avaliação de sítios.
ISO 14020	Rotulagem ambiental – Princípios básicos.
ISO 14021	Rotulagem Ambiental – Termos e definições para aplicação especificam e autodeclarações.
ISO 14022	Rotulagem Ambiental – Simbologia para os rótulos.
ISO 14023	Rotulagem Ambiental – Testes e metodologias de verificação.
ISO 14024	Rotulagem Ambiental – Guia para certificação com base em análise multicriterial.
ISO 14031	Avaliação do desempenho ambiental.
ISO 14040	Análise do ciclo de vida – Princípios gerais e prática.
ISO 14041	Análise do ciclo de vida – Inventário.
ISO 14042	Análise do ciclo de vida – Análise dos impactos
ISO 14043	Análise do ciclo de vida – Interpretação.
ISO 14050	Termos e definições – Vocabulário.
ISO 14060	Guia de inclusões dos aspectos ambientais nas normas do produto.

Adaptado de Pissinin, 2002

ANEXO III – Significado dos parâmetros característicos dos resíduos

Tabela 19 – Significado físico de parâmetros de caracterização física e biológica.

Natureza	Parâmetro	Significado
Física	Cor	Medida das substâncias dissolvidas ou em suspensão na água. As substâncias dissolvidas, em geral, têm caráter orgânico (ácidos húmicos, fúlvicos, etc) que dão a cor verdadeira. E as substâncias em suspensão são, em geral, de caráter inorgânico (siltes, argilas, etc.) que dão a cor aparente.
	Peso Específico	É o peso contido em um volume.
	Sólidos Sedimentáveis	São sólidos de uma solução que se sedimentam em 1 h, sendo a quantidade aproximada de lama que sedimentará no decantador primário.
	Sólidos Totais	Toda matéria que permanece como resíduo após a evaporação da água, classificando o efluente em: fraco, médio ou forte.
	Temperatura	É a medida da intensidade de calor da amostra, afetando as reações químicas, taxas de reação e vida do seres que habitam o meio.
	Transparência	É a medida da penetração vertical da luz solar na coluna d'água em sistemas aquáticos naturais (lagos, rios, córregos, reservatórios).
	Turbidez	É a medida da alteração da intensidade de luz que atravessa um meio aquoso, indicando a presença de partículas em suspensão, que promovem a difusão e absorção dessa luz.
	Umidade	É o teor de água contido na amostra.
	Vazão	É o volume de líquido que flui por uma área transversal ao escoamento em determinado período de tempo.
Biológica	Algas	São micro-organismos presentes nas águas. As algas verdes produzem oxigênio, contribuem para a respiração dos seres aquáticos, melhorando a qualidade da água através da oxidação da matéria orgânica. As algas vermelhas são tóxicas e podem causar mortalidade dos seres aquáticos. O crescimento descontrolado de algas pode causar eutrofização. As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal.
	Bactérias	Boa parte delas é decompositora, promovendo a decomposição da matéria orgânica, reciclagem da matéria na natureza (biorremediação). Podem ser aeróbias ou anaeróbias. Outras podem causar doenças. As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. O uso da bactéria coliforme fecal para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes é importante indicador da possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera). O crescimento excessivo desta bactéria leva à formação de flocos volumosos e de consistência gelatinosa que sedimentam mal.
	Fungos	São micro-organismos que se nutrem de matéria orgânica morta - fungos saprófitos, ou de matéria orgânica viva - fungos parasitários. Crescem em meios com baixo pH, presença de grande quantidade de carboidratos e deficiência de nutrientes. Os fungos são tão eficazes quanto às bactérias na estabilização da matéria orgânica. O problema é o excesso de filamentos.
	Helmintos	Os vermes, de corpo alongado, fazem parte da cadeia alimentar dos micro-organismos aquáticos. Alguns são parasitas de animais e vegetais. Podem indicar a idade do lodo.
	Protozoários	Fazem parte da cadeia alimentar. Alimentam-se de bactérias, outros protozoários e de matéria orgânica dissolvida e particulada. Boa parte são parasitas de animais. Podem indicar a idade do lodo.
	Vírus	São micro-organismos encasulados ou uma proteína que podem infectar outros organismos biológicos. São parasitas obrigatórios do interior celular. Eles somente se reproduzem em seu interior, copiando o mecanismo de autorreprodução celular.

Tabela 20 – Significado físico de parâmetros de caracterização química.

Natureza	Parâmetro	Significado
Química	Alcalinidade	É a capacidade em neutralizar ácidos fortes, até um certo pH. Está associada ao caráter tamponante e só pode ser interpretada em função de substâncias específicas, indicando a concentração alcalina da solução.
	Condutividade	É a medida a capacidade da solução de resíduo em conduzir corrente elétrica. Deve ser interpretado junto com as medidas de salinidade, gás sulfídrico e sólidos dissolvidos.
	Cloretos	Um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas naturais, devido às excretas humanas que cloretam. Um alto teor de cloretos nas águas é prejudicial às tubulações e estruturas metálicas, bem como ao crescimento das plantas.
	DBO	É a quantidade de oxigênio dissolvido na água necessária para decompor a matéria orgânica (oxidação ou estabilização da matéria orgânica), por meio da atividade bacteriana, durante um período de 5 dias, a uma temperatura de 20 °C. Indica a força dos esgotos em decomposição da matéria orgânica: forte, médio e fraco.
	DQO	É a medida de oxigênio consumida por compostos orgânicos e inorgânicos por oxidação química, indicando a quantidade de matéria orgânica total na solução. A medida de DQO é mais simples e mais rápida que a DBO, gastando-se ~3 h, enquanto a DBO é feita em 5 dias no mínimo. Pode ser usada DQO no lugar da DBO, quando existem compostos tóxicos.
	Dureza	Indica a presença de sais de cálcio, magnésio, etc. e alguns metais, em menor intensidade. Classifica a água em mole ou dura.
	Fenóis	São tóxicos e quando combinados com cloro produzem os organoclorados, carcinogênicos. Dão sabor e odor desagradáveis.
	Fósforo total	Indica a quantidade total de nutrientes fosfato, essencial para o desenvolvimento de algas, causadores de eutrofização e outros organismos biológicos. Fósforos estão sempre presentes nas águas de esgotos, pois fazem parte da composição de muitos detergentes.
	Gás metano	Indica decomposição anaeróbia da matéria orgânica. É um gás inodoro, incolor, altamente inflamável e explosivo em atmosfera de baixa ventilação.
	Gás sulfídrico	Indica decomposição anaeróbia da matéria orgânica, contendo enxofre, ou pela redução de sulfitos a sulfatos. Esse gás tem odor característico similar ao cheiro de ovo podre.
	Metais pesados	Níquel (Ni), manganês (Mn), chumbo (Pb), cromo (Cr), cádmio (Cd), zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e mercúrio (Hg), dependendo da concentração podem ser considerados poluentes.
	Óleos e gorduras	São formas variadas de matérias orgânicas constituídas por hidrocarbonetos, ésteres, óleos, gorduras, ceras e ácidos graxos. Os óleos são líquidos à temperatura ambiente, enquanto as gorduras são sólidas, estáveis e não são facilmente decompostos por bactérias. Podem ocasionar sérios problemas de formação de espuma.
	Oxigênio dissolvido	É um dos parâmetros mais importantes no controle da qualidade da água, pois ele é necessário à respiração dos organismos aeróbios. A presença de OD em águas residuárias é desejável para prevenir maus odores. Entretanto, a presença de OD e CO ₂ na água não é desejável quando em contato com metais ferrosos, pois acelera o processo de corrosão em tubulações e caldeiras.
	pH	É a medida da concentração (quantidade) de hidrogênios livres na solução.
	Série de Nitrogênio	Indica as quantidades nutrientes limitantes para crescimento das algas, além de indicar a etapa de decomposição da matéria orgânica.
	SSV	Indica o teor de sólidos orgânicos, assim como os sólidos fixos indicam aproximadamente o teor de sólidos minerais. SSV determina a massa viva provável do sistema de tratamento.
SDT	É o peso total dos constituintes minerais presentes por unidade de volume. Podem ser calculados a partir da condutividade, multiplicando-se pelo fator de conversão, 0,65 para uma região de clima quente. Classificam as águas em doce, salobra ou salgada.	
Sulfatos	Surgem nas águas superficiais por descargas de esgotos domésticos (degradação de proteínas) e efluentes industriais. Nas águas subterrâneas ocorrem através da dissolução de solos e rochas. E em águas tratadas, surge devido aos coagulantes.	

ANEXO IV – Classificação dos corpos de água, condições e padrões de qualidades das águas e lançamento de efluentes

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece a classificação dos corpos de água em território nacional, assim como dispõe sobre as condições e padrões de qualidade dessas águas, como também prediz as condições e padrões de lançamento de efluentes, como segue:

“RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

(D.O.U. de 18/03/05)

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

...

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

...

SEÇÃO I

DAS ÁGUAS DOCES

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

...

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

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

...

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

SEÇÃO I

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

...

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

...

CAPÍTULO IV

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

...

Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes - POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 07 de maio de 2004.

...

Art. 34. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente nos corpos de água desde que obedeçam às condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

...

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

...

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986.

..."

“RESOLUÇÃO CONAMA Nº. 397, DE 03 DE ABRIL DE 2008

(D.O.U. de 07/04/08)

Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

...

ANEXO V – Condições e padrões de qualidade das águas doces classe 2 e condições e padrões de lançamento dos efluentes.

Tabela 21.a – Condições e padrões de qualidade de água classe 2 e condições e padrões de lançamento de efluentes nos cursos d'água receptores.

Parâmetros	Unidades	Qualidade da Água Doce Classe 2. Resolução CONAMA 357/2005 (Valor Máx.)	Lançamento de Efluentes em Curso Classe 2. Resolução CONAMA 357/2005 e 397/2008 (Valor Máx.)
Alumínio Dissolvido	mg Al / L	0,100	NR
Antimônio	mg Sb / L	0,005	NR
Arsênio Total	mg As / L	0,010	0,5
Bário Total	mg Ba / L	0,700	5,0
Berílio Total	mg Be / L	0,040	NR
Boro Total	mg B / L	0,500	5,0
Cádmio Total	mg Cd / L	0,001	0,2
Cálcio	mg Ca / L	NR	NR
Chumbo Total	mg Pb / L	0,010	0,5
Cianeto Total	mg CN / L	0,005	1,0
Cianeto Livre	mg CN / L	NR	0,2
Cloreto Total	mg Cl / L	250	NR
Cloreto Residual Total	mg Cl / L	0,010	NR
Clorofila a	µg / L	30	NR
Cobalto Total	mg Co / L	0,050	NR
Cobre Dissolvido	mg Cu / L	0,009	1,0
Corantes Artificiais	Mg / L	VA	NR
Cor	mg Pt / L	75	NR
Cromo Hexavalente	mg Cr ⁺⁶ / L	NR	0,1
Cromo Total	mg Cr / L	NR	NR
Cromo Trivalente	mg Cr ⁺³ / L	0,050	1,0
DBO ₅	mg O ₂ / L	5	NR
Densidade de cianobactérias	cel / mL ou mm ³ / L	50000 ou 5	NR
Detergentes	mg LAS / L	NR	NR
DQO	mg O ₂ / L	NR	NR
Dureza Total	mg CaCO ₃ / L	NR	NR
Espuma	mg / L	NR	NR
Estanho	mg Sn / L	NR	4,0
Fenóis	mg / L	NR	NR
Ferro Dissolvido	mg Fe / L	0,3	15,0
Fluoretos	mg F / L	1,4	10,0
Fósforo Total	mg P / L	Ambientes lênticos < 0,030 Ambientes lóticos < 0,050	NR
Índice de Fenóis	mg / L	NR	0,5
Lítio Total	mg Li / L	2,50	NR
Magnésio	mg Mg / L	NR	NR
Manganês dissolvido	mg Mn / L	0,10	1,0
Materiais Flutuantes	-	VA	VA
Mercúrio Total	mg Hg / L	0,0002	0,01
Níquel Total	mg Ni / L	0,025	2,0
Nitrato	mg N-NO ₃ / L	10,00	NR
Nitrito	mg N-NO ₂ / L	1,00	NR
Nitrogênio Amoniacal Total	mg N-NH ₄ ⁺ / L	3,7 (pH ≤ 7,5) 2,0 (7,5 < pH ≤ 8,0) 1,0 (8,0 < pH ≤ 8,5) 0,5 (pH > 8,5)	20,0
Nitrogênio Total	mg N / L	Ambientes lênticos < 1,27 Ambientes lóticos < 2,18	NR

Legenda: Valor Máx. – valor máximo permitido; Valor Crit. – valor crítico; NR – não há referência dentro da legislação.

Tabela 21.b – Valores máximos dos padrões de qualidade e de lançamento de efluentes para Cursos de água Classe 2 (continuação).

Parâmetros	Unidades	Qualidade da Água Doce Classe 2. Resolução CONAMA 357/2005 (Valor Máx. ou Crit.)	Lançamento de Efluentes em Curso Classe 2. Resolução CONAMA 357/05 e 397/08 (Valor Máx. ou Crit.)
Odor	-	NR	NR
Óleos e Gorduras (OG)	mg / L	NR	Óleos minerais ≤ 20
			Óleos vegetais ≤ 50
			Gordura animal ≤ 50
OD	mg O ₂ / L	> 5,0	NR
pH	-	6,0 – 9,0	5,0 – 9,0
Prata Total	mg Ag / L	0,01	0,1
Selênio Total	mg Se / L	0,01	0,3
Sólidos Sedimentáveis	mL/L /h	NR	Ambientes lênticos < 1
			Ambientes lóticos: NR
Sólidos Suspensos	mg/L	NR	NR
Sólidos Totais (ST)	mg/L	NR	NR
STD	mg/L	500	NR
STF	mg/L		NR
STV	mg/L		NR
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg SO ₄ ²⁻ /L	250	NR
Sulfeto (H ₂ S não dissolvido)	mg SO ₂ /L	0,002	1,0
Tamanho da partícula sólida	cm	NR	NR
Temperatura	°C	NR	< 40, ΔT ≤ 3 na zona de mistura
Toxicidade		NR	NR
Turbidez	UNT	100	NR
Urânio Total	mg U / L	0,002	NR
Vanádio Total	mg V / L	0,100	NR
Vazão	m ³ / h	-	Lançamento = 1,5 x Q _{médio/efluente}
Zinco Total	mg Zn / L	0,180	5,0

Legenda: Valor Máx. – valor máximo permitido; Valor Crit. – valor crítico; NR – não há referência dentro da legislação.

