

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

CAMILA SOUZA NASCIMENTO MACEDO DE PAULA

Gestão de Efluentes Líquidos em uma Instituição de Ensino Superior: Diagnóstico da Situação e Proposta de Planejamento

Maringá, PR

2017

CAMILA SOUZA NASCIMENTO MACEDO DE PAULA

Gestão de Efluentes Líquidos em uma Instituição de Ensino Superior: Diagnóstico da Situação e Proposta de Planejamento

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título Mestre em Engenharia Química. Área de concentração: Desenvolvimento de Processos (linha de pesquisa: Gestão, Controle e Preservação Ambiental)

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Célia Regina Granhen Tavares

Maringá, PR

2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)**

P324g

Paula, Camila Souza Nascimento Macedo de
Gestão de efluentes líquidos em uma instituição
de ensino superior : diagnóstico da situação e
proposta de planejamento / Camila Souza Nascimento
Macedo de Paula. -- Maringá, 2017.
134 f. : il. color., figs., tabs.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Célia Regina Granhen
Tavares.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de
Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Química, 2017.

1. Gestão Ambiental. 2. Gestão de efluentes
líquidos. 3. Efluentes líquidos - Universidades. I.
Tavares, Célia Regina Granhen, orient. II.
Universidade Estadual de Maringá. Centro de
Tecnologia. Departamento de Engenharia Química.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química.
III. Título.

CDD 23.ed. 628.4

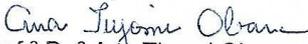
Glauca Volponi de Souza - CRB-9/948

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

Esta é a versão final da Dissertação de Mestrado apresentada por Camila Souza Nascimento Macedo de Paula perante a Comissão Julgadora do Curso de Mestrado em Engenharia Química em 24 de julho de 2017.

COMISSÃO JULGADORA


Prof.^a Dr.^a Célia Regina Granhen Tavares
Orientadora / Presidente


Prof.^a Dr.^a Ana Tiyomi Obara
Membro


Prof.^a Dr.^a Cláudia Telles Benatti
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, meu Pai e Salvador, que me sustentou todos os dias da minha ainda breve vida, dando-me forças e sabedoria para encarar meus desafios.

Aos meus pais, Elio e Cristiane, agradeço por terem me apoiado, investido na minha formação acadêmica e estado sempre ao meu lado.

Ao meu esposo, amigo e companheiro de todas as horas, Filipe de Paula, agradeço pelo zelo, apoio e incentivo. Sem você, não seria possível a realização deste trabalho!

Aos meus avós e demais familiares por todo suporte e amor dispensados a mim.

Aos amigos queridos, extensão da minha família, agradeço pela paciência e incentivo que tanto me ajudaram a prosseguir, em especial à minha amiga da vida, Danielly Campos Martins, e ao trio amado, Alexandre Mahmoud, Fernanda Yamamoto e Beatriz Ito.

À colega de mestrado, Lariana Beraldo, pelo compartilhar das doçuras e amarguras da pós graduação e por deixar a caminhada mais leve.

À engenheira química Dr^a. Elenice Tavares, agradeço pelas conversas e auxílio na pesquisa.

À professora Dr^a. Célia Regina Granhen Tavares, agradeço pela orientação e confiança no meu trabalho.

Aos servidores da UEM, Luiz da Silva (vulgo “Luizinho”), Cleival, Everaldo e sr. Manoel, agradeço pela prestatividade e troca de experiências. Sou grata por ter podido conviver e aprender com vocês.

Aos alunos da graduação, Matheus Linhares e Vitória Volpato, agradeço pela ajuda e empenho nas coletas.

Aos que possibilitaram meu estudo, PEQ e DEQ, agradeço pela oportunidade.

Ao CNPq, agradeço pelo apoio financeiro.

“Todas as flores do futuro estão contidas nas sementes de hoje.”

(Provérbio Chinês)

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda.”

(Paulo Freire)

GESTÃO DE EFLUENTES LÍQUIDOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR: DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO E PROPOSTA DE PLANEJAMENTO

AUTOR: CAMILA SOUZA NASCIMENTO MACEDO DE PAULA

ORIENTADOR: PROF. DRA. CELIA REGINA GRANHEN TAVARES

Dissertação de Mestrado; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química; Universidade Estadual de Maringá; Av. Colombo, 5790, BL E46 – 09; CEP: 87020-900 Maringá – PR, Brasil, defendida em 24 de julho de 2017. 136 p.

RESUMO

A geração de efluentes nas universidades é decorrente da variedade de atividades praticadas nos campi, principalmente as de ensino e pesquisa. A preocupação com a composição desse efluente se pauta na diversidade de produtos e substâncias utilizados nos laboratórios das instituições, caracterizando-se como potencial poluidor nas estações de tratamento de efluentes e nos corpos d'água. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo elaborar uma proposta de planejamento de gestão dos efluentes líquidos do campus sede da Universidade Estadual de Maringá (UEM), a partir da avaliação da geração desses efluentes em seus laboratórios. Para atingir o objetivo proposto, a pesquisa se desenvolveu como estudo de caso em caráter investigativo. Inicialmente, realizou-se o mapeamento dos laboratórios em funcionamento no campus sede, totalizando 99 laboratórios listados por meio do recebimento dos arquivos de cadastro. Dos 99 laboratórios respondentes, 45 alegaram descartar seus efluentes diretamente na pia, sem distinção. A avaliação das fontes geradoras possibilitou a identificação dos blocos nos quais há geração de efluentes e resultou na conclusão de que não há contribuição majoritária individual significativa dos laboratórios para a composição do efluente final, o qual é descartado na rede de esgoto da companhia de saneamento local. Na etapa de caracterização, realizaram-se coletas de acompanhamento da qualidade do efluente líquido gerado, no período de setembro de 2016 a março de 2017, as quais viabilizaram a identificação de problemas na estrutura da rede de esgoto da instituição e motivaram a correção dos mapas disponibilizados pela Prefeitura do campus. A caracterização do efluente final mostrou valores médios dos indicadores de matéria orgânica de 270 mg.L⁻¹ e 610 mg O₂. L⁻¹ em termos de DBO e DQO respectivamente, nitrogênio total 112,03 mg.L⁻¹, nitrogênio amoniacal 43,50 mg.L⁻¹, fósforo total 9,52 mg.L⁻¹ e surfactantes 11,74 mg.L⁻¹, demonstrando caráter semelhante ao dos esgotos predominantemente domésticos. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que ações voltadas à gestão ambiental são necessárias para o enquadramento do efluente do campus ao padrão exigido pela companhia de saneamento local, bem como para a consolidação da sustentabilidade no campus, motivos pelos quais se justifica a implantação de um plano de gerenciamento de efluentes líquidos. Nesse contexto, apresenta-se uma proposta de planejamento de gestão dos efluentes líquidos, evidenciando os aspectos ambientais encontrados durante o estudo e as ações pertinentes à sua implantação.

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Gestão de Efluentes Líquidos. Efluentes Líquidos de Universidades.

WASTEWATER MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION: DIAGNOSTIC AND PLANNING PROPOSAL

AUTHOR: CAMILA SOUZA NASCIMENTO MACEDO DE PAULA

SUPERVISOR: PROF. DRA. CELIA REGINA GRANHEN TAVARES

Master Thesis; Chemical Engineering Graduate Program; State University of Maringá; Av. Colombo, 5790, BL E46 – 09; CEP: 87020-900 – Maringá – PR, Brazil, presented on 24th July 2017. 135 p.

ABSTRACT

Wastewater generation at universities is due to all sorts of activities in campus, especially in both, academic and research fields. The composition of these wastewater is of utmost concern, because it is based on the diversity of products and substances, which are used in laboratories of these institutions, characterizing then as potential polluters for the treatment stations and water bodies. Within the presented situation, this paper aims to elaborate a proposal for the management of wastewater produced in the campus of State University of Maringá (UEM), based on the evaluation of liquids effluents generation in its labs. In that way, the research was developed as a case study with investigative character. Firstly, it was mapped out all laboratories in operation at the campus, summing 99 labs listed through files, which 45 claim to dispose its wastes directly on the sink. At the analysis of the sources it was identified the buildings where there were wastewater generation, and that there is not a significant contribution of these singly to the final amount. At characterization, samples were collected from September 2016 to March 2017, in order to evaluate its quality, which enabled to pinpoint structural problems at the institution sewage, also made feasible to update the maps from the campus administration. Wastewater analysis showed average values for indicator of organic matter were 270 mg.L^{-1} and $610 \text{ mg O}_2/\text{L}$ as BOD and COD respectively, total nitrogen $112,03 \text{ mg.L}^{-1}$, ammoniacal nitrogen $43,50 \text{ mg.L}^{-1}$, total phosphorus $9,52 \text{ mg.L}^{-1}$ and surfactants $11,74 \text{ mg.L}^{-1}$, which results exhibit similar values to domestic sewage. In conclusion, environmental management activities were required in order to fit the wastewater generated in university campus to the standard set by local sanitation company as well as to consolidation of campus sustainability, which justify the implementation of wastewater management planning. Then, a proposal for a planning of wastewater management was presented, identifying the environmental aspects found during the study and some actions to its implementation.

Keywords: Environmental Management. Wastewater Management. University Campus Wastewater.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Contexto multidisciplinar da Gestão Ambiental	16
Figura 2 – Aspecto ambiental x Impacto ambiental	18
Figura 3 – Processo de Nitrificação.....	44
Figura 4 – Associação iônica x corante - LAS	46
Figura 5 – Poço de Visita (PV).....	51
Figura 6 – Localização dos pontos de coleta.....	53
Figura 7 – Aparato de coleta.....	54
Figura 8 – Operador durante a coleta	54
Figura 9 – Utilização do aparato no PV durante a coleta	55
Figura 10 – Sinalização nos pontos de coleta.....	55
Figura 11 – Conjunto utilizado na composição da amostra	56
Figura 12 – PV 14: Identificação da interligação da linha especial	57
Figura 13 – PV 14: Identificação física da	57
Figura 14 – Localização PVs final, 16 e 22.....	61
Figura 15 – Interligação das linhas de esgoto comum (em azul) e	61
Figura 16 – Indicação do PV 16 seco	62
Figura 17 - Localização PV 15	62
Figura 18 – Trecho alterado: PV 15 – PV 22	63
Figura 19 - Linhas do esgoto especial 14N e 14S	64
Figura 20 – Contribuição dos departamentos no descarte de resíduos.....	68
Figura 21 – Comparativo dos resultados: coletas 1 e 2	72
Figura 22 - Investigação PV 22	73
Figura 23 – Investigação PV 11	74
Figura 24 - Característica do efluente descartado no Laboratório e Final.....	75
Figura 25 – Características do Efluente do Biotério: PVs 15 e Final.....	75
Figura 26 - Evolução das concentrações de nutrientes.....	76
Figura 27 – Características dos efluentes: PV 14 e PV final.....	77
Figura 28 – Série Nitrogenada (PV 14 e PV final).....	78
Figura 29 - Acompanhamento dos indicadores de MO.....	80
Figura 30 – Acompanhamento da concentração dos compostos nitrogenados: Nitrogênio Total e Nitrogênio Amoniacal	81
Figura 31 – Composição Nitrogênio Total: coleta 8	82

Figura 32 – Acompanhamento da concentração de Fósforo Total.....	83
Figura 33 – Surfactantes	84
Figura 34 – Acompanhamento da concentração de surfactantes.....	84
Figura 35 – Acompanhamento da concentração de surfactantes.....	85
Figura 36 – Acompanhamento da concentração de sulfeto.....	85
Figura 37 – Ciclo PDCA para proposta de gerenciamento	86
Figura 38 – Proposta de execução do gerenciamento de efluentes líquidos - UEM campus sede	89
Figura 39 – Proposta de estrutura para acompanhamento da qualidade do efluente.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Instituições com iniciativas relacionadas à gestão ambiental.....	29
Quadro 2 – Pontos de coleta e suas contribuições - UFPel	41
Quadro 3 – Exemplo do arquivo de cadastro dos laboratórios (CCS)	65
Quadro 4 – Equivalência PDCA x PGRS.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Padrão para lançamento de efluentes não domésticos no sistema de coleta operado pela SANEPAR	24
Tabela 2 – Caracterização dos efluentes das IEES – valores médios (em mg.L ⁻¹)	39
Tabela 3 - Biodegradabilidade de efluentes	43
Tabela 4 – Quantidade de laboratórios atualizados pelas.....	65
Tabela 5 – Quantidade total de laboratórios respondentes por departamento.....	66
Tabela 6 – Descarte de resíduos na pia.....	67
Tabela 7 – Coleta 1	69
Tabela 8 – Parâmetros fora do padrão: limite e resultado	71
Tabela 9 – Calendário de limpeza e higienização dos biotérios.....	76
Tabela 10 – Características do efluente final do Campus Sede da UEM	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DDT – Diclorodifeniltricloroetano

DEC – Departamento de Engenharia Civil

DEQ – Departamento de Engenharia Química

FCT/UNL– Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

IAP – Instituto Ambiental do Paraná

IES – Instituições de Ensino Superior

IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

IF Sul – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense

KNUST - Kwame Nkrumah University of Science and Technology

MO – Matéria orgânica

NTK – Nitrogênio Total Kjeldahl

PCU – Prefeitura do Campus Universitário

PV – Poço de visita

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná

SDU – *Shandong University*

UEM – Universidade Estadual de Maringá

UEL – Universidade Estadual de Londrina

UNICENTRO – Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná

UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

UNESPAR – Universidade Estadual do Paraná

UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa

UENP – Universidade Estadual do Norte do Paraná

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

UFPel – Universidade Federal de Pelotas

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UNISC – Universidade de Santa Cruz do Sul

UNL – Universidade Nova de Lisboa

UPF – Universidade de Passo Fundo

UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1	Gestão Ambiental.....	16
3.1.1	Conceituação.....	16
3.1.2	Histórico	19
3.1.3	Gestão ambiental e os efluentes.....	22
3.2	Gestão Ambiental nas Instituições de Ensino Superior	25
3.2.1	Universidades Estaduais Paranaenses.....	31
3.3	Características dos efluentes das Instituições de Ensino Superior.....	38
3.3.1	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	41
3.3.2	Demanda Química de Oxigênio (DQO)	42
3.3.3	Série Nitrogenada (Nitrogênio Total e Nitrogênio Amoniacal)	43
3.3.4	Fósforo Total	45
3.3.5	Surfactantes.....	45
3.3.6	Sulfeto.....	48
4	METODOLOGIA	50
4.1	Local de Estudo.....	50
4.1.1	Campus Sede - UEM	50
4.1.2	Identificação da rede de esgoto.....	50
4.2	Mapeamento do campus.....	51
4.2.1	Mapeamento dos laboratórios do campus.....	51
4.2.2	Mapeamento dos laboratórios geradores de efluentes	52
4.3	Investigação das fontes de geração	52
4.4	Caracterização dos efluentes	53
4.4.1	Caracterização Físico-química.....	57

4.5	Proposta de planejamento da gestão dos efluentes líquidos.....	58
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5.1	Obtenção do mapa da rede de esgoto	60
5.2	Mapeamento dos laboratórios do campus	64
5.2.1	Elaboração do arquivo para cadastro dos laboratórios	64
5.2.2	Atualização do cadastro de laboratórios	65
5.3	Mapeamento da geração de efluentes	67
5.3.1	Elaboração da ficha de controle de efluente	67
5.3.2	Diagnóstico Preliminar da geração de efluentes.....	67
5.3.3	Elaboração do mapa dos geradores de resíduos químicos.....	68
5.4	Investigação das fontes de geração de efluentes nos laboratórios	69
5.5	Caracterização do efluente final.....	79
5.5.1	Indicadores de matéria orgânica	79
5.5.2	Série Nitrogenada	80
5.5.3	Fósforo Total	83
5.5.4	Surfactantes.....	83
5.5.5	Sulfeto.....	85
5.6	Proposta de Plano de Gerenciamento de Efluentes Líquidos	86
5.6.1	Planejamento.....	87
5.6.2	Execução.....	88
5.6.3	Verificação.....	93
5.6.4	Ação (Análise Crítica)	93
6	CONCLUSÃO	94
7	REFERÊNCIAS	96
	APÊNDICES	115
	ANEXOS.....	131

1 INTRODUÇÃO

A expansão demográfica aliada ao desenvolvimento tecnológico industrial irresponsável colaborou para o estabelecimento de uma crise ambiental sem precedentes. A partir dos anos 1960 surgiram as preocupações com as consequências da degradação ambiental e, mais especificamente após a década de 1990, a humanidade manifestou-se para as questões de conservação ambiental, passando a entender a responsabilidade e consequências de suas ações ambientalmente negligentes. Motivadas pela legislação e pela possibilidade de ganho de mercado e visibilidade, empresas e organizações passaram a buscar uma postura ambientalmente sustentável, resultando em práticas de adequação de processos produtivos quanto à minimização da geração de resíduos.

Como organizações estruturadas, as instituições de ensino superior também são geradoras de resíduos. Essa geração é decorrente das atividades de ensino, pesquisa e extensão, caracterizada pela alta variedade de compostos encontrados nos efluentes, oriundos dos laboratórios da instituição, e no esgoto sanitário.

As universidades, enquanto detentoras e produtoras de conhecimento, tem papel decisivo na disseminação da educação ambiental e podem ser vistas pela sociedade sob dois aspectos: (i) contribuem com a qualificação e conscientização dos profissionais egressos, os quais deverão incluir a preocupação com as questões ambientais em suas práticas no mercado de trabalho, executando suas atividades naturalmente de forma mais sustentável; e (ii) são modelos e exemplos práticos de gestão sustentável.

Ainda no âmbito acadêmico, os estudantes tomados pela consciência do desenvolvimento sustentável devem ser estimulados à buscarem novas tecnologias para a reciclagem, reutilização ou reaproveitamento desses resíduos. Quando a temática passa a ser discutida nas instituições públicas, a responsabilidade social deve ganhar ainda mais força.

A grande questão que envolve a premissa da gestão ambiental e do desenvolvimento sustentável nas IES é a mudança de comportamento e hábitos por parte de toda a comunidade acadêmica, promovida pela conscientização do respeito ao meio ambiente.

A preocupação com a geração de resíduos nas universidades brasileiras é recente e trabalhos vem sendo desenvolvidos nesse sentido, principalmente no tocante ao gerenciamento de resíduos sólidos e de serviços de saúde. A abordagem da situação dos efluentes líquidos nas IES, no entanto, ainda é tímida, principalmente no que tange à sua gestão e caracterização.

A caracterização dos efluentes líquidos das IES se mostra como o primeiro passo para direcionar e definir as ações de gestão, as quais poderão ser de aspecto preventivo ou corretivo.

Nesse contexto, o plano de gerenciamento de efluentes líquidos se enquadra como ação fundamental para a manutenção da sustentabilidade no ambiente acadêmico, a fim de controlar e reduzir a geração, com o intuito de minimizar os impactos ambientais nocivos. Ademais, tais práticas demonstram a preocupação da instituição com seu desempenho ambiental.

2 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Elaborar uma proposta de planejamento de gestão dos efluentes líquidos do campus sede da UEM, a partir da avaliação da geração desses efluentes em seus laboratórios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

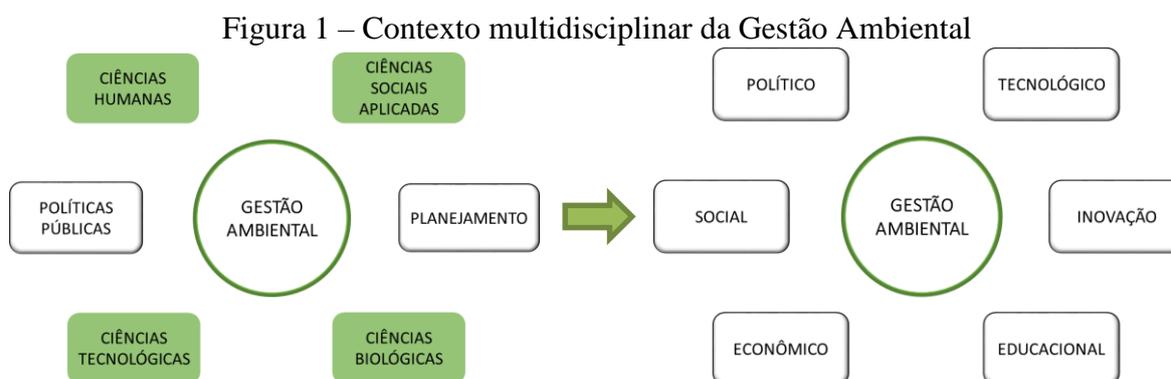
- Mapear os laboratórios do campus sede
- Identificar a prática de geração de efluentes líquidos nos laboratórios do campus sede
- Identificar as fontes geradoras em potencial
- Determinar as características físico-químicas do efluente da UEM

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Gestão Ambiental

3.1.1 Conceituação

A gestão ambiental é compreendida sob um contexto interdisciplinar, não devendo ser limitada a aspectos isolados, o que justifica a complexidade encontrada para defini-la com exatidão. Bursztyn e Bursztyn (2012) afirmam que não há uma definição universal do conceito de gestão ambiental, haja vista a diversidade de áreas do conhecimento envolvidas nesse processo, como as ciências humanas e sociais aplicadas, tecnologias e ambiental. Com a aplicação de estratégias e métodos advindos dessas esferas do saber, desde as relacionadas à política, educação e economia, até as de caráter tecnológico e de inovação, constroem-se diversas conotações e definições.



FONTE: Adaptado de Bursztyn e Bursztyn (2012)

Apesar da multiplicidade de definições, não há grandes variações entre os conceitos apresentados, tampouco divergências foram encontradas. Bursztyn e Bursztyn (2012, p.200) introduzem a gestão ambiental como sendo

(...) um conjunto de ações envolvendo políticas públicas, setor produtivo e sociedade civil, para garantir a sustentabilidade dos recursos ambientais, da qualidade de vida e do próprio processo de desenvolvimento, dentro de um complexo sistema de interações da humanidade com os ecossistemas.

Embora o mundo corporativo tenha sido o pioneiro em sua utilização, as aplicações da gestão ambiental foram sendo ampliadas à medida que novas áreas de interesse foram sendo exploradas (MAIA *et al.*, 2017; ALVES, 2017; JABBOUR *et al.*, 2009; TINOCO e ROBLES, 2006; QUINTAS, 2006).

Para Tinoco e Robles (2006), as empresas utilizam a gestão ambiental como forma de compensar suas interferências nocivas ao meio ambiente, pensamento semelhante exposto por Dionysio e Santos (2007), complementando que, além de minimizar ou eliminar os prejuízos causados pelas ações antrópicas, deve-se atentar à prática de atividades que não sejam danosas ao ambiente – raciocínio semelhante ao que culminou com o despertar para a minimização da geração de resíduos na fonte.

Um sistema de gestão ambiental (SGA) se propõe a obter o melhor relacionamento com o meio ambiente ao buscar a mitigação ou eliminação dos danos ambientais causados pela organização por meio de suas atividades. A ideia do SGA é fornecer informações inerentes à gestão ambiental aos gestores das organizações, os quais serão capazes de identificar e solucionar problemas ambientais oriundos de seus negócios por meio de ações de planejamento e métodos de administração de empresas que direcionem a melhoria do desempenho ambiental de suas organizações.

O SGA se baseia em três atividades principais, conforme levantado por Moura (2008):

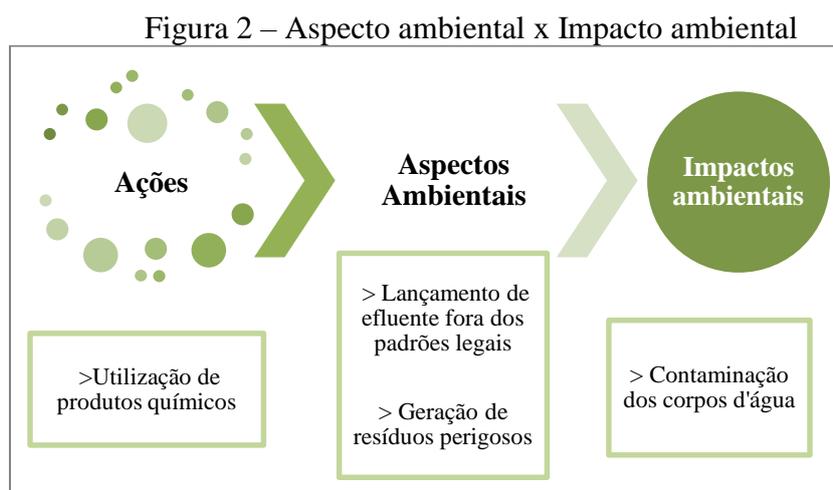
- Diagnóstico do problema: verificam-se o desempenho da organização, os requisitos legais, os aspectos e impactos ambientais oriundos de suas atividades;
- Estabelecimento de objetivos e metas: definem-se as melhorias desejadas, com base nas diretrizes da política ambiental da instituição;
- Estabelecimento de métodos: define-se o caminho em busca dos objetivos traçados, ou seja, determina-se como atingir a meta.

Tinoco e Kraemer (2004) destacam ainda a elaboração da política ambiental como ponto de partida da implementação do SGA, a qual expõe o comprometimento e a responsabilidade ambiental da organização. Como requisito para o bom funcionamento do sistema, a política ambiental deve expressar os princípios e objetivos da instituição no que se refere ao seu desempenho ambiental, fornecendo a estrutura necessária para o cumprimento das metas e objetivos traçados.

Rohrich e Cunha (2004) apresentam uma classificação que determina três níveis de preocupação ambiental em estruturas organizacionais, a saber: (i) controle da poluição, que consiste na adequação aos requisitos legais e à exigência do mercado; (ii) ações preventivas na produção, as quais contemplam a modificação dos processos e produtos; (iii) proatividade e integração do controle ambiental na gestão administrativa.

Reunindo os pontos expostos por Moura (2008) e Rohrich e Cunha (2004), pode-se associar o controle da poluição a uma das etapas do diagnóstico do problema, na qual é importante identificar os aspectos e impactos ambientais. Embora aparentemente comuns, ambos os termos são empregados de forma equivocada na oralidade e no senso comum, assumindo significados incompletos ou até mesmo ambíguos.

Aspecto ambiental é um elemento dos processos, produtos ou serviços de uma organização que podem interagir com o meio ambiente, podendo ou não gerar impactos ambientais. Impacto ambiental, por sua vez, é a alteração da qualidade do meio ambiente, positiva ou negativa, resultante dos aspectos ambientais (SANCHÉZ, 2015; BURSZTYN e BURSZTYN, 2012; MOURA, 2008; ABNT, 2004). A relação entre aspecto e impacto ambiental é de causa e efeito, de acordo com Sánchez (2015), “aspecto ambiental pode ser entendido como o mecanismo por meio do qual uma ação humana causa um impacto ambiental” (Figura 2).



FONTE: Adaptado de Sánchez (2015) e Moura (2008).

Assim, de acordo com o esquema apresentado na Figura 2, a gestão de resíduos (industriais ou domésticos, sólidos ou líquidos) condiz a uma ação, que age diretamente sobre a geração desses resíduos e consequente lançamento de efluentes (no caso dos resíduos líquidos). Neste exemplo, pode ser citado como impacto ambiental benéfico a utilização racional de tais resíduos em culturas agrícolas, compostagem ou processos industriais, inclusive (BARIK e PAUL, 2017; TARHAN *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2017; ZHANG *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2015; DOICHINOVA e VELIZAROVA, 2013).

Um programa de gerenciamento de resíduos é parte integrante do sistema de gestão ambiental, o qual é regido pela série de normas ISO 14000/2004, e busca assegurar a sustentabilidade do berço ao túmulo dos resíduos gerados, controlando o potencial de impacto ambiental dessa geração (FIGUERÊDO, 2006; SCHNEIDER *et al.*, 2012). Para que a implantação do programa obtenha sucesso, deve-se adotar como primeiro passo a consciência de responsabilidade quanto aos resíduos gerados e a necessidade de mudança de hábitos e comportamento no que se refere à gestão desses resíduos (SARAMENTO *et al.*, 2015; SCHNEIDER *et al.*, 2012; CARNEIRO, 2009). Marinho *et al.* (2011) citam que esse processo inclui a identificação, tratamento e encaminhamento dos resíduos, visando à diminuição dos impactos nocivos ao meio ambiente.

3.1.2 Histórico

A Constituição Federal de 1988 instituiu, no Artigo 225 do Capítulo IV, o direito que todo cidadão possui a um “meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” e impõe que “defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” é responsabilidade da coletividade e do poder público.

Desde os primórdios da humanidade, recursos naturais são utilizados para a sobrevivência e desenvolvimento da nossa espécie. No entanto, foi a partir do século XIX, com a expansão demográfica e o desenvolvimento das atividades industriais que a lógica capitalista se apropriou dos recursos disponíveis no meio ambiente de forma irrestrita, levando à uma utilização irresponsável da natureza, o que culminou com grandes mudanças ambientais (GOOSEN, 2012; FOLADORI e TAKS, 2004; FARIAS e FÁVARO, 2011). Apesar do crescimento populacional ser muitas vezes apontado como o grande vilão das mudanças ecológicas, movimentos ambientalistas contemporâneos afirmam que a crise ambiental é resultado do desenvolvimento tecnológico industrial (FOLADORI e TAKS, 2004; TAYRA, 2004). Contudo, ambos os fatores – crescimento populacional e desenvolvimento tecnológico –, estão intimamente ligados, sendo impossível analisá-los isoladamente, como defende Tayra (2004, p.6)

[...] claramente correlacionada à expansão demográfica, a principal causa que podemos atribuir às mudanças ecológicas refere-se à forma de exploração econômica propiciada pelo grande avanço dos meios de produção - que possibilitaram uma utilização da natureza em um nível nunca antes alcançado - e, conseqüentemente, pelo aprofundamento da exploração do trabalho e desenvolvimento concomitante da técnica. O que não quer dizer que estes

melhoramentos e conquistas foram obtidos e planejados para a promoção da destruição da natureza.

Historicamente, as preocupações com a questão ambiental se iniciaram tardiamente, algo em torno da década de 1960 (NASCIMENTO, 2012; FARIAS e FÁVARO, 2011; POLTRICH, 2015; BRULLE e ROOTES, 2015). A publicação do livro “*Silent Spring*” (Primavera Silenciosa – tradução livre) em 1962 pela cientista e bióloga Rachel Carson é considerada um marco na história da gestão ambiental mundial. Em seu livro, a cientista alertava sobre o excesso no uso do DDT (diclorodifeniltricloroetano) como agrotóxico e chamava atenção para os graves riscos à saúde animal e ao meio ambiente, como o desenvolvimento de doenças cancerosas, deformações genéticas e morte, decorrentes da contaminação ao longo da cadeia alimentar, também chamada de bioacumulação (BRULLE e ROOTES, 2015; NASCIMENTO, 2012; FARIAS e FÁVARO, 2011; COCCO, 2002).

Ainda na década de 1960, o Relatório do Clube de Roma, elaborado por um grupo de cientistas com a finalidade de expor a problemática envolvida no desenvolvimento econômico às custas de fontes não renováveis, teve papel fundamental na sensibilização da conscientização da sociedade para as questões ambientais, sendo inclusive referência para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1972 – a Conferência de Estocolmo. Essa conferência é considerada um símbolo da atitude em busca da conservação ambiental, uma vez que motivou a implementação de leis regulamentadoras e estruturação de órgãos pertinentes ao controle da poluição e à utilização consciente dos recursos naturais sem comprometimento das gerações futuras. O conceito de “desenvolvimento sustentável” surgiu nesse contexto (NASCIMENTO, 2012; BRULLE e ROOTES, 2015; FARIAS e FÁVARO, 2011; SANTOS, 2011). No Brasil, logo após a Conferência de Estocolmo, foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), órgão governamental destinado a criar normas e estabelecer padrões de conservação ambiental.

A década de 1980 foi marcada por acidentes de grandes proporções envolvendo a contaminação do meio ambiente por resíduos perigosos, com consequências à saúde física e psicológica da população próxima aos locais atingidos: o vazamento nuclear em Chernobyl, na extinta União Soviética (1986); o acidente radioativo em Goiânia com Césio 137 (1987); o grande derramamento de petróleo no mar do Alasca (1989); o vazamento de isocianato de metila em uma indústria química na Índia (1984); (VIEIRA, 2013; SMITH *et al.*, 2013; DIAS, 2006; SERPA, 2002; SANTOS, 2011). Esses acontecimentos instigaram a sociedade

civil a um maior envolvimento nas causas ambientais, não mais com a premissa do atendimento às legislações ou de ações corretivas, mas com iniciativas práticas pautadas na real preocupação com a responsabilidade social e o equilíbrio ambiental (POTRICH, 2017; LÓPEZ-GAMERO e MOLINA-AZORÍN, 2016; MATICK, 2008).

No final da década de 1980 e início dos anos 1990, ocorreram eventos importantes, com resultados práticos na área da gestão ambiental: elaboração da Política Nacional para o Meio Ambiente do Brasil (1981); Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio 92; início da vigência das normas britânicas BS 7750 e publicação das normas ISO 14000 (1996), referentes às especificações para os sistemas de gestão ambiental (NASCIMENTO, 2012; DIAS, 2008; CURKOVIC *et al.*, 2005).

Nesse contexto, a partir dos anos 1980 e 1990, o setor industrial mundial despertou para a necessidade de um modelo de desenvolvimento econômico e tecnológico mais sustentável, encontrando alternativas para a correta destinação de resíduos sólidos e líquidos, a fim de evitar a contaminação da biota tanto aquática como terrestre, e a redução de custos inerentes aos processos praticados até então, como o desperdício com matéria prima, manutenções corretivas e soluções *end of pipe*. Ademais, com a busca pela conscientização do respeito ao meio ambiente difundida mundialmente, surgiu a oportunidade de um diferencial competitivo às organizações que aderissem às propostas ambientalmente responsáveis, cujos produtos ou serviços fossem considerados “ambientalmente amigáveis” (POTRICH, 2017; LÓPEZ-GAMERO e MOLINA-AZORÍN, 2016; KAN, 2016; SMITH *et al.*, 2013; GOOSEN, 2012; FARIAS e FÁVARO, 2011; LOZANO e VALLÉS, 2007; DIONYSIO e SANTOS, 2007; KRAEMER, 2002; MOL, 2000). Jeronimo (2013) ressalta a dificuldade de gestores brasileiros em absorverem a variável ambiental em seus negócios e a importância dos consumidores no processo de mudança dessa postura; segundo o autor, essa abordagem insustentável sob o ponto de vista ambiental é influenciada pela formação social e histórica da sociedade brasileira. No entanto, essas empresas que conduzem seus negócios desconsiderando os padrões ambientais tendem a encontrar barreiras para a inserção de seus serviços e produtos no mercado global, colocando em risco sua sobrevivência, uma vez que a gestão ambiental passou a ser considerada um ponto estratégico para atingir as expectativas da sociedade (LÓPEZ-GAMERO e MOLINA-AZORÍN, 2016; JERONIMO, 2013; NARDY *et al.*, 2010; MATICK, 2008; MAZZER e CAVALCANTI, 2004). Também nesse período, termos como “gestão ambiental”,

“qualidade ambiental”, “*eco-friendly*” (do inglês, em tradução livre, ‘ambientalmente amigável’ ou ‘amigo do meio ambiente’), “química verde” e “codesenvolvimento” emergiram, emanando das discussões científicas e empresariais para integrar o cotidiano do cidadão comum (MOURA, 2008; FÁVARO e FARIAS, 2011; NASCIMENTO, 2012).

3.1.3 Gestão ambiental e os efluentes

O gerenciamento de resíduos é uma das práticas que indicam iniciativas relacionadas à gestão ambiental, o qual incorpora ações de coleta, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final adequada (SARTOR, 2010; TAUCHEN e BRANDLI, 2006).

Sartor (2010) afirma, baseada na Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), que o gerenciamento é de responsabilidade do gerador, inclusive quando este opta pela terceirização de serviços, podendo ser cobrado pelos eventuais prejuízos causados ao meio ambiente.

Embora a Política Nacional dos Resíduos Sólidos regule, exclusivamente, sobre resíduos sólidos, pode-se relacionar as mesmas prioridades ordenadas para o gerenciamento de efluentes líquidos, a saber: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final. Também é possível resumi-las em três pontos, o conceito dos 3R's: reduzir, reciclar e reutilizar (POTRICH, 2017; NASCIMENTO, 2012; SARTOR, 2010; BRASIL, 2010).

Em se tratando de resíduos líquidos é importante que as organizações, não somente as industriais, estejam atentas aos seus processos, como já mencionado anteriormente, uma vez que os efluentes carregam consigo os poluentes oriundos de suas atividades. As atividades realizadas com responsabilidade sustentável se revelam uma alternativa à essa questão: busca-se gerar menor quantidade com melhor qualidade, por meio do aumento da eficiência do processo (SEVERO *et al.*, 2017; SOUZA e KROENKE, 2016; QUEIROZ *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2016; MARINHO *et al.*, 2011; MAZZER e CAVALCANTI, 2004).

Além das indústrias, cuja carga poluente é altamente complexa, tem-se também a geração de efluentes em outras organizações, como as instituições, comércios e as próprias residências, os quais constituem os esgotos urbanos (VON SPERLING, 2014).

Os efluentes gerados nas instituições de ensino superior, objeto de estudo deste trabalho e explorados posteriormente, diferenciam-se dos industriais por seu volume

reduzido, apesar de serem importantes poluidores em potencial (ALVES, 2017; SARAMENTO *et al.*, 2015; GERBASE, 2005).

O artigo 24. da Resolução CONAMA n. 430/2011 estabelece, como uma das diretrizes para a gestão de efluentes, que “os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores”.

Os efluentes líquidos podem ser descarregados nos corpos receptores de forma direta ou indireta, devendo sempre atender à legislação, obedecendo os padrões e condições de lançamento de acordo com classificação do corpo d’água (CONAMA, 2011).

3.1.3.1 Lançamento indireto de efluentes

A Resolução n° 430/11 do CONAMA estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes, trazendo em seu parágrafo único

O lançamento indireto de efluentes no corpo receptor deverá observar o disposto nesta Resolução quando verificada a inexistência de legislação ou normas específicas, disposições do órgão ambiental competente, bem como diretrizes da operadora dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

Entende-se por lançamento indireto quando o efluente é conduzido através da rede coletora de esgotos até chegar ao corpo receptor, podendo receber tratamento ou não, juntamente com outras contribuições (CONAMA, 2011).

A NBR 9800/1987 firma os critérios a serem adotados no lançamento de efluentes líquidos industriais na rede pública coletora de esgotos, sendo utilizada como referência para a definição dos padrões estabelecidos pelas companhias estaduais de saneamento ou empresas de saneamento responsáveis por receber os efluentes líquidos através das redes coletoras, como por exemplo os casos dos Decretos Estaduais 5631/1990 do Distrito Federal, 8468/76 de São Paulo, Norma Técnica T.187/5 da COPASA-MG e o Decreto Municipal 10643/07 de Uberlândia – MG (ABNT, 1987; CETESB, 1976; CAESB, 1997; ARSAE, 2012; COPASA, 2014).

A portaria IAP n° 256/2013 recomenda, em seu parágrafo quarto, que

Para lançamento de efluente não doméstico na rede pública coletora de esgotos sanitários devem ser obedecidos os critérios definidos pela concessionária dos serviços de água e esgoto, não sendo autorizada a disposição do efluente sem a devida anuência/autorização concedida pela mesma.

A Companhia de Saneamento do Paraná, SANEPAR, determina que, para vazões acima de 50 m³/dia, os limites para lançamento de efluentes não domésticos no sistema de coleta e tratamento de esgoto estejam em concordância com os valores apresentados na Tabela 1. Estes serão os limites a serem atendidos no caso específico da Universidade Estadual de Maringá, objeto de estudo deste trabalho, uma vez que o efluente do campus sede é lançado na rede pública coletora de esgoto operada pela SANEPAR.

Destaca-se que, diferentemente do apresentado na Tabela 1, os valores de DBO e DQO determinados pela companhia de saneamento para o caso específico da UEM são 400 e 800 mg.L⁻¹, respectivamente.

Tabela 1 – Padrão para lançamento de efluentes não domésticos no sistema de coleta operado pela SANEPAR

(Continua)

Parâmetro	> 50,0 m ³ /dia	Unidade
DBO	300	mg.L ⁻¹
DQO	700	mg.L ⁻¹
SÓLIDOS TOTAIS	1000	mg.L ⁻¹
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	10	mL/L
SÓLIDOS TOTAIS SUSPENSOS	200	mg.L ⁻¹
pH	6 – 9	U pH
TEMPERATURA	< 40	°C
ÓLEOS MINERAIS	20	mg.L ⁻¹
ÓLEOS VEGETAIS E GORDURAS ANIMAIS	50	mg.L ⁻¹
SURFACTANTES (como MBAS)	5	mg.L ⁻¹
NITROGÊNIO TOTAL	70	mg.L ⁻¹
SULFATO	500	mg.L ⁻¹
SULFETO	1,0	mg.L ⁻¹
FÓSFORO TOTAL	15	mg.L ⁻¹
CÁDMIO TOTAL	0,1	mg.L ⁻¹
CHUMBO TOTAL	0,5	mg.L ⁻¹
COBRE DISSOLVIDO	1,0	mg.L ⁻¹
CROMO HEXAVALENTE (Cr ⁶⁺)	0,1	mg.L ⁻¹
CROMO TRIVALENTE (Cr ³⁺)	1,0	mg.L ⁻¹
MERCÚRIO TOTAL	0,01	mg.L ⁻¹
NÍQUEL TOTAL	2,0	mg.L ⁻¹

(Conclusão)

ZINCO TOTAL	5,0	mg.L ⁻¹
ARSÊNIO TOTAL	0,5	mg.L ⁻¹
CIANETO TOTAL	1,0	mg.L ⁻¹
CIANETO LIVRE	0,2	mg.L ⁻¹
ESTANHO TOTAL	4,0	mg.L ⁻¹
FERRO SOLÚVEL (Fe ²⁺)	15,0	mg.L ⁻¹
FLUORETO	10,0	mg.L ⁻¹
PRATA TOTAL	0,1	mg.L ⁻¹
SELÊNIO TOTAL	0,05	mg.L ⁻¹
BÁRIO TOTAL	5,0	mg.L ⁻¹
MANGANÊS DISSOLVIDO	1,0	mg.L ⁻¹
BORO TOTAL	5,0	mg.L ⁻¹
CLOROFÓRMIO	1,0	mg.L ⁻¹
DICLOROETENO (1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)	1,0	mg.L ⁻¹
FENÓIS TOTAIS (C ₆ H ₅ OH)	0,5	mg.L ⁻¹
TETRACLORETO DE CARBONO	1,0	mg.L ⁻¹
TRICLOROETENO	1,0	mg.L ⁻¹
BENZENO	1,2	mg.L ⁻¹
TOLUENO	1,2	mg.L ⁻¹
XILENO	1,6	mg.L ⁻¹
ESTIRENO	0,07	mg.L ⁻¹
ETILBENZENO	0,84	mg.L ⁻¹
NITROGÊNIO AMONIACAL	20,0	mg.L ⁻¹

FONTE: SANEPAR, 2016.

3.2 Gestão Ambiental nas Instituições de Ensino Superior

Como comentado nos itens anteriores, a gestão ambiental ainda é muito pensada no âmbito corporativo empresarial. No entanto, seu conceito e suas aplicações tem sido bastante explorados nas instituições de ensino, as quais tem buscado se atentar para as questões ambientais, impulsionadas pela legislação, principalmente, e pela consciência de sua responsabilidade social.

A gestão ambiental no ambiente das IES se mostra peculiar, distinguindo-se da empresarial por estar incluída em um contexto educacional. Dessa forma, os objetivos são

mais abrangentes no que se refere à educação ambiental, um dos pilares do desenvolvimento sustentável (RAUEN *et al.*, 2015; VAZ *et al.*, 2010; SALGADO, 2006).

As IES, em especial, possuem papel importante na disseminação da educação ambiental, uma vez que são as detentoras do conhecimento e responsáveis pela formação dos cidadãos formadores de opinião (ALVES, 2017; ROSA *et al.*, 2015; RAUEN, 2015; SILVA *et al.*, 2015; FINATTO e SALA, 2015; FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ *et al.* 2014; MACHADO *et al.*, 2013; BOFF *et al.*, 2008; FERES e ANTUNES, 2007; TAUCHEN e BRANDLI, 2006; SALGADO e CANTARINO, 2006). Nardy *et al.* (2010) diferenciam as organizações universitárias pelos aspectos de recursos humanos gerenciados, produção de conhecimento, promoção da convivência e interdisciplinaridade, responsabilidade social e o próprio modelo estrutural empregado nas IES.

Particularmente, as IES públicas exercem influência significativa no meio social, possuindo o dever civil de servir de exemplo de comportamento ambientalmente responsável com o uso da sustentabilidade em suas atividades, políticas e práticas de gestão, bem como na conduta de seus servidores. Ademais, como organização do saber, deve almejar melhorar a qualidade de vida da sociedade que participa por meio da tríade ensino-pesquisa-extensão (LIMA e GOLEMBIEWSKI, 2015; MACHADO, *et al.* 2013; NARDY *et al.*, 2010; BOFF *et al.*, 2008).

No que tange à gestão ambiental aplicada às IES, Dias (2006) a define como

(...) o conjunto de medidas e procedimentos que permite identificar problemas ambientais gerados pelas atividades da instituição, como poluição e desperdício, estabelecendo critérios, normas e diretrizes, e incorporando novas práticas capazes de reduzir ou eliminar danos ao meio ambiente.

Para muitos, a implementação de um sistema de gestão ambiental nessas organizações se mostra dificultosa e até mesmo burocrática, em virtude de sua estrutura complexa e a falta de comprometimento da administração e da comunidade acadêmica. Contudo, ações pontuais podem ser o primeiro passo rumo ao aprimoramento do desempenho ambiental nas instituições, uma vez que são terrenos férteis para o desenvolvimento de novas tecnologias e metodologias ligadas à produção de conhecimento na área ambiental, bem como para discussões que elevem o padrão de responsabilidade social dos cidadãos participantes da sociedade acadêmica (ALVES, 2017; FINATTO e SALA, 2015; SCHNEIDER, 2014; FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ *et al.* 2014; VAZ *et al.*, 2010; TAUCHEN e BRANDLI, 2006).

Os desafios para a execução de práticas voltadas à gestão ambiental nas IES, de acordo com alguns pesquisadores, incluem a dificuldade em se pensar de maneira sistêmica as ações e políticas concernentes ao desenvolvimento sustentável dentro das instituições; a falta de interesse e despreparo da própria comunidade universitária em relação às questões ambientais; e, por fim, a não percepção do caráter potencialmente poluidor da instituição (ALVES, 2017; VAZ *et al.*, 2010; MARINHO *et al.*, 2011; BOFF *et al.*, 2008; TAUCHEN e BRANDLI, 2006).

No que se refere aos dois últimos pontos citados, o estudo de Brito (2015)¹ corrobora com as afirmações dos autores referenciados: ao entrevistar discentes, docentes e técnicos administrativos quanto ao perfil poluidor das IES, cerca de 55% dos alunos e 93% dos docentes concordaram com a afirmação de que as IES são causadoras de problemas ambientais; quando indagados sobre a existência de atividades que degradam o meio ambiente no campus onde estudam, aproximadamente 45% dos discentes não mostraram possuir percepção da sua instituição como fonte de degradação ambiental, pois observam lixeiras distribuídas pelo campus da instituição e utilizam papel reciclável.

Outra dificuldade decorrente da falta de visão sistêmica dentro das IES, pontuada por Tauchen e Brandli (2006), é o afastamento gradual dos estudantes que iniciam projetos na área ambiental, uma vez que estes demandam tempo no seu desenvolvimento, apresentando resultados a médio e longo prazo, geralmente.

Em sua pesquisa, Machado *et al.* (2013) apresentaram as motivações dos responsáveis pela gestão ambiental das universidades brasileiras em relação às suas práticas ambientais: 44,7% dos entrevistados responderam que a preocupação com o meio ambiente incentiva a busca por ações ligadas à gestão ambiental; 26,3% elegeram a conscientização da sociedade como motivadora e 14% disseram não saber o que os motiva, porcentagem expressiva quando se trata daqueles que deveriam servir de exemplo para a comunidade acadêmica.

Se as administrações das instituições estiverem alinhadas aos conceitos da sustentabilidade e respeito ao meio ambiente, a consciência ambiental será disseminada com maior facilidade, em um processo natural, estando fortalecida inclusive para enfrentar quaisquer atitudes de resistência que possam surgir (ALVEZ, 2017; RAUEN, 2015; SALGADO, 2006). Para atingir esse nível de comprometimento, as IES devem atentar para

¹ Brito (2015) desenvolveu sua pesquisa no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, campus Teresina Central.

a coerência entre o discurso proferido e o que é, de fato, praticado internamente, como defende Alves (2017): “de nada vale ensinar conceitos de práticas sustentáveis e que estimulem a responsabilidade ambiental nos alunos, se a temática ambiental não faz parte da gestão”.

Em contrapartida, os benefícios oferecidos pela gestão ambiental às IES, ou ao menos ações voltadas a esse propósito, não se limitam à transmissão do ideal da conservação ambiental aos seus egressos e à sociedade que integra, envolvem também aspectos econômicos, como a redução de custos com energia e água, bem como a geração de pesquisas nessa temática e a consolidação da credibilidade da instituição (ALVES, 2017; WARKEN *et al.*, 2014; MACHADO *et al.*, 2013; OTERO, 2010; BOFF *et al.*, 2008; TAUCHEN e BRANDLI, 2006).

Tauchen e Brandli (2006) resumem os tópicos que demonstram interesse nas práticas da gestão ambiental passíveis de serem aplicadas nas IES:

- Assessoria ambiental;
- Gestão de recursos;
- Gestão de resíduos e prevenção da poluição;
- Construção sustentável;
- Utilização de critérios ambientais nas compras de materiais e equipamentos;
- Educação ambiental;
- Investimentos na área verde do campus;
- Sistema de captação de águas pluviais e utilização nos banheiros e jardins.

Na qualidade de geradoras de resíduos, as IES estão sujeitas à geração de dois tipos de efluentes líquidos: os tipicamente gerados nos núcleos urbanos e os denominados “especiais”. Os efluentes especiais são caracterizados por sua pluralidade de compostos, volume variável, alto potencial poluidor, já que estão associadas ao cronograma de atividades de ensino e pesquisa praticadas nos laboratórios das instituições (SCHNEIDER *et al.*, 2012; VAZ *et al.*, 2010; SARTOR, 2010; NASCIMENTO e TENUTA FILHO, 2010; TAUCHEN e BRANDLI, 2006).

As principais ações observadas nas IES estão ligadas ao gerenciamento de resíduos, principalmente sólidos e químicos, e ao controle do consumo e reuso de água (FAGNANI e GUIMARÃES, 2017; LOZANO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015; RAUEN *et al.*, 2015;

MARINHO *et al.*, 2011; NASCIMENTO e TENUTA FILHO, 2010; TAUCHEN e BRANDLI, 2006).

Tauchen e Brandli (2006) pesquisaram 42 IES brasileiras e obtiveram um perfil das ações praticadas nessas instituições: 22% refere-se ao controle do consumo e reuso da água e a programas de gestão de resíduos e cerca de 19% consiste em treinamento e sensibilização dos estudantes na temática.

A implantação de programas e ações de gerenciamento de resíduos se qualifica como uma das práticas mais facilmente perceptíveis à comunidade acadêmica e à sociedade civil do engajamento das IES com as questões ambientais (NOLASCO *et al.*, 2006).

A execução dessas ações de gerenciamento também está associada à responsabilidade objetiva, ou seja, o indivíduo ou organização que danifica o ambiente possui o dever jurídico de repará-lo, conforme explica Machado (2010).

No tocante aos resíduos de laboratórios, Gerbase *et al.* (2005) defendem que, após reconhecerem sua responsabilidade para com os resíduos, as IES devem empenhar-se para que seja estabelecida uma política de gerenciamento.

É certo que não só a implantação, mas principalmente a manutenção de programas de gerenciamento de resíduos demandam a mudança de postura dos envolvidos, sejam eles os próprios geradores, a comunidade acadêmica em geral e sobretudo seus gestores (SCHNEIDER, 2014; MARINHO *et al.*, 2011; CARNEIRO, 2009; BOFF *et al.*, 2008; GERBASE *et al.*, 2005).

No Quadro 1 estão apresentados 21 (vinte e um) trabalhos de pesquisa desenvolvidos em universidades que demonstram esforços ligados à gestão ambiental.

Quadro 1 – Instituições com iniciativas relacionadas à gestão ambiental
(Continua)

Instituições	Autores
IQ/USP – Instituto de Química da Universidade de São Paulo	Di Vitta et al, 2002
IQSC/USP – Instituto de Química da Universidade de São Paulo do Campus São Carlos	Alberguini et al, 2003
CENA/USP – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo	Tavares, 2004
UNICAMP – Universidade de Campinas	Coelho et al, 2002

(Conclusão)

Instituições	Autores
IQ/UERJ – Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro	Barbosa et al, 2003
DQ/UFPR – Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná	Cunha, 2001
IQ/UFRGS – Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Amaral et al, 2001
UCB – Universidade Católica de Brasília	Dalston et al, 2004
UFSCar – Universidade Federal de São Carlos	Sassiotto et al, 2004
FURB – Universidade Regional de Blumenau	Zanella, 2004
URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões	Demaman et al, 2004
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro	Afonso et al, 2004
UNIVATES – Centro Universitário Univates	Bersch et al, 2004
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto	Bertolino, 2006
Laboratório de Limnologia da UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro	Marinho <i>et al.</i> , 2011
DEQ/UTFPR – Departamento de Engenharia Química da Universidade Tecnológica do Paraná, campus Ponta Grossa	Stirmer e Arruda, 2012
UPF – Universidade de Passo Fundo	Guterres, 2012
UFPel – Universidade Federal de Pelotas, campus Capão do Leão	Pereira, 2014
UNIVATES – Centro Universitário Univates	Schneider, 2014
Umesp - Universidade Metodista de São Paulo	Silva <i>et al.</i> , 2015
UNIVATES - Centro Universitário Univates	Cyrne e Gonçalves, 2016

FONTE: Adaptado de NOLASCO *et al.* (2006)

Diversos trabalhos (ALVES, 2017; SILVA *et al.*, 2015; FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2014; WARKEN *et al.*, 2014; LOZANO *et al.*, 2013; MACHADO *et al.*, 2013; JULIATTO *et al.*, 2011; OTERO, 2010; VAZ *et al.*, 2010; FAUSTINO, 2008; TAUCHEN e BRANDLI, 2006;) apontam a declaração de Talloires como o primeiro documento elaborado em conjunto por reitores de diversas universidades ao redor do mundo, os quais se comprometeram a liderar o movimento para a promoção da sustentabilidade nas atividades das IES e servir de suporte para a sociedade nos assuntos relacionados à educação

ambiental, com foco na sustentabilidade. Na Suécia, a Universidade *Mälardalen* é considerada pioneira na implementação do sistema de gestão ambiental entre as IES e na certificação da ISO 14001 (ALVES, 2017; SILVA *et al.*, 2015; WARKEN *et al.*, 2014; TAUCHEN e BRANDLI, 2006).

Na Europa, foi constituída, em 1996, uma organização sem fins lucrativos para impulsionar a sustentabilidade nas IES. Um dos seus projetos, o Ecocampus, consiste em um sistema de gerenciamento ambiental voltado para o ensino superior, permitindo que as universidades sejam reconhecidas por suas ações em busca da sustentabilidade. (EAUC, 2017) Nos EUA, a Associação para o Avanço da Sustentabilidade no Ensino Superior (em inglês, AASHE) foi criada em 2005 com o objetivo de ajudar as instituições a alavancarem seus esforços rumo à sustentabilidade do campus, reconhecendo as IES que alcançam sucesso com iniciativas no campus e nas comunidades vizinhas (AASHE, 2017).

No Brasil, a UNISINOS é o grande exemplo de Universidade praticante de ações do Sistema de Gestão Ambiental, sendo a primeira universidade da América Latina a conquistar a certificação internacional ISO 14001 em 2004, com um projeto de preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental titulado “Verde Campus” (UNISINOS, 2017; DE CONTO, 2012; TAUCHEN e BRANDILI, 2006).

3.2.1 Universidades Estaduais Paranaenses

Sartor (2010) e Silva (2016) estudaram a gestão ambiental e a sustentabilidade nas IES públicas do Paraná, a saber: UEM, UEL, UEPG, UNIOESTE, UENP, UNICENTRO e UNESPAR, integrantes da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI). A SETI foi criada em 1987 e, desde então, exerce a coordenação do ensino superior, sendo responsável por atividades relacionadas ao planejamento, supervisão e avaliação do sistema de ensino superior do Estado (SARTOR, 2010). Atualmente, as sete instituições estaduais de ensino superior (IEES) juntas totalizam 362 cursos de graduação, 167 cursos de mestrado, 71 de doutorado e 221 especializações; com 8330 docentes, dos quais 93% são mestres e doutores (SETI, 2017).

3.2.1.1 Universidade Estadual de Londrina (UEL)

A UEL está localizada no Norte do Paraná e foi criada em 1970, pela junção de cinco faculdades antes isoladas: Direito; Filosofia, Ciências e Letras; Odontologia; Medicina; e Ciências Econômicas e Contábeis. Na graduação são oferecidos 65 cursos, entre turnos,

habilitações e ensino a distância; na pós graduação, a UEL possui 244 cursos de Lato Sensu e Stricto Sensu, dos quais 45 são cursos de mestrado e 22, doutorado (UEL, 2016).

No seu plano de desenvolvimento institucional 2016-2021, constam propostas de ampliações das ações ligadas à gestão ambiental, como o diagnóstico das necessidades e propostas alternativas para o descarte de resíduos produzidos na instituição e a implantação de programas de acompanhamento e monitoramento permanente da qualidade dos esgotos encaminhados à rede pública.

A universidade possui, desde 2010, o Plano de Gerenciamento de Resíduos institucionalizado e também apresenta em seu website o programa ReciclaUEL, o qual: propõe políticas para a gestão de resíduos; busca estimular a comunidade acadêmica a incorporar valores, ações e comportamentos ambientalmente adequados, em especial, a minimização na geração de resíduos; almeja promover a consolidação do processo de gestão compartilhada e integrada de resíduos, a fim de tornar-se exemplo de boas práticas para a sociedade; e pretende apoiar e fomentar a promoção de iniciativas socioambientais que articulem aspectos de pesquisa, ensino, extensão e gestão.

No entanto, em contato telefônico e por e-mail com a responsável pelo programa, soube-se que o cenário atual na instituição é outro: o ReciclaUEL continua suas atividades, mas “focados nos aspectos de organização e planejamento”. Em relação aos efluentes, não há ações sendo praticadas no momento; todavia, existe a intenção de se realizar um projeto de extensão relacionado aos POPs dos laboratórios e tratamento dos resíduos gerados nos laboratórios. Uma das ações que estavam em andamento, a recuperação de solventes, foi interrompida em decorrência do corte no número de funcionários. O contexto atual na instituição motiva a reestruturação da Política de Gestão Ambiental, uma vez que esta ainda não está implantada formalmente.

No âmbito da educação ambiental, a UEL adicionou uma nova habilitação ao curso de Química, Química Ambiental, na qual há ministração de disciplinas sobre resíduos, caracterizando uma ação isolada nesse sentido.

Segundo Silva (2016), apesar de não possuir política ambiental formalizada, a Universidade afirma que mantém programas de caráter ambiental e pratica ações pontuais de sustentabilidade.

3.2.1.2 Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)

A UEPG está localizada na região dos Campos Gerais do Paraná e foi criada em 1970, a exemplo da UEL, a partir da junção de cinco faculdades: Filosofia, Ciências e Letras; Farmácia e Bioquímica; Odontologia; Direito; e Ciências Econômicas e Administração; sendo reconhecida apenas em 1973. Segundo informações divulgadas pela SETI, são ofertados 45 cursos de graduação em seis campi, Central e Uvaranas, em Ponta Grossa, e os campi “avançados” presentes nos municípios de Telêmaco Borba, Palmeira, Castro, São Mateus do Sul, União da Vitória e Jaguariaíva, em parceria com governos municipais (UEPG, 2016).

Conforme dados apresentados nos documentos online da instituição, a UEPG possui a Central de Reagentes e Resíduos Químicos, cuja responsabilidade abrange as etapas relacionadas aos produtos químicos, desde a compra até a destinação final. Após a utilização dos produtos químicos, estes podem tornar-se insumos ou resíduos, sendo separados para incorporarem o Banco de Insumos Químicos ou o Depósito de Resíduos Químicos (UEPG, 2016).

Em 2010, verificou-se que a instituição ainda não havia institucionalizado ações em prol do gerenciamento dos resíduos, apesar de terem sido notadas ações para a adequação ao contexto ambiental do momento. O cenário atual já apresenta melhorias nesse sentido, uma vez que já está em vigor a Política Ambiental da instituição (SILVA, 2016; SARTOR, 2010).

Silva (2016) analisou as universidades quanto à motivação para a elaboração e implantação de políticas e programas ligados à sustentabilidade nos campi. A UEPG declarou ser impulsionada pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Não foi possível definir um responsável específico pela área ambiental da Universidade, fato que dificulta a obtenção de informações e a prática de ações relacionadas à gestão ambiental. Em seu trabalho, Silva (2016), obteve informações com a coordenadora do estágio do mestrado em engenharia sanitária e ambiental.

3.2.1.3 Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

A UNIOESTE se caracteriza por ser uma universidade regional multicampi, estando presente em cinco municípios, a saber: Cascavel, Foz do Iguaçu, Francisco Beltrão, Marechal Cândido Rondon e Toledo. Foi criada pela integração de faculdades municipais e reconhecida como Universidade em 1994.

Segundo dados da SETI (2017), são ofertados 56 cursos de graduação.

Da mesma forma que a UEL, a UNIOESTE declara não possuir política ambiental institucionalizada, no entanto, afirma desenvolver ações isoladas de sustentabilidade (Silva, 2016). Em relação ao gerenciamento de resíduos, conforme informações do Relatório Anual de 2014, não existe um sistema integrado, sendo cada campus responsável por sua gestão.

3.2.1.4 Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO)

A UNICENTRO está localizada na região central do Paraná, sendo constituída por três campi universitários, Cedeteg (campus sede situado em Guarapuava), Irati e Santa Cruz, e cinco campi avançados nos municípios de Coronel Vivida, Prudentópolis, Pitanga, Laranjeiras do Sul e Chopinzinho. Surgiu da incorporação de duas faculdades: faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava (Fafig) e faculdade de Educação, Ciências e Letras de Irati (Fecli), obtendo reconhecimento em 1997, tornando-se uma das mais jovens IEEs do Paraná. Segundo dados da SETI, a UNICENTRO oferece 64 cursos de graduação, dos quais 5 são referentes à educação a distância.

Em relação às ações de caráter ambiental, a UNICENTRO mantém o projeto Reciclar, o qual realiza a coleta seletiva e reciclagem de papel de seus setores, buscando promover a sustentabilidade no despertar da conscientização da comunidade acadêmica. Ainda sobre a gestão de resíduos, a Universidade desenvolveu o programa Gestão de Resíduos Sólidos da UNICENTRO, cujo período de vigência era previsto para maio de 2004 a dezembro de 2006, com objetivo de realizar o levantamento e gestão dos resíduos sólidos gerados nos campi; no entanto, o projeto foi encerrado em 2005 por falta de pessoal e orçamento restrito (AMADO *et al.*, 2015). No campus Cedeteg, em Guarapuava, é realizado o descarte quinzenal de resíduos químicos e de serviços de saúde dos laboratórios e clínicas, com coleta realizada por empresa terceirizada.

Semelhantemente a UEL e UNIOESTE, a UNICENTRO alega não possuir política ambiental formalizada, porém afirma manter ações de sustentabilidade, principalmente no tocante a gerenciamento de resíduos e conscientização ambiental; o diretor do campus de Irati destaca que as ações em andamento na instituição demonstram a preocupação ambiental que norteia as atividades realizadas no campus (SILVA, 2016). Em sua pesquisa, Amado *et al.* (2015) não encontraram demonstração das atividades de educação ambiental na comunidade acadêmica; somente foi detectada a presença de lixeiras para a coleta seletiva, não sendo observadas quaisquer informações sobre a correta utilização das lixeiras e de atividades relacionadas ao projeto de reciclagem.

Também foi constatada a existência do Portal de Educação Ambiental, resultado de um projeto de extensão iniciado em novembro de 2016 pelo curso de Engenharia Ambiental, que tem por objetivo incentivar a reflexão crítica sobre os aspectos da Educação Ambiental no contexto atual, beneficiando-se do potencial educativo proporcionado pelo ambiente virtual.

3.2.1.5 Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

A sede da UENP está localizada no norte do Paraná, na cidade de Jacarezinho, possuindo outros dois campi em Bandeirantes e Cornélio Procópio. É estruturada como uma instituição multicampi descentralizada, constituída pela a união das seguintes faculdades estaduais: Faculdade Estadual de Direito do Norte Pioneiro (FUNDINOPI), Faculdade de Educação Física e Fisioterapia de Jacarezinho (FAEFIJA), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Cornélio Procópio (FAFICOP), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Jacarezinho (FAFIJA) e Faculdades Luiz Meneghel (FALM). Obteve seu reconhecimento ainda em 2008, no entanto somente em 2010, com a nomeação do Reitor e Vice-Reitor pelo Governador do Estado, passou a funcionar de forma integrada (SILVA, 2016).

Segundo dados da SETI, a UENP oferece 24 cursos de graduação, 19 cursos de especialização, 4 de mestrado e 1 de doutorado.

As ações de sustentabilidade praticadas na UENP se restringem à coleta seletiva, atividades pedagógicas e de educação ambiental, conforme registrado por Silva (2016), que ainda destaca a realização de eventos sobre sustentabilidade sob responsabilidade do curso de Ciências Biológicas. Quando questionada sobre a motivação para essas ações, a UENP evidencia o esforço dos docentes que, por meio de grupos de pesquisas, iniciaram as discussões com ações isoladas referentes às questões socioambientais. Ainda no estudo de Silva (2016), foram apontadas como dificuldades na implantação de políticas de sustentabilidade “a falta de recursos e a falta de compreensão do papel da universidade por parte da comunidade universitária”, evidenciando a necessidade de atividades voltadas ao despertar da conscientização dos servidores e discentes no tocante à importância das IEES no desenvolvimento social, ambiental e político da sociedade em que está inserida.

Novamente, nota-se a prática de ações isoladas, sem uma política ambiental para nortear a instituição no que concerne às questões ambientais e de busca da sustentabilidade.

3.2.1.6 Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR)

A UNESPAR é uma Universidade multicampi, credenciada em 2013, com sede em Paranavaí e composta por outros seis campi, a saber: Apucarana, Campo Mourão, Curitiba I e II, Paranaguá e União da Vitória, além da Escola Superior de Segurança Pública da Academia Policial Militar de Guatupê, unidade vinculada à UNESPAR pelo Decreto Estadual 9538/2013.

Segundo dados da própria instituição, apresentados em seu relatório anual de 2015/2016, a UNESPAR oferece 4 programas de pós graduação *Stricto Sensu* aprovados pela CAPES e cursos de especialização. A SETI divulga o número de 70 cursos de graduação ofertados pela instituição.

Ainda em seu relatório anual, constam duas menções a ações relacionadas às questões ambientais: o X Trote Cultural e Solidário, que, segundo a Universidade, tem por objetivo estimular a integração e “promover práticas social e ambientalmente responsáveis pelos acadêmicos”; e o projeto TUREDUC – Turismo e Educação Ambiental nas Escolas Públicas de Apucarana. Destaca-se também a participação da instituição no Programa de Conformidade do Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos nos Portos Brasileiros, financiado pela Secretaria de Portos (SEP) e desenvolvido pela UFRJ (UNESPAR, 2016).

3.2.1.7 Universidade Estadual de Maringá (UEM)

A UEM está sediada em Maringá, possuindo campi regionais nos municípios de Cianorte, Cidade Gaúcha, Ivaiporã, Goioerê, Umuarama e Diamante do Norte. A instituição conta ainda com a Fazenda Experimental, em Iguatemi, o Centro de Pesquisa em Aquicultura, em Floriano, e a base avançada do Nupélia, em Porto Rico. Foi criada em 1970 e reconhecida seis anos mais tarde, em 1976. Em 2016 foi considerada a 24ª melhor IES do Brasil e 18ª em inovação, pelo ranking universitário da Folha de São Paulo.

São ofertados 68 cursos de graduação, dos quais 61 são presenciais, 65 cursos de especialização, 52 de mestrado e 26 de doutorado (UEM, 2016).

Quanto às ações praticadas visando a sustentabilidade e a gestão ambiental, destaca-se que a UEM já possui institucionalizada sua política ambiental há mais de 4 anos, a qual foi instituída por meio da Resolução n. 020 do Conselho Universitário, de 27 de maio de 2013. Nessa resolução também se institui o Sistema Integrado de Gestão Ambiental. Logo, teoricamente, a Universidade já está dotada de um sistema de gestão ambiental.

Dentre os objetivos da Política Ambiental da UEM, apresentados em seu artigo 3º, destacam-se

- I. Promover a gestão ambiental em todos os campus da Universidade, em consonância com o seu Estatuto, Regimento Geral e resoluções dos órgãos superiores, sempre tendo em vista a sustentabilidade da Instituição;
 - IX. Prover destinação adequada aos efluentes sanitários, resíduos líquidos e sólidos das unidades acadêmicas e administrativas.
- (UEM, 2013, p.4)

Em 2015, foi instituído o Comitê Gestor Ambiental da Universidade, cuja finalidade é nortear ações que busquem “a conservação ambiental, a melhoria da qualidade de vida da comunidade universitária e a formação de cidadãos comprometidos com a construção de sociedades sustentáveis”.

Considerando práticas relacionadas ao gerenciamento de resíduos, a Central de Resíduos Químicos foi instituída com o objetivo de recolher os produtos químicos separados pelos laboratórios; no entanto, a demanda da Universidade é maior do que a capacidade de gerenciamento da central, cuja equipe é formada por quatro servidores. Atualmente, a empresa terceirizada responsável pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos químicos é a Servioeste. No que se refere à gestão de efluentes, não há nenhuma ação integrada em execução no momento.

A UEM também desenvolve ações sustentáveis ao promover eventos de caráter ambiental, como por exemplo, a Semana do Meio Ambiente, o Domingo na UEM e a Trilha Ecológica, campanhas de educação ambiental, projetos de extensão e desenvolvimento de pesquisas na área ambiental, em parceria com organizações formadas por discentes da própria instituição.

É importante ressaltar que a UEM possui ao menos uma estrutura que possibilita o desenvolvimento e futura implantação de um sistema de gestão ambiental, evidenciando que a instituição possui iniciativas pertinentes à busca pelo despertar da consciência ambiental da comunidade e entende o seu papel na sociedade como provedora e disseminadora de conhecimento, com responsabilidade de ser exemplo ao atuar de forma sustentável e ecologicamente correta, norteador a busca pela conservação ambiental. Destaca-se ainda a existência de uma assessoria específica responsável pelas questões ambientais da Universidade, demonstrando a preocupação da administração com a temática.

3.3 Características dos efluentes das Instituições de Ensino Superior

Com base na revisão bibliográfica e nas pesquisas realizadas a fim de encontrar referenciais que ao menos citassem características dos efluentes encontrados em IES, foi possível perceber que os estudos nesse sentido não são comuns tampouco abrangentes. Outro ponto a se considerar, defendido também por Pina (2010), é que a preocupação com a caracterização desse tipo de efluente somente é externada nos casos em que a instituição precisa responder às autoridades ou empresas de saneamento quanto à consonância com parâmetros de lançamento – em outras palavras, o cumprimento de legislações ambientais – ou quando há a perspectiva de instalação de sistema de tratamento dos efluentes gerados no campus.

Nos estudos pertinentes a geração de efluentes líquidos em IES, foram encontrados valores distintos para os principais parâmetros (DBO, DQO, fósforo total, nitrogênio total e amoniacal) para as diferentes instituições analisadas, visto que a qualidade do efluente está vinculada às atividades executadas em cada campus, podendo variar de acordo com o período, clima e fonte geradora.

Apesar da diversidade de resultados encontrados, percebe-se que, em geral, os efluentes líquidos gerados nas IES apresentam alta carga orgânica e substâncias químicas variadas em sua composição (SARTOR, 2010).

Na Tabela 2, encontram-se organizados os resultados obtidos na revisão.

Han et al (2015) apresentaram quatro poluentes que, em sua visão, são tipicamente encontrados nos esgotos dos campus universitários, incluindo a faixa de pH mais comum nesses casos, a saber: DQO 120 – 320 mg.L⁻¹; fósforo total 2,3 – 4,5 mg.L⁻¹; nitrogênio amoniacal 12 – 33 mg.L⁻¹; nitrato 59 – 77 mg.L⁻¹; pH 7,5 – 9,0.

Faustino (2008) utilizou como ponto de coleta o coletor final do campus da FCT/UNL em Lisboa e, ao final de seu trabalho, obteve valores médios de DQO de 494,0 mg O₂. L⁻¹, de fósforo total 7,1 mg.L⁻¹ e da série nitrogenada, em termos de nitrogênio amoniacal e total, 52,8 mg.L⁻¹ e 70,6 mg.L⁻¹, respectivamente.

Bertolino *et al.* (2008) analisaram efluentes em três pontos, A1, A2 e A3, sendo que o ponto de interesse para esse trabalho para fins de comparação se pauta no ponto de coleta A3, que compreende o esgoto final da UFOP. Os parâmetros de interesse analisados foram DQO (670,0 mg O₂.L⁻¹), DBO (300,0 mg.L⁻¹), nitrogênio total (56,2 mg.L⁻¹), nitrogênio amoniacal (32,6 mg.L⁻¹) e fósforo total (mg.L⁻¹).

Tabela 2 – Caracterização dos efluentes das IEES – valores médios (em mg.L⁻¹)

		DQO	DBO	Nitrogênio total ou NTK*	Nitrogênio amoniacal	Fósforo total
ROLIM <i>et al.</i> , 2016 (IFCE – campus Limoeiro do Norte)		270,0	-	119,0	-	6,88
HAN <i>et al.</i> , 2015 (SDU, China)		-	-	-	27,2	2,40
AWUAH <i>et al.</i> , 2014 (KNUST, Gana)		667,0	310,0	-	120,8	11,17
PEREIRA, 2014 (UFPEl – campus Capão do Leão)	A	298,8	-	58,5	23,5	0,32
	B	936,4	-	65,3	26,4	0,20
AQUINO, 2013 (UFV)	P1				56,78	
	P2				28,75	
GUTERRES, 2012 (IFSul – campus Passo Fundo)	LI	1196,0	576,0	123,1	66,9	> 6
	ADM	1230,0	352,0	311,0	206,1	> 6
PEIXOTO <i>et al.</i> , 2012 (IFCE – campus Limoeiro do Norte)	L	> 2500	> 3000		2,5	32,63
	BC	246,8	< 465,9		10 – 90	5,95
DÜPONT e LOBO, 2012 (UNISC)			-	-	50,8	2,9
PINA, 2010 (FCT/UNL – campus Caparica)	N	302,0	204,0	50,5*	30,5	10,0
	S	635,0	400,0	163,5*	146,0	15,0
BERTOLINO <i>et al.</i> , 2008 (UFOP – campus Morro do Cruzeiro)		670,0	300,0	56,2*	32,6	5,8
FAUSTINO, 2008 (FCT/UNL – campus Caparica)		494,0	370,5	70,6	52,8	7,1
BASSANI, 2005 (UPF – campus I)		132,0*	56,0*	9,2	-	3,4
BEZERRA <i>et al.</i> , 2005 (UFRN – campus Central)		303	145	-	19,0	-
AQUINO <i>et al.</i> , 1996		595,0	320,0	-	15,6	-

FONTE: Elaborado pela autora. Nota: *valores máximos

Pina (2010) realizou suas amostragens em dois coletores (Norte e Sul) do campus FCT/UNL, em Lisboa, onde há a ligação da rede de esgotos do campus com a rede coletora municipal (conforme identificado por Faustino (2008)): o coletor Norte (N) recebe efluentes da maioria dos restaurantes, cantina e de uma linha coletora de resíduos laboratoriais, cujos resultados chegaram à metade dos obtidos no coletor Sul; já no caso do coletor Sul (S), não fica clara a origem de seus efluentes, no entanto, sabe-se que a empresa Y Dreams, especialista em novas tecnologias, está localizada a poucos metros do ponto de coleta, o que resultou em concentrações acima de $600 \text{ mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ para a DQO, $400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para DBO, $160 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para nitrogênio total, $140 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para nitrogênio amoniacal e $15 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para fósforo total.

Guterres (2012) determinou seus pontos de coleta de acordo com o setor do campus Passo Fundo/IFSul, sendo os efluentes analisados oriundos das bacias sanitárias do prédio dos laboratórios de informática (LI), e do setor administrativo (ADM), os quais apresentaram resultados semelhantes de DQO, $1196 \text{ mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ e $1230 \text{ mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente. A maior diferença encontrada foi em termos de DBO: $352,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (LI) e $576,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (ADM). Guterres (2012) é um dos poucos autores que analisa a concentração de surfactante como parâmetro de caracterização, obtendo valores médios de $0,16 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (LI) e $0,07 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (ADM).

Peixoto et al (2012) optaram por caracterizar separadamente os efluentes dos banheiros e cantinas (BC) e dos laboratórios (L) de um campus do IFCE. O efluente BC apresentou-se com concentrações de DQO da ordem de $350 \text{ mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ e DBO maior que $460,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, contra valores médios acima de $2500 \text{ mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ e $3000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para o efluente L, respectivamente. Em termos de nitrogênio amoniacal, os resultados obtidos revelaram concentrações na faixa de 10 a $90 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para o efluente BC e $2,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ para o efluente L.

A pesquisa de Aquino (2013) teve como base a análise de amostras do efluente bruto da UFV nos últimos PVs das redes principal e secundária de coleta de esgoto P1 e P2, respectivamente, utilizando somente o nitrogênio amoniacal como parâmetro da série nitrogenada, cujos resultados médios foram $56,78 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ e $28,75 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Pereira (2014), por sua vez, selecionou dois pontos de coleta na UFPel, A e B, cujas contribuições estão mostradas no Quadro 2. Os resultados obtidos por sua pesquisa registraram valores na faixa de $290,0 \text{ mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ a $940,0 \text{ mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ de DQO, $58,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a $65,0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de nitrogênio total e baixo teor de fósforo, com concentrações menores que $1,0$

mg.L⁻¹. Os valores mais elevados foram encontrados no ponto de coleta A, com exceção do fósforo, cuja diferença foi de 0,12 mg.L⁻¹.

Quadro 2 – Pontos de coleta e suas contribuições - UFPel

PONTO A	PONTO B
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel	Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Biotério	Zootecnia
Instituto de Biologia	Centro de Lazer e Atividades Físicas
Restaurante Universitário	Departamento de Ciências dos Alimentos
Prefeitura Universitária	Antiga Biblioteca
Faculdade de Ciências Domésticas	

FONTE: PEREIRA, 2014, p. 26.

Não existe uma legislação específica para o caso do lançamento de efluentes oriundos das instituições de ensino, logo, fica a critério das operadoras dos sistemas de coleta estabelecer tais padrões, conforme especificado na Portaria 256/2013 do IAP e na Resolução 430/2011 do CONAMA.

Nos itens que seguem, serão apresentados sete parâmetros os quais auxiliaram nas investigações em busca dos potenciais geradores e guiaram a caracterização do efluente final do campus sede UEM, realizadas pelo presente trabalho.

3.3.1 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO é o método mais utilizado para quantificar a matéria orgânica presente nos esgotos. Por ser um método indireto, a DBO expressa a quantidade de oxigênio dissolvido necessário aos organismos aeróbios para a degradação (biológica) de compostos orgânicos biodegradáveis presente na amostra, a uma determinada temperatura em um período específico de tempo; o “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” adota o padrão de 5 dias e temperatura de 20°C, que é aceito por apresentar, nesse curto período de tempo a essa temperatura, quase a totalidade da degradação biológica (cerca de 70%). (DASGUPTA e YILDIZ, 2016)

Neste trabalho, a notação DBO indica DBO₅.

A reação de biodegradação pode ser expressa como na Equação 1, conforme citado por Jouanneau *et al.* (2014), em que X₀ e X_f correspondem à biomassa inicial e final, respectivamente; S são as fontes orgânicas de carbono e T_P são os produtos de transformação

da biodegradação. N, P e NM correspondem às fontes de nitrogênio, fósforo e nutrientes minerais.



Os valores da DBO são utilizados em estudos da qualidade de água e esgotos, bem como em projetos de estações de tratamento biológico de esgotos, com a finalidade de indicar o grau de poluição dos esgotos ou a eficiência do tratamento em questão. Uma das limitações desse método é que, por vezes, pode ocorrer a oxidação bioquímica de compostos nitrogenados, ou seja, demanda de oxigênio para a nitrificação. Geralmente, em esgotos domésticos, a DBO está na faixa de 100 a 400 mg.L⁻¹, segundo Jordão e Pessôa (2014), e 300 mg.L⁻¹ de acordo com Von Sperling (2014).

A resolução CONAMA 430/2011 estabelece um máximo de 120 mg.L⁻¹ para a DBO de efluentes lançados diretamente nos corpos d'água e oriundos do sistema de tratamento de esgotos sanitários, enquanto que a Companhia de Saneamento do Paraná limita a 300 mg.L⁻¹ de DBO nos efluentes recebidos em sua rede coletora com vazão superior a 50 m³/dia (Tabela 1).

3.3.2 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A demanda química de oxigênio é, da mesma forma que a DBO, um método indireto que indica a presença de matéria orgânica em determinada amostra, diferenciando-se pela maneira com que os compostos orgânicos são estabilizados. Na DQO, mede-se o consumo de oxigênio requerido na degradação química da fração orgânica por meio de um oxidante forte – geralmente o permanganato ou dicromato de potássio – em solução ácida, podendo ser oxidados juntamente alguns compostos inorgânicos e não biodegradáveis. Ao contrário da DBO que analisa somente fontes orgânicas requerentes de oxigênio, a DQO também considera as fontes minerais, fato esse que corrobora com a tendência dos valores de DQO serem maiores do que os encontrados para a DBO (RATTOVA, 2012).

Enquanto parâmetro indispensável na caracterização de efluentes e nas condições de lançamento, a DQO permite avaliar a biodegradabilidade dos despejos por meio da análise da razão DBO/DQO, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Biodegradabilidade de efluentes

Biodegradabilidade	DBO/DQO
Altamente biodegradável	0,4 – 0,6
Fração biodegradável intermediária	0,25 – 0,4
Baixa biodegradabilidade	< 0,25

FONTE: Adaptado de SUN *et al.* (2016) e VON SPERLING (2014).

Segundo Jordão e Pessôa (2014), a DQO nos esgotos domésticos está compreendida na faixa de 200 a 800 mg.L⁻¹, sendo que para os efluentes industriais os valores são, via de regra, muito maiores.

O CONAMA não dispõe, em nenhuma de suas resoluções, de um padrão de lançamento para esse parâmetro. Nesse caso, os limites máximos são estabelecidos pelos órgãos ambientais estaduais, como por exemplo a resolução CONSEMA 128/2006 no Rio Grande do Sul, ou pelas respectivas empresas de saneamento. A Companhia de Saneamento do Paraná determina o valor máximo de 700 mg.L⁻¹ para a DQO nos efluentes com lançamento indireto, conforme Tabela 1.

3.3.3 Série Nitrogenada (Nitrogênio Total e Nitrogênio Amoniacal)

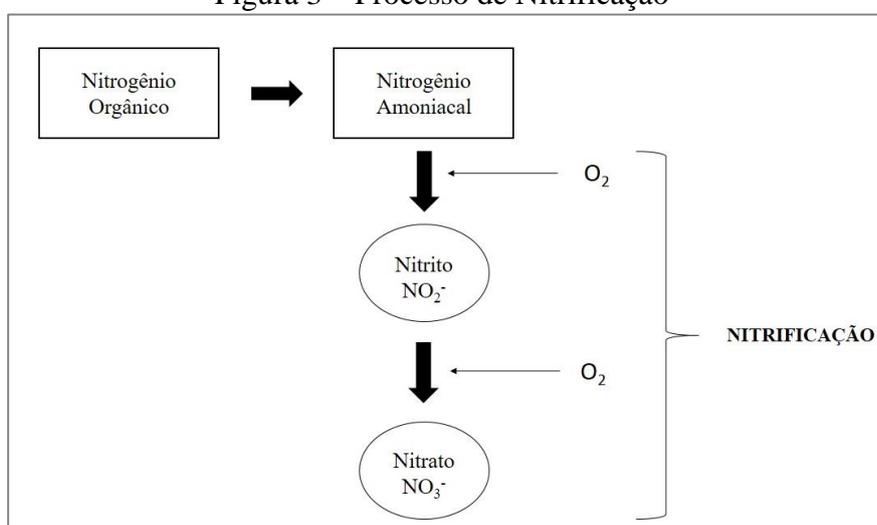
O nitrogênio é um macronutriente essencial à manutenção da vida no planeta, pois sendo constituinte da matéria orgânica, sob a forma de compostos orgânicos complexos – como proteínas e ácidos nucleicos –, se torna indispensável para o desenvolvimento dos seres vivos. No ambiente aquático, pode ser encontrado como nitrogênio molecular (N₂), orgânico (nas proteínas, aminoácidos e ureia), amoniacal (amônia livre, NH₃, ou ionizada, NH₄⁺) e compostos oxidados (nitrito e nitrato) (HAN *et al.*, 2014; GARCIA *et al.*, 2013; RATTOVA, 2012).

O excesso desse nutriente nos corpos d'água, juntamente com o fósforo e outros compostos, ameaça a biodiversidade do meio em decorrência do agravamento da eutrofização, levando ao crescimento exagerado e desordenado de organismos aquáticos, principalmente as algas. (GARCIA *et al.*, 2013; ARAÚJO *et al.*, 2013; BERTOLINO, 2007; NAVAL e COUTO, 2005) Ademais, outras fontes que atuam como interferentes antrópicos no ciclo do nitrogênio são a produção e utilização de combustíveis fósseis e produtos agrícolas nitrogenados, como é o caso dos fertilizantes (WANG *et al.*, 2015; HAN *et al.*, 2016; FINLAY *et al.*, 2013).

Em se tratando dos esgotos, predominam o nitrogênio orgânico e a amônia, que, segundo Düpont e Lobo (2012), se encontram em uma proporção que chega a 3:2, ou seja, cerca de 60% de nitrogênio orgânico e 40% de amônia. Nesse contexto, ocorre o processo de nitrificação (Figura 3), pelo qual a amônia é convertida em nitrato em duas etapas: oxidação do nitrogênio amoniacal a nitrito e a oxidação de nitrito a nitrato (WANG *et al.*, 2015; JORDÃO e PESSÔA, 2014), tendo como reação geral a Equação 2.



Figura 3 – Processo de Nitrificação



FONTE: Adaptado de Jordão e Pessoa (2014)

A quantificação do nitrogênio nas amostras de efluentes pode ser feita por meio dos parâmetros nitrogênio total ou nitrogênio total Kjeldahl, dependendo da análise realizada pelo estudo, e nitrogênio amoniacal. O NTK é constituído pelas formas orgânica e amoniacal do nitrogênio, ao passo que o nitrogênio total compreende as formas orgânica, amoniacal e oxidadas (nitrito e nitrato) (VON SPERLING, 2014; SÁEZ-PLAZA *et al.*, 2013).

No que diz respeito ao padrão de lançamento de efluentes diretamente descarregados nos corpos hídricos, a resolução CONAMA 430/2011 fixa uma concentração máxima de 20,0 mg.L⁻¹ de nitrogênio amoniacal. A Companhia de Saneamento do Paraná, conforme a Tabela 1, limita a 20,0 e 70,0 mg.L⁻¹ de nitrogênio amoniacal e nitrogênio total, respectivamente.

3.3.4 Fósforo Total

O fósforo é um macronutriente essencial aos organismos vivos, assim como o nitrogênio, de fonte limitada e não renovável (ZOU *et al.*, 2017). Possui fundamental importância à sobrevivência da humanidade, já que está intimamente ligado à produção de alimentos por ser componente dos fertilizantes, sob a forma de fosfato. Apesar de quase 96% de sua produção, cerca de 20 milhões de toneladas, ser destinada à produção de insumos agrícolas, o minério de fósforo também está presente na composição dos detergentes em pó e nas indústrias farmacêuticas, de papéis e plásticos, vidros e pesticidas. Estima-se que a utilização industrial do fósforo aumente, gradativamente, de 43,7 para 48,2 milhões de toneladas entre os anos de 2015 e 2019 (LWIN *et al.*, 2017; GARCIA *et al.*, 2013).

Não obstante seu papel vital aos ecossistemas, a alta velocidade de exploração desse nutriente tem se tornado preocupante no tocante ao retorno ao seu ciclo natural: apenas 3% do fósforo produzido retorna à sua origem. Diante disso, o excesso desse nutriente, causado pela intervenção humana em seu ciclo biogeoquímico, contribui com a aceleração da eutrofização, desarmonizando a vida aquática pelo crescimento exagerado de seres autotróficos, como as ervas aquáticas e algas (ARAÚJO *et al.*, 2013; QUEVEDO e PAGANINI, 2011; HAN *et al.*, 2015).

No que se refere à composição dos esgotos, o fósforo se apresenta na forma de compostos inorgânicos, como poli e ortofosfatos, provenientes principalmente de detergentes e demais produtos domésticos, e na forma orgânica, como compostos originados nos processos fisiológicos (principalmente nos resíduos fecais e urina). No Brasil, os esgotos brutos possuem de 5 a 8 mg.L⁻¹ de fosfatos (VIANNA *et al.*, 2016).

Em relação à presença de fósforo nos efluentes domésticos e industriais, novamente, não há legislação que limite sua concentração. A resolução Conama 357/2005 dispõe apenas sobre as concentrações aceitáveis para os corpos d'água de acordo com sua classificação de enquadramento. A Companhia de Saneamento do Paraná, por sua vez, limita a 10 mg.L⁻¹ de fósforo no lançamento de efluente em sua rede de esgoto.

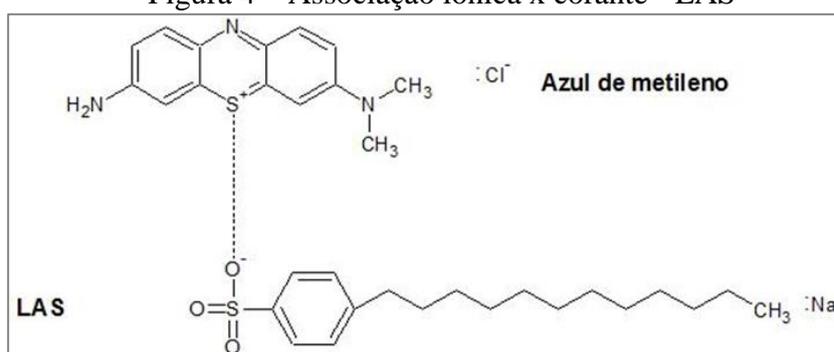
3.3.5 Surfactantes

Os surfactantes são compostos orgânicos, também chamado de tensoativos, cuja estrutura molecular é composta de duas regiões dísparas: uma polar (hidrofílica) e a outra, apolar (hidrofóbica). Essa estrutura dupla confere aos compostos uma propriedade anfifílica que favorece a redução da tensão superficial e adsorção nas interfaces, já que se difundem pelas fases em diferentes graus de polaridade, possibilitando a solubilidade em solventes

tanto orgânicos como inorgânicos. A porção hidrofóbica da molécula apresenta uma cadeia de hidrocarbonetos contendo de 8 a 18 átomos de carbono, enquanto a parte hidrofílica é constituída por grupos polares, cuja característica define o surfactante como iônico, não iônico e anfótero (NITSCHKE e PASTORE, 2002; IVANKOVIĆ e HRENOVIĆ, 2009; GARDINGO, 2010). Os surfactantes iônicos, como os sulfonatos e derivados do quaternário de amônio, podem ainda ser classificados como catiônicos, quando apresentam cargas positivas, e aniônicos, quando são carregados negativamente; os anfóteros, por sua vez, variam sua característica, iônica ou não, de acordo com o pH da solução, o que lhes confere ótimas propriedades dermatológicas e de formação de espumas, atrativas para formulações de cosméticos (COWAN-ELLSBERRY *et al.*, 2014; WIBBERTMANNA *et al.*, 2011; MISHRA *et al.*, 2009; NITSCHKE e PASTORE, 2002).

A determinação de surfactantes em águas e efluentes pode ser realizada por diferentes metodologias analíticas, entre elas a colorimetria, um método não específico que utiliza indicadores de cor na associação dos íons presentes no corante com os íons da do corante e da porção hidrofílica do surfactante (Figura 4). O azul de metileno é um corante catiônico e o reagente mais utilizado na determinação de surfactantes aniônicos, como o LAS (alquilbenzeno sulfonato linear, do inglês *linear alkylbenzene sulfonate*) (MORITA, 2005; CETESB, 2009).

Figura 4 – Associação iônica x corante - LAS



FONTE: Elaborado pela autora

O LAS pertence ao grupo dos surfactantes aniônicos sintéticos e surgiu da necessidade de substituir o surfactante ABS (alquilbenzeno sulfonato, do inglês *alkyl benzene sulfonates*), cuja utilização se mostrou altamente prejudicial ao meio ambiente por ser um composto não biodegradável, devido à presença de carbonos quaternários em sua estrutura carbônica. Em virtude de ser comercialmente encontrado na forma de uma mistura

de homólogos, geralmente com cadeia alquila de dez a quatorze átomos de carbono, as propriedades físico-químicas do LAS dependem do tamanho da cadeia carbônica e da posição do grupo fenila, sendo possível 26 combinações, que dão origem a moléculas diferentes (CAMACHO-MUÑOZ, *et al.*, 2013). O consumo mundial do LAS chegou a mais de 4 milhões de toneladas em 2008, no entanto, em 2014 a produção anual sofreu um declínio para 2,5 milhões de toneladas; no Brasil, a produção dispõe no mercado em torno de 80 mil toneladas/ano (PENTEADO *et al.*, 2006; PIRSAHEB *et al.*, 2014; SRI Consulting, 2009 apud COWAN-ELLSBERRY *et al.*, 2014). Atualmente, é o surfactante de maior produção mundial, posição essa decorrente da sua presença na composição de diversos detergentes de aplicação doméstica e industrial, como por exemplo os limpadores de alta performance, produtos para limpeza de roupas, louças e carros, além de estar presente em aditivos de plásticos e tintas, bem como na composição de emolientes e umectantes para cosméticos. Apesar de ser encontrado em diversos produtos, mais de 80% do consumo de LAS está nas aplicações domésticas, sendo que 50% dessa porção é empregada em produtos líquidos para limpeza de roupas (HERA, 2013; BAIN&COMPANY GAS ENERGY, 2014).

Em relação aos efeitos ambientais, os efluentes provenientes das plantas de tratamento de esgoto urbano são o principal meio de entrada dos surfactantes no meio ambiente, e suas consequências vão desde o comprometimento da vida aquática nos corpos d'água até a bioacumulação em seres vivos e na flora (ABOULHASSAN *et al.*, 2006; COSTA *et al.*, 2014; PIRSAHEB *et al.*, 2014; IVANKOVIĆ e HRENOVIĆ, 2009). Segundo Costa *et al.* (2014), peixes são extremamente sensíveis ao LAS – mesmo em baixas concentrações (cerca de $0,001\text{mg.L}^{-1}$) podem sofrer alterações patológicas em decorrência da assimilação desse surfactante –, mesma afirmação feita por Cowan-Ellsberry *et al.* (2014) que ainda confirma o efeito do tamanho da cadeia carbônica hidrofóbica na toxicidade do surfactante e indica que o potencial de bioconcentração do LAS é baixo e diminui com o emprego de processos ambientais como a biodegradação e absorção. Por outro lado, Gardino (2010) defende que os impactos causados pela presença do LAS no meio ambiente não são significativos e seus efeitos “são transparentes e perfeitamente controláveis”.

Não são comuns os trabalhos sobre caracterização de efluentes de campus universitários que trazem o surfactante (como MBAS) como parâmetro de acompanhamento. No entanto, Pina (2010) encontrou valores médios de $1,64\text{mg.L}^{-1}$ (coletor Norte) e $1,07\text{mg.L}^{-1}$ (coletor Sul), enquanto Rattova (2012) obteve concentração média de $9,39\text{mg.L}^{-1}$,

com máximo de 16,12 mg.L⁻¹. Guterres (2012), por sua vez, analisou o mesmo parâmetro, encontrando valores extremamente baixos (<1).

A resolução CONAMA n. 357/2005 estabelece somente o limite máximo da concentração de surfactante no corpo receptor em função da sua classe. Como já mostrado na Tabela 1, o padrão para lançamento na rede coletora de esgoto estabelecido pela companhia de saneamento para os surfactantes (como MBAs) é de 5 mg.L⁻¹.

3.3.6 Sulfeto

A presença de sulfeto nos efluentes, sejam eles domésticos ou industriais, é oriunda, principalmente, da redução dos sulfatos em condições de anaerobiose pela ação de bactérias redutoras de sulfato (*SRB* em inglês), conforme a reação apresentada na Equação 3 (LIU *et al.*, 2015; SUN *et al.*, 2015; PIVELI e KATO, 2006). Vale ressaltar ainda que em altas concentrações, o sulfeto inibe a atividade microbológica, podendo desequilibrar o processo de degradação. A decomposição biológica da MO com enxofre em sua composição também pode ser considerada uma fonte desse íon, ainda que ocorra em menor escala (COULOMB *et al.*, 2017; CHEN *et al.*, 2017; YEKTA *et al.*, 2017).



Essa reação ocorre, principalmente, em trechos da rede de esgoto cuja declividade seja baixa – no caso dos esgotos que fluem por gravidade –, ou com baixa pressão – quando a rede opera com o bombeamento do esgoto (LIU *et al.*, 2015). Essas condições favorecem o acúmulo de matéria orgânica nas tubulações, formando os chamados biofilmes, uma película que chega a ter 3 mm de espessura, onde o oxigênio penetra por difusão, como Piveli e Kato (2006) explicam detalhadamente

O oxigênio do esgoto, se houver, penetra nesta película por difusão. As bactérias consomem-no e a camada em contato com o tubo se torna anaeróbia. Estas camadas possuem baixa atividade biológica devido à falta de matéria orgânica e de nutrientes. O sulfato e os nutrientes orgânicos são utilizados em uma fina camada de apenas cerca de 0,25 mm. Quando a parte mais externa da película se encontra em condições aeróbias, o sulfeto formado na zona aeróbia é oxidado ao passar para a zona aeróbia. Se a concentração de oxigênio dissolvido no esgoto for baixa, não será suficiente para oxidar todo o sulfeto gerado e o excedente será transferido para o esgoto.

Além do inconveniente relacionado ao mau odor, o qual passa a ser notado a uma concentração de 1 mg.L⁻¹, a presença dos sulfetos nos esgotos pode resultar em problemas

de ordem operacional, já que promove a corrosão do concreto na rede coletora, que acarreta rachaduras na tubulação e, em última instância, o comprometimento da estrutura física da rede, que pode custar até 36 bilhões/ano em sua restauração, segundo pesquisa realizada nos EUA (JIANG *et al.*, 2014; JORDÃO e PESSÔA, 2014; PIKAAR *et al.*, 2011; LILIAMTIS e MANCUSO, 2003).

De maneira geral, o sulfeto pode ainda ser encontrado em efluentes de reservatórios de esterco, indústrias de papel e celulose, curtumes e processos com a utilização de derivados do petróleo, não sendo comum altas concentrações nos esgotos domésticos (EDATHIL *et al.*, 2017; CHEN *et al.*, 2017; LOHWACHARIN e ANNACHHATRE, 2010).

A legislação vigente, CONAMA 430/2011, estabelece o limite de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de sulfeto para o lançamento de efluentes. A Companhia de Saneamento do Paraná adota esse mesmo valor, conforme a Tabela 1.

4 METODOLOGIA

A pesquisa se desenvolveu nos moldes de um estudo de caso (KAUARK et al., 2010), de caráter investigativo, dividindo-se em quatro etapas. Primeiramente, realizou-se o reconhecimento da área de estudo, com levantamento de documentos e informações pertinentes ao direcionamento do trabalho. Em posse dos dados disponíveis, deu-se início ao processo de mapeamento do campus e dos laboratórios geradores. Em seguida, realizaram-se as coletas de acompanhamento, compondo assim a avaliação da geração de efluentes do campus sede. Por fim, elaborou-se uma proposta de planejamento para a gestão dos efluentes líquidos gerados no campus sede.

4.1 Local de Estudo

4.1.1 Campus Sede - UEM

O estudo foi dirigido no campus sede da Universidade Estadual de Maringá (UEM), cuja área total ultrapassa a marca dos 1,2 milhão de m², com cerca de 210 mil m² de área construída e população universitária de mais de 20 mil pessoas, entre alunos e servidores (UEM, 2016).

4.1.2 Identificação da rede de esgoto

Os mapas da rede de esgoto foram disponibilizados pela prefeitura do campus (PCU/UEM).

Executou-se uma vistoria *in loco* em toda a extensão da linha de esgoto especial, acompanhada por dois servidores da Diretoria de Serviços e Manutenção da Universidade (DSM/UEM), sendo procedida da seguinte forma: (i) localização dos poços de visita (PV²) no mapa físico, um a um; (ii) averiguação dos pontos no terreno, a fim de encontrar os tampões indicativos com a inscrição “esgoto especial”; (iii) abertura dos PVs encontrados para confirmação da direção e existência de fluxo.

² PV (Poço de visita) é uma estrutura acessível por meio de uma abertura em sua face superior, normalmente ao nível no terreno, instalada em locais em que há interligação de trechos do coletor, mudanças de nível, diâmetro da tubulação ou direção do escoamento. Permite inspeções e trabalhos de manutenção.

Figura 5 – Poço de Visita (PV)



4.2 Mapeamento do campus

4.2.1 Mapeamento dos laboratórios do campus

O mapeamento dos laboratórios do campus foi iniciado com base em uma listagem prévia, datada de 2010, organizada por um programa que existia na UEM, denominado Pró-Resíduos, contendo cerca de 100 itens cadastrados, entre laboratórios da sede e dos campi regionais.

A atualização dos dados foi conduzida em etapas, a saber:

- i. Triagem da listagem prévia para identificação dos laboratórios do campus sede, apenas;
- ii. Investigação no território do campus;
- iii. Pesquisas nos *sites* e editais publicados pelos departamentos da instituição;
- iv. Organização da lista dos laboratórios do campus sede, separados por centro e departamentos;
- v. Envio de planilhas digitais aos diretores de centro para consequente distribuição aos respectivos departamentos;
- vi. Compilação e análise dos dados recebidos.

As planilhas digitais foram enviadas juntamente com um ofício interno expedido pelo Comitê Gestor Ambiental da UEM, e separadas por centros de ensino: centro de ciências agrárias (CCA), centro de ciências biológicas (CCB), centro de ciências exatas (CCE), centro

de ciências da saúde (CCS), centro de tecnologia (CTC), e abrangeram também o complexo de centrais de apoio à pesquisa (COMCAP) e o museu dinâmico interdisciplinar (MUDI), totalizando sete arquivos.

4.2.2 Mapeamento dos laboratórios geradores de efluentes

O mapeamento específico dos laboratórios geradores foi baseado na elaboração, preenchimento e análise de fichas cadastrais, realizado em cinco fases principais, não necessariamente cronológicas:

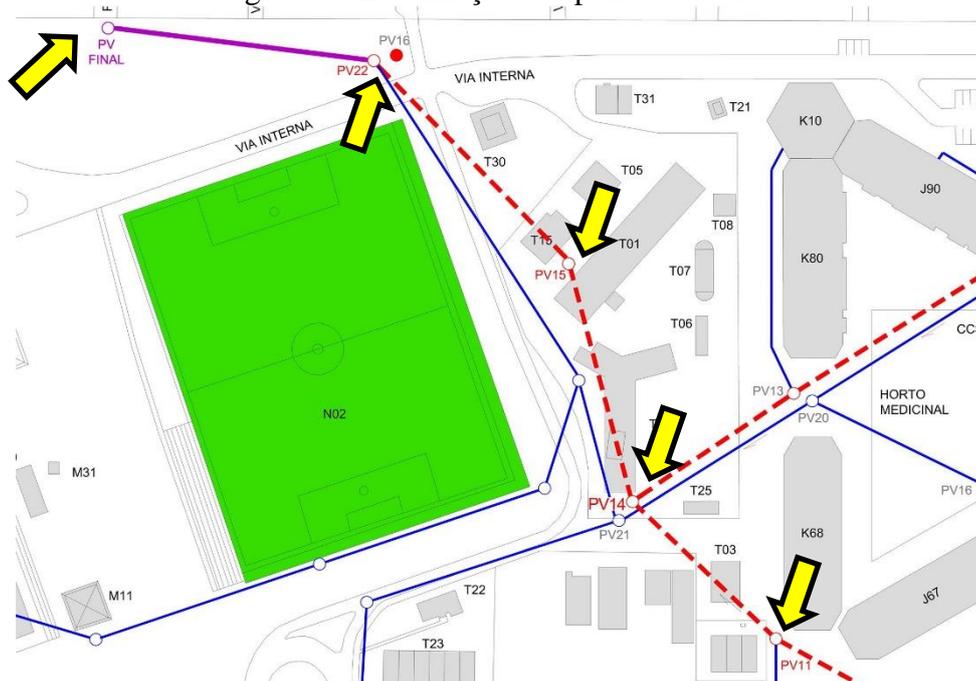
- i. Elaboração da ficha de controle de resíduos;
- ii. Envio da ficha de controle de resíduos aos diretores de centros para distribuição aos departamentos e consequente preenchimento sob incumbência dos responsáveis pelos laboratórios;
- iii. Estudo dos principais parâmetros indicadores de qualidade dos efluentes gerados em IES e suas fontes;
- iv. Entrevistas com responsáveis por laboratórios geradores em potencial;
- v. Compilação e análise dos dados obtidos.

4.3 Investigação das fontes de geração

A investigação se desenvolveu com base no mapeamento dos laboratórios, por meio de análises em pontos específicos do campus, os quais foram determinados no decorrer da pesquisa, a saber: PVs 11, 14, 15, 22 e PV final (Figura 6).

A amostragem e as análises decorreram como descritas no item 4.4.

Figura 6 – Localização dos pontos de coleta



FONTE: Elaborado pela autora

4.4 Caracterização dos efluentes

A caracterização dos efluentes foi conduzida por meio de coletas de acompanhamento e análises físico-químicas do efluente final da Universidade entre os meses de setembro de 2016 e abril de 2017, totalizando 8 amostragens.

As coletas foram executadas com o auxílio de um aparato dotado de um frasco coletor fixado a um tubo de PVC (Figura 7), com o operador sempre protegido com jaleco e luvas de látex (Figura 8).

A abertura e fechamento dos poços eram de responsabilidade dos servidores da DSM/UEM, os quais também isolavam os pontos de coleta com fitas de sinalização e cones, devido à profundidade dos poços e ao trânsito intenso de pedestres e animais na área (Figura 10).

Figura 7 – Aparato de coleta



FONTE: Autora

Figura 8 – Operador durante a coleta



FONTE: Autora

Figura 9 – Utilização do aparato no PV durante a coleta



FONTE: Autora

Figura 10 – Sinalização nos pontos de coleta



FONTE: Autora

Inicialmente, realizou-se uma coleta de amostragem simples, a qual consiste em recolher uma amostra individual em um determinado instante, em porção única. Esse tipo de amostra é recomendado para os parâmetros cujas características se alteram rapidamente e, por isso, não permitem transferência de frasco, como é o caso do sulfeto. Já as amostras compostas são formadas por um conjunto de amostras simples – as alíquotas – que, misturadas, dão origem a uma porção única homogeneizada, a amostra final. Diferentemente

da amostra simples, a amostra composta é indicada nos casos em que há grande variação da vazão ou da composição do efluente, e a necessidade de minimizar a quantidade de amostras enviadas para análise; dessa forma, podem ser tomadas em função do tempo (volumes iguais em intervalos de tempos iguais), da vazão (volumes proporcionais à vazão em intervalos de tempo variáveis), da profundidade do local de coleta ou da distância entre pontos de amostragem (ABNT, 1987; ABNT, 1993; CETESB, 2011).

O planejamento inicial das coletas abrangeria o horário das 8h às 18h, no entanto não foi possível devido à disponibilidade dos servidores da UEM em abrir e fechar os PVs para coleta das amostras. Assim, as coletas do efluente final sucederam com amostragens compostas, realizadas das 8h às 17h, a cada 30 minutos, totalizando 19 alíquotas.

O volume necessário exigido pelos laboratórios para as análises dos parâmetros era de 2L/amostra, logo, cada amostra era composta por 19 alíquotas de 105,3 mL, aproximadamente. As alíquotas coletadas eram transportadas em frascos com tampa até o LGCPA, onde era realizada, com o auxílio de um funil, a transferência para o frasco de 2L, o qual era mantido resfriado durante toda a coleta, até a obtenção das amostras finais. À exceção desse procedimento, as amostras enviadas para análise do parâmetro sulfeto foram coletadas individualmente, ou seja, como amostras simples, conforme citado anteriormente. Os frascos utilizados para acondicionamento da amostra eram de polietileno, segundo recomendação da NBR 9898 (ABNT, 1987) (Figura 11).

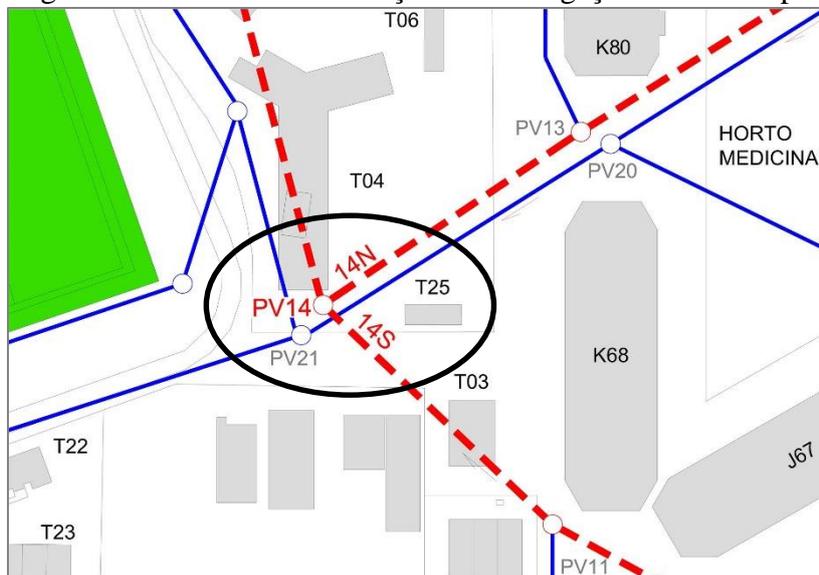
Figura 11 – Conjunto utilizado na composição da amostra



FONTE: Autora

A coleta no PV 14 consistiu em duas amostras, porquanto se trata de um ponto de interligação da linha de esgoto especial, conforme mostrado nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 – PV 14: Identificação da interligação da linha especial



FONTE: Elaborado pela autora

Figura 13 – PV 14: Identificação física da interligação da linha de esgoto especial



FONTE: Autora

4.4.1 Caracterização Físico-química

As amostras da primeira coleta foram enviadas para análise no Laboratório Mérieux NutriSciences, pertencente à empresa Bioagri Ambiental. Os parâmetros analisados nessa ocasião foram: DBO, DQO, pH, sólidos suspensos totais, sólidos sedimentáveis, óleos e

graxas minerais (hidrocarbonetos), óleos e graxas vegetais e animais, nitrogênio total, fósforo total, nitrogênio amoniacal, surfactantes, sulfato, sulfeto, arsênio total, bário total, boro total, cádmio total, chumbo total, cianeto, cobre dissolvido, cromo hexavalente, cromo trivalente, estanho total, ferro dissolvido, fluoreto, manganês dissolvido, mercúrio total, níquel total, prata total, selênio total, benzeno, zinco total, clorofórmio, dicloeteno total, estireno, etilbenzeno, fenóis totais, tetracloreto de carbono, tricloroeteno, tolueno, xilenos, cromo total.

A caracterização físico-química dos efluentes amostrados foi realizada nos seguintes laboratórios: Laboratório de Saneamento e Meio Ambiente (DEC/UEM), Laboratório de Agroquímica e Meio Ambiente (DAG/UEM) e LABSAM. Os parâmetros analisados foram: DQO, DBO, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, fósforo total, surfactantes e sulfeto, cujas metodologias utilizadas nas análises estão descritas no Anexo A.

Adicionalmente, foram realizados ensaios de nitrogênio total kjeldahl no Laboratório de Gestão, Controle e Preservação Ambiental (LGCPA – DEQ/UEM), cujo procedimento está descrito no Anexo B.

4.5 Proposta de planejamento da gestão dos efluentes líquidos

A elaboração da proposta de planejamento de gestão dos efluentes líquidos gerados no campus sede levou em consideração o conjunto de dados obtidos nas etapas de mapeamento, tanto do campus como dos laboratórios geradores, da investigação das possíveis fontes geradoras e da caracterização do efluente final. Ademais, consideraram-se as informações obtidas a partir do conhecimento e vivência das atividades realizadas no campus.

Os dados das etapas de mapeamento e investigação das fontes geradoras auxiliaram na percepção da rotina dos laboratórios, bem como do perfil de geração e descarte praticados nos mesmos.

Com base na revisão bibliográfica e nas semelhanças encontradas nas IES no que se refere à gestão de efluentes líquidos, buscou-se relacionar e contextualizar as práticas observadas para o cenário encontrado na UEM.

Ainda no contexto da elaboração da proposta, utilizou-se o ciclo PDCA como direcionador, uma vez que esse método representa da melhor forma o ciclo de gerenciamento de uma atividade (PEDRO FILHO et al., 2017).

O PDCA consiste em uma ferramenta de natureza cíclica, geralmente empregada na gestão da qualidade para otimização de processos visando à melhoria contínua (SILVA et al., 2017; PRASHAR, 2017; ALBUQUERQUE, 2015). No entanto, pode ser empregada em quaisquer atividades que tenham como objetivo a melhoria de seus procedimentos. Segundo Pedro Filho et al. (2017), o método ainda é “eficaz para a tomada de decisão baseada de forma científica”.

A sigla PDCA (do inglês, *plan*, *do*, *check* e *act*) está relacionada ao planejamento, observação da problemática e elaboração do plano de ação (plan: planejar), à execução das ações planejadas (do: fazer), à verificação dos resultados obtidos (check: verificar) e às ações de correção e padronização das atividades, procedimentos ou processos (act: ação) (PEDRO FILHO et al., 2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

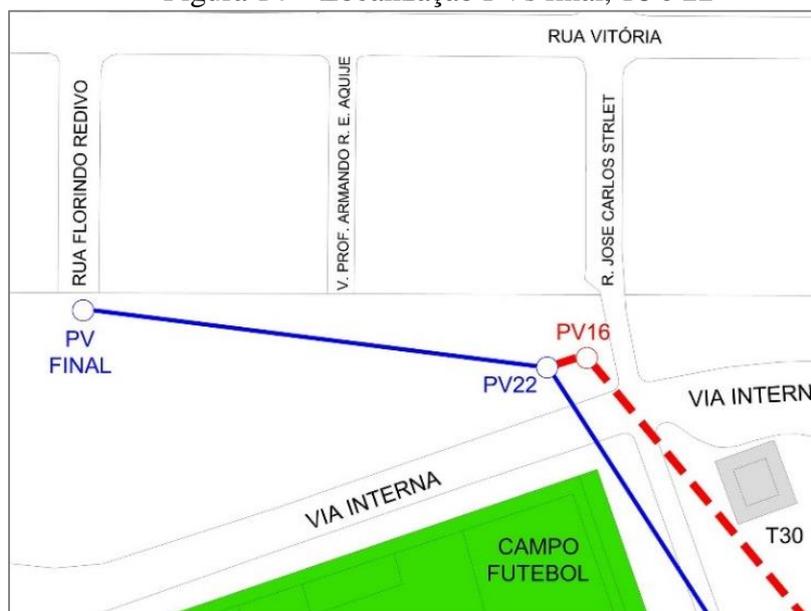
5.1 Obtenção do mapa da rede de esgoto

A partir da observação do primeiro mapa disponível (Apêndice A) inferiu-se que a rede do campus sede conta com duas linhas de esgoto distintas: uma destinada ao esgoto comum e outra ao especial, cujas contribuições são do esgoto doméstico e dos laboratórios, respectivamente. As duas linhas convergem ao final da rede de esgoto da instituição, de onde seguem em uma única tubulação para o sistema coletor público por gravidade, estando de acordo com as recomendações dos itens 3.3 e 3.4 da NBR 9800, sobre a existência de ligação predial única e PV anterior à união das linhas para o lançamento dos efluentes na rede coletora pública de esgotos. A existência de duas linhas da rede se justifica pelo fato de que, caso haja necessidade de tratamento dos efluentes do esgoto especial, este poderá ser feito separadamente.

No decorrer do processo de levantamento dos documentos referentes à rede de esgoto foram encontradas versões dessemelhantes das plantas; ademais, os mapas disponibilizados eram inconsistentes com a realidade, isto é, os mesmos não representavam, na prática, a rede existente no campus. À vista dessa imprecisão, se fez necessária uma inspeção geral com o propósito de esclarecer as dúvidas por meio da comparação com a situação real, e conseguinte adequação do mapa, visto que este era o ponto de partida da pesquisa, uma vez que essas inconsistências poderiam comprometer o desenvolvimento do estudo.

O fato que motivou a busca por supostas incoerências no mapa da rede de esgoto especial foi devida a problemas detectados na coleta realizada em novembro de 2016, cuja programação incluía a amostragem em três PVs: final, 16 e 22, localizados como mostrado na Figura 14.

Figura 14 – Localização PVs final, 16 e 22



A finalidade de se obter as três amostras era analisar a influência dos efluentes oriundos dos esgotos comum e especial no efluente final da Universidade, uma vez que os PVs 16 e 22 seriam, teoricamente, os pontos finais das linhas de esgoto especial e comum, antes de se unirem à ligação predial única, conforme mostrado na Figura 15.

Figura 15 – Interligação das linhas de esgoto comum (em azul) e especial (em vermelho)



Durante a coleta, detectou-se que o PV 16 estava seco, ou seja, sem fluxo do efluente especial (Figura 16), enquanto que o PV 22 apresentava vazão normal. Vários questionamentos emergiram dessa situação, inclusive a possibilidade de desvios na linha de

esgoto especial. As preocupações concernentes a essas suspeitas foram encaminhadas à PCU/UEM.

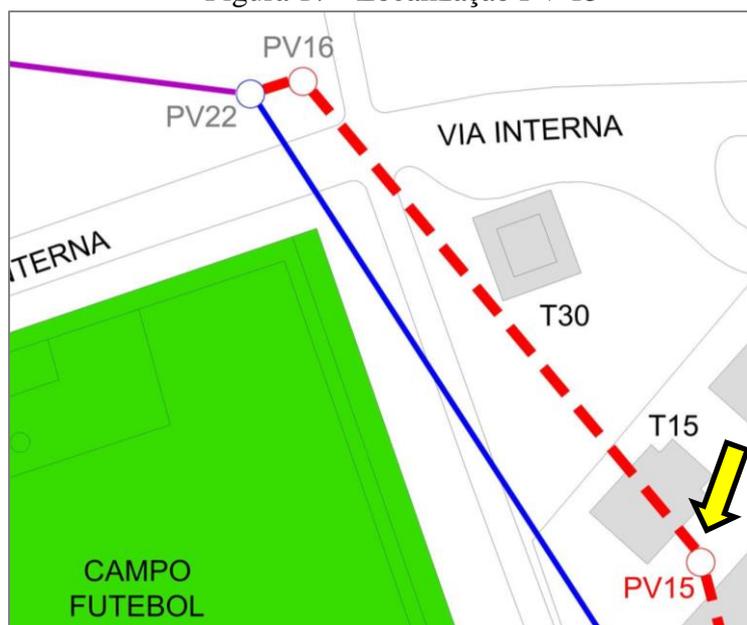
Figura 16 – Indicação do PV 16 seco



FONTE: Autora

Com o intuito de sanar as dúvidas relativas à trajetória do efluente especial e integridade da tubulação dessa linha, o primeiro ponto a ser analisado na inspeção no terreno do campus foi o PV 15, localizado na área do Biotério Central, imediatamente anterior ao PV16 (Figura 17). O fluxo no PV 15 se encontrava intenso.

Figura 17 - Localização PV 15

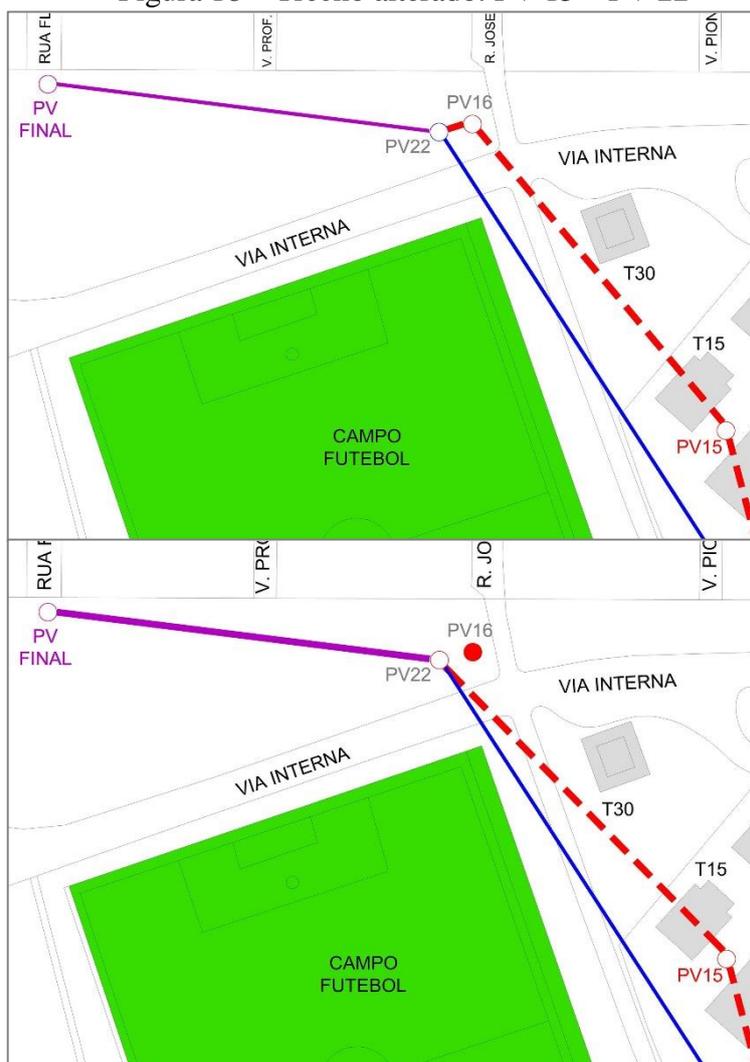


FONTE: Elaborado pela autora

Outros trechos foram encontrados sem fluxo de efluente nos PVs, no entanto, essa observação não é indicativa de que há problemas na linha de esgoto especial, apenas garante que no momento da inspeção não havia atividade geradora de despejo nos laboratórios. Para garantir essa informação, foi realizada a identificação dos fluxos com a utilização de corantes, método semelhante ao empregado por Marin *et al.* (2016).

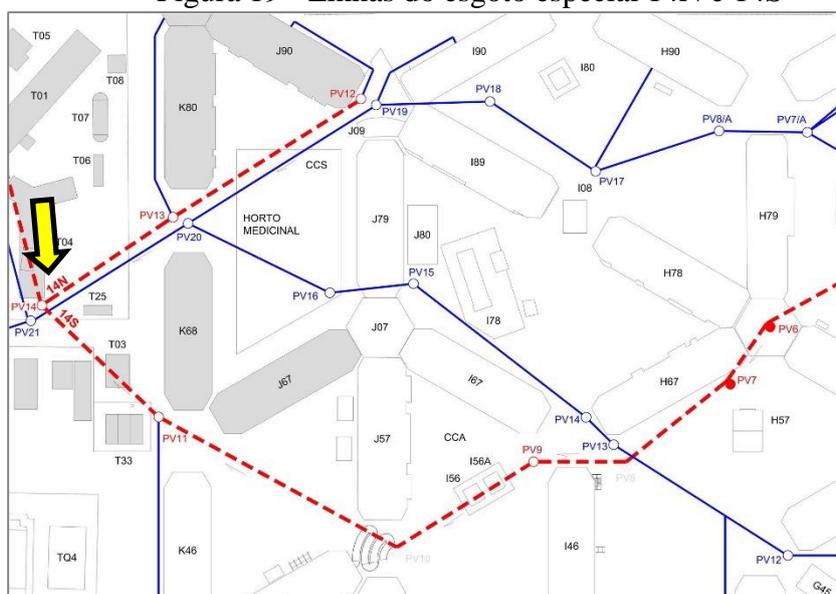
Os resultados das análises obtidos no decorrer das coletas de acompanhamento (descritos no item 5.4) e a observação *in loco* nos permitiram deduzir que as linhas comum e especial já se encontravam juntas na tubulação, em uma única ligação, no trecho anterior ao PV 16, conferindo uma nova conformação à rede de esgoto neste trecho (Figura 18). É importante destacar que o mapa é meramente ilustrativo, pois o ponto exato da interligação entre as linhas de esgoto especial e comum não é conhecido; sabe-se somente que o efluente que chega ao PV 22 é misto.

Figura 18 – Trecho alterado: PV 15 – PV 22



Outro ponto contestável do mapa foi detectado em um “braço” da linha especial da rede de esgoto que converge para o PV 14, identificada como 14N (Figura 19): a estrutura da rede de esgoto especial não abrange todos os blocos do trecho, mesmo sendo uma região com grande quantidade de laboratórios e consequente geração de efluentes. Todavia, não se pode afirmar categoricamente que a falha está na construção da rede de esgoto, uma vez que foram encontradas várias inconsistências, já mencionadas, na representação gráfica disponibilizada anteriormente e repassadas para a PCU/UEM.

Figura 19 - Linhas do esgoto especial 14N e 14S



No Apêndice B, encontra-se o mapa modificado da rede de esgoto especial, elaborado com base na inspeção realizada no campus, destacando os pontos cujos PVs não foram identificados *in loco* e corrigindo a localização de outros.

5.2 Mapeamento dos laboratórios do campus

5.2.1 Elaboração do arquivo para cadastro dos laboratórios

As etapas preliminares de triagem e levantamento de dados resultaram em arquivos para cadastro ou atualização dos laboratórios, os quais foram elaborados na forma de planilhas do Excel® com informações referentes à localização e responsabilidade, conforme exemplificado no Quadro 3.

Quadro 3 – Exemplo do arquivo de cadastro dos laboratórios (CCS)

Departamento		Bloco	Sala	Laboratório	Responsáveis	Ramal
DBS	Departamento de Ciências Básicas da Saúde	I90	03	Patologia Geral	Prof. Dra. Alice Maria de Souza Kaneshima	4823
			119	Microbiologia	Prof. Dra. Maria Cristina Bronharo Tognim	4952
		T20	109	Imunologia	Prof. Dr. Ricardo Alberto Moliterno	5391
DFA	Departamento de Farmácia	K80	04	Endócrina	Prof. Dr. Roberto Barbosa Bazotte	
		Anexo ao P02	01	Bromatologia e Tec. Alimentos	Edna R. N. de Oliveira / Paulo Sérgio Castanho	
DOD	Departamento de Odontologia					

5.2.2 Atualização do cadastro de laboratórios

Em posse dos documentos recebidos via e-mail e malote foi possível realizar a atualização do cadastro dos laboratórios do campus sede. Foram recebidas 13 planilhas parcialmente preenchidas, permitindo a confirmação dos dados de 53 laboratórios, divididos entre os departamentos, conforme mostrado na Tabela 4. As respostas foram obtidas de três formas: por meio das secretarias, na pessoa do(a) chefe do departamento ou pelos docentes responsáveis pelos laboratórios.

Tabela 4 – Quantidade de laboratórios atualizados pelas planilhas (por departamento)

Departamento	Laboratórios Atualizados
DAB	9
DAG	1
DAU	4
DBC	1
DBI	12
DEC	1
DEN	2
DFS	4
DOD	7
DQI	4
COMCAP	4
MUDI	4

No total, obteve-se a resposta de 23 departamentos, entre planilhas e fichas de controle de resíduos (apresentadas no item 5.3), tornando possível o cadastro de 99 laboratórios do campus sede, divididos como na Tabela 5. Apesar de a área de estudo do trabalho ser limitada ao campus sede, foram recebidos também 39 arquivos referentes a laboratórios dos campi de Umuarama e Cidade Gaúcha além da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI/UEM).

Tabela 5 – Quantidade total de laboratórios respondentes por departamento

(campus sede)

Centros	Departamentos	Laboratórios	
CCS	DAB	9	32
	DBS	7	
	DEF	1	
	DEN	1	
	DFA	5	
	DFT	2	
	DOD	7	
CCA	DAG	7	9
	DZO	2	
CCB	DBC	2	40
	DBI	10	
	DBQ	11	
	DCM	2	
	NUPÉLIA	10	
	DFS	5	
CCE	DQI	5	5
CTC	DAU	4	5
	DEC	1	
COMCAP	-	4	4
MUDI	-	4	4
TOTAL			99

Apesar da grande quantidade de arquivos recebidos, sabe-se que ainda há itens faltantes na lista final, haja vista a não obtenção de respostas de todos os departamentos e, pelo conhecimento das instalações do campus, sabe-se da existência de outros laboratórios, como é o caso do bloco E78 que abriga as atividades práticas de ensino experimental em Química, por exemplo.

5.3 Mapeamento da geração de efluentes

5.3.1 Elaboração da ficha de controle de efluente

Como o estudo do diagnóstico da geração de efluentes do campus sede apresenta caráter investigativo, o mapeamento da geração iniciou-se com a elaboração e posterior distribuição de uma ficha, intitulada “Controle de Resíduos dos Laboratórios da UEM”, a fim de se conhecer o tipo de efluente gerado em cada laboratório e, por conseguinte, possibilitar a avaliação da influência destes no efluente final da Universidade. Além disso, possibilitou localizar os blocos onde há geração de efluentes, informação importante para projetos internos de caráter ambiental. Para melhor visualização do documento, a ficha de controle de resíduos está apresentada em tamanho real no Apêndice C.

As fichas foram enviadas por e-mail aos diretores dos centros de ensino, os quais encaminharam aos respectivos departamentos. Foram recebidos, no total, 142 arquivos, dos quais 4 eram de laboratórios pertencentes à FEI, 2 do campus de Cidade Gaúcha, 33 do campus de Umuarama e 1 (um) da Clínica Odontológica da UEM, situada nas proximidades do Hospital Universitário. Após a triagem dos arquivos referentes ao campus sede, foram contabilizadas 103 fichas, entre geradores de efluentes líquidos e resíduos sólidos.

5.3.2 Diagnóstico Preliminar da geração de efluentes

O levantamento apontou 45 laboratórios geradores de resíduos descartados diretamente na pia, entre efluentes líquidos e sólidos, como apresentado na Tabela 6. Destaca-se que os valores apresentados abrangem a geração de todo e qualquer efluente líquido, perigoso ou não, gerado nos laboratórios.

Tabela 6 – Descarte de resíduos na pia

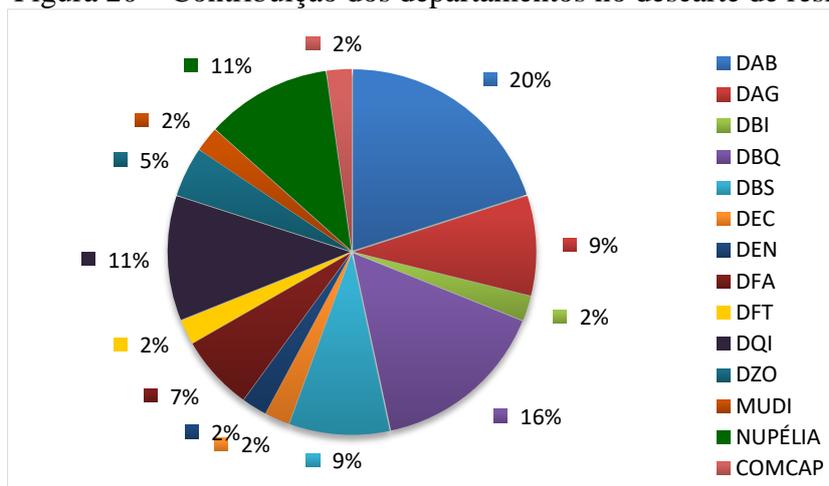
Tipo de resíduo	Geração
Efluentes Líquidos	487,67 L/mês
Resíduos Sólidos	14,01 kg/mês

A geração de efluentes no campus é bastante difusa, ou seja, não há grande contribuição individual dos laboratórios, sendo possível notar apenas a influência dos departamentos na composição do volume do efluente gerado, como mostrado na Figura 20. Segundo informações da empresa de saneamento, a vazão do esgoto da UEM é de $18\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$.

É importante salientar a existência da Central de Resíduos, que recolhe os resíduos químicos separados pelos laboratórios; no entanto, a estrutura é insuficiente, uma vez que

conta com somente um funcionário e a demanda é maior do que a capacidade de gerenciamento da central. Os técnicos dos laboratórios afirmam que, por vezes, não possuem mais espaço físico para armazenar os resíduos, visto que estes permanecem por grandes períodos sem serem recolhidos. A necessidade de um programa de gestão ambiental é ainda mais evidente quando se observa tais situações.

Figura 20 – Contribuição dos departamentos no descarte de resíduos



Apesar de não se ter obtido dados da geração de efluentes de todos os laboratórios do campus, foi possível notar, durante o processo de recebimento das fichas, uma preocupação crescente dos docentes e servidores no que tange às questões ambientais, principalmente no que se refere ao descarte dos resíduos químicos gerados nas atividades de ensino e pesquisa. É certo que há quem se paute na falta de estrutura ou investimento por parte das autoridades acadêmicas ou governamentais para justificar o descarte indevido de resíduos, no entanto, soluções simples e individuais podem ser o início de uma sensibilização da consciência ambiental coletiva, que culmine em decisões efetivas, por parte dos que ocupam as posições mais altas na escala hierárquica.

5.3.3 Elaboração do mapa dos geradores de resíduos químicos

Com base no diagnóstico preliminar e no conhecimento das atividades realizadas nos laboratórios do campus, foi elaborado um mapa (Apêndice E) com a indicação dos blocos onde há geração de resíduos químicos, não necessariamente descartados na pia, mas também aqueles armazenados *in loco* e enviados à Central de Resíduos. O mapa foi repassado à arquiteta responsável por essa área na PCU/UEM.

5.4 Investigação das fontes de geração de efluentes nos laboratórios

As coletas de acompanhamento foram realizadas mensalmente, entre setembro de 2016 e março de 2017. A primeira coleta teve como objetivo analisar a situação do efluente e dar condições para a escolha dos parâmetros de acompanhamento, visando à elucidação das principais fontes geradoras do campus. Os resultados estão organizados na Tabela 7.

Tabela 7 – Coleta 1

(Continua)		
Parâmetros	Unidade	Resultado
DBO	mg.L ⁻¹	435
DQO	mg.L ⁻¹	795
pH (a 25°C)	-	7,46
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	4,0
Sólidos Suspensos Totais	mg.L ⁻¹	231
Óleos e Graxas Minerais (HC)	mg.L ⁻¹	<5
Óleos e Graxas Vegetais e Animais	mg.L ⁻¹	<5
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹	112
Fósforo Total	mg.L ⁻¹	11
Nitrogênio Amoniacal	mg.L ⁻¹	91,9
Surfactantes (como LAS)	mg.L ⁻¹	17,2
Sulfato	mg.L ⁻¹	16,3
Sulfeto	mg.L ⁻¹	1,1
Arsênio Total	µg/L	<10
Bário Total	µg/L	30,7
Boro Total	µg/L	20,6
Cadmio Total	µg/L	<1
Chumbo Total	µg/L	<10
Cianeto	mg.L ⁻¹	<0,05
Cobre Dissolvido	mg.L ⁻¹	<0,005
Cromo Hexavalente	mg.L ⁻¹	<0,01
Cromo Trivalente	mg.L ⁻¹	<0,01
Estanho Total	µg/L	<10
Ferro Dissolvido	mg.L ⁻¹	0,227

Parâmetros	Unidade	(Conclusão)
		Resultado
Fluoreto	mg.L ⁻¹	0,81
Manganês Dissolvido	mg.L ⁻¹	0,0137
Mercúrio Total	µg/L	0,17
Níquel Total	µg/L	<10
Prata Total	µg/L	<10
Selênio Total	µg/L	<8
Benzeno	µg/L	<1
Zinco Total	µg/L	1210
Clorofórmio	mg.L ⁻¹	0,120
Dicloroetano Total	mg.L ⁻¹	<0,003
Estireno	µg/L	<1
Etilbenzeno	mg.L ⁻¹	<0,001
Fenóis Totais	mg.L ⁻¹	0,088
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	<1
Triloroetano	µg/L	<1
Tolueno	mg.L ⁻¹	<0,001
Xilenos	mg.L ⁻¹	<0,003
Cromo Total	µg/L	<10

Considerando a Tabela 1, na qual estão dispostos os valores limites para lançamento do efluente da instituição na rede coletora de esgoto, os parâmetros não enquadrados foram: DBO, nitrogênio total, fósforo total, nitrogênio amoniacal, surfactantes e sulfeto. Ainda que não tenha excedido o limite estabelecido pela empresa de saneamento, a DQO também foi acompanhada por apresentar valor limítrofe. Sendo assim, as coletas mensais de acompanhamento analisaram um total de sete parâmetros.

Analisando os resultados da Tabela 7, observa-se que os parâmetros relacionados às substâncias químicas estão, em sua maioria, dentro dos limites aceitáveis para lançamento na rede pública de esgotos. Esses resultados permitem deduzir, de forma preliminar, que os efluentes líquidos gerados nos laboratórios do campus sede não contribuem significativamente para a composição do efluente final, o qual é descartado na rede coletora de esgoto doméstico.

A fim de facilitar a visualização e comparação dos resultados com o padrão, os dados referentes a esses parâmetros são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Parâmetros fora do padrão: limite e resultado
(valores em mg.L^{-1})

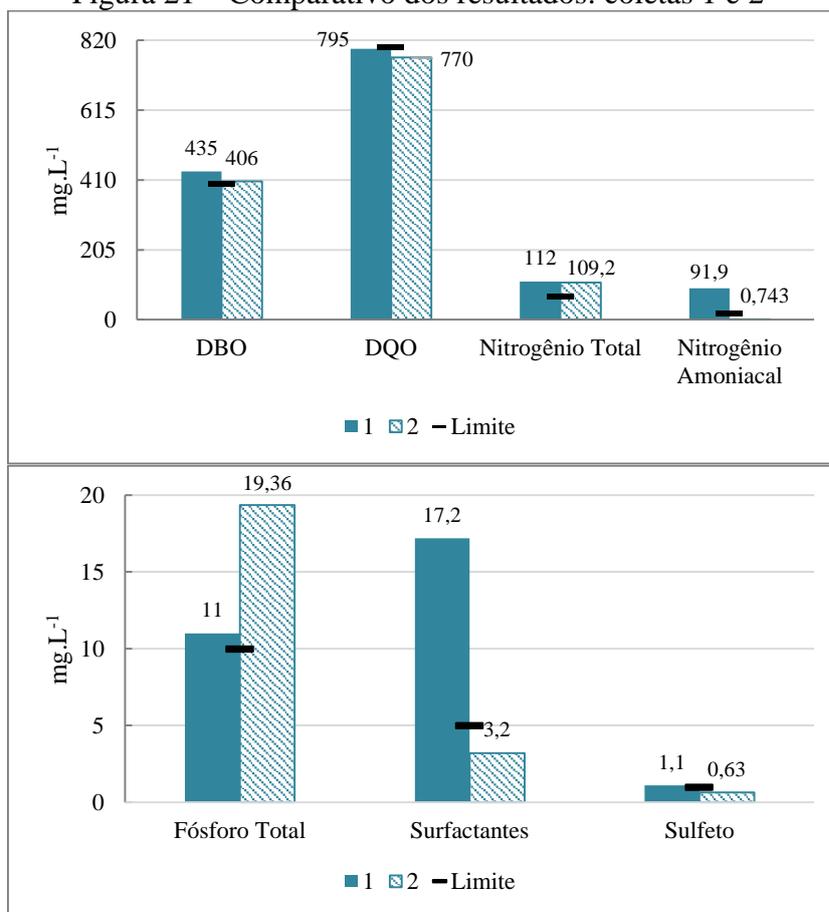
Parâmetro	Limite	Resultado
DBO	400	435
DQO	800	795
Nitrogênio Total	70	112
Fósforo Total	10	11
Nitrogênio Amoniacal	20	91,9
Surfactantes	5	17,2
Sulfeto	1,0	1,1

Durante o rastreamento das fontes de contribuição na caracterização do efluente final, foram realizadas, nos meses de novembro de 2016 e fevereiro de 2017, mais de uma coleta mensal em pontos de interesse no campus.

Para a verificação da evolução dos parâmetros e possível influência da prática de limpeza dos Biotérios nas características do efluente final, planejou-se uma amostragem simples no mesmo horário da primeira coleta, em dia da semana diferente.

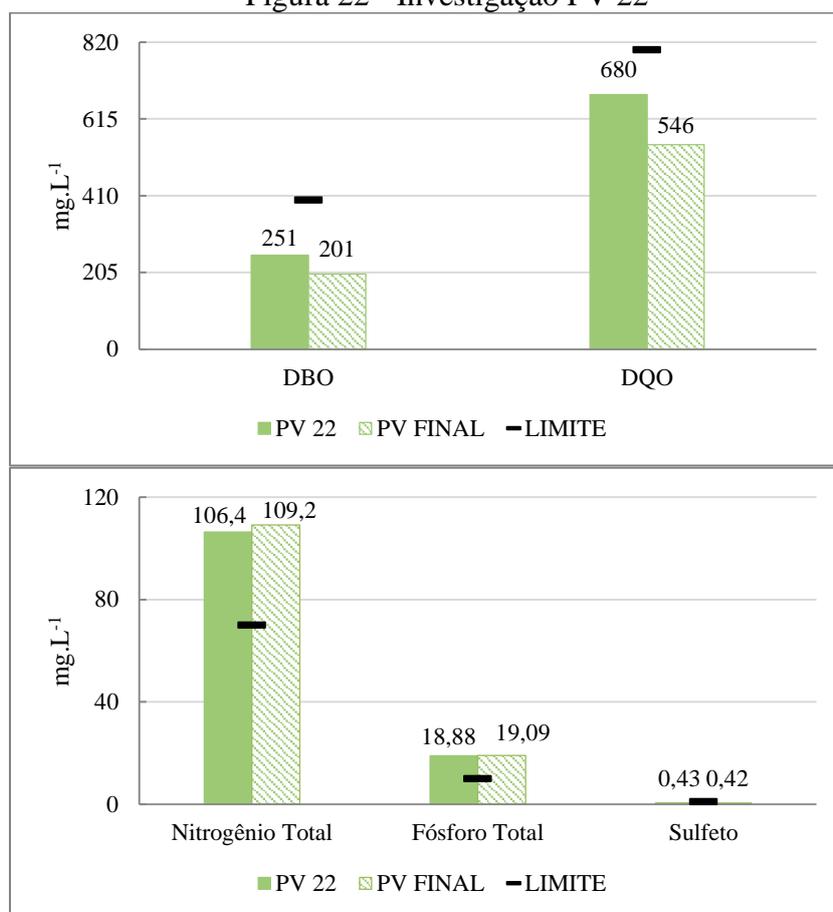
Nota-se, pela observação da Figura 21, que os valores estão bastante próximos para que haja influência direta dos biotérios no efluente final; para confirmação da possível influência das características dos efluentes gerados nos biotérios na composição do efluente final, foi planejada uma coleta no PV 15, o qual recebe diretamente os efluentes do Biotério Central. Foi possível observar também que as concentrações de surfactantes e nitrogênio amoniacal estão extremamente baixas na segunda coleta em relação à coleta anterior, e incoerentes com o tipo de efluente, caracterizando possível erro de análise, o qual foi confirmado nas coletas seguintes.

Figura 21 – Comparativo dos resultados: coletas 1 e 2



Já a coleta seguinte foi organizada com o objetivo de identificar a contribuição das linhas de esgoto comum e especial no efluente final. O planejamento incluía três pontos de amostragem: PV final, PV 16 e PV 22. No entanto, em virtude de não ter sido observado fluxo no PV16, foi possível a obtenção de apenas duas amostras, dos PVs final e 22, cujos resultados estão apresentados na Figura 22.

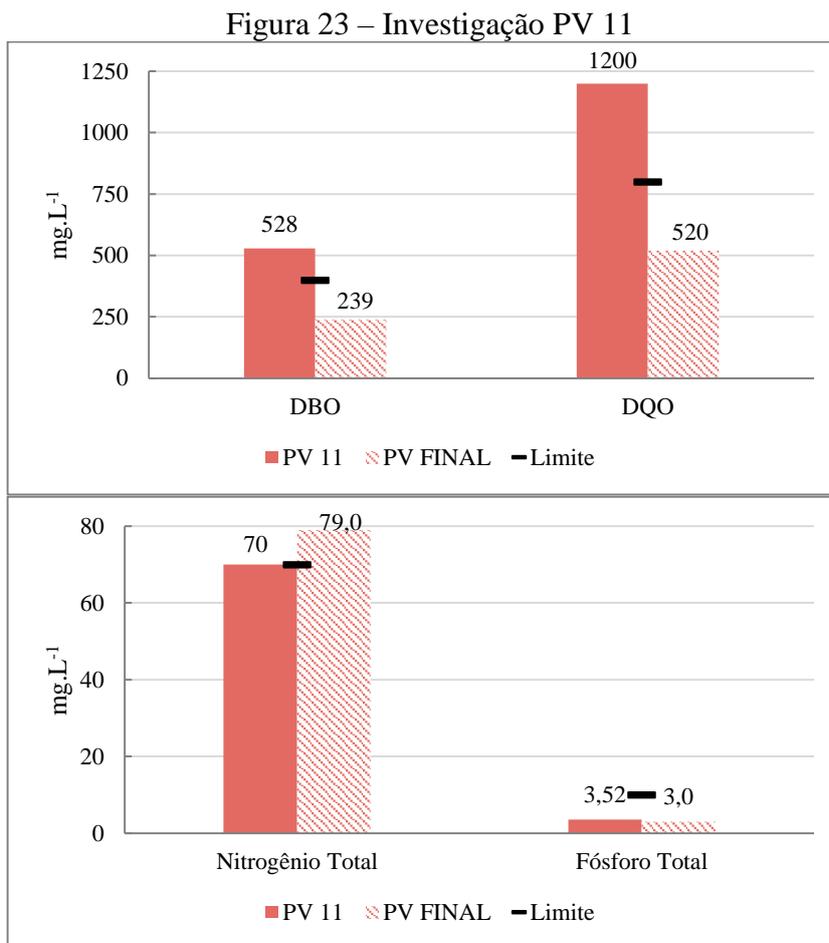
Figura 22 - Investigação PV 22



A análise dos dados presentes na Figura 22, juntamente com a observação *in loco* da rede de esgoto, confirmaram que o efluente que flui pelo PV 22 não corresponde ao esgoto comum, somente, ou seja, torna-se um efluente misto de esgoto comum e especial no trecho anterior ao PV 22, como mostrado no item 5.1.

Em vista dos resultados obtidos, partiu-se para uma investigação mais específica em torno dos parâmetros fósforo e nitrogênio, analisando laboratórios que pudessem contribuir com a alta concentração desses nutrientes.

Como fruto das pesquisas investigativas e da análises dos resultados obtidos anteriormente, os quais mostraram alta concentração de nitrogênio e fósforo, optou-se por realizar a coleta no PV 11, localizado próximo ao bloco K68 para avaliar a contribuição da linha especial que percorre o trecho que flui através desse poço, onde estão alocados laboratórios que utilizam compostos e geram resíduos com carga orgânica elevada.

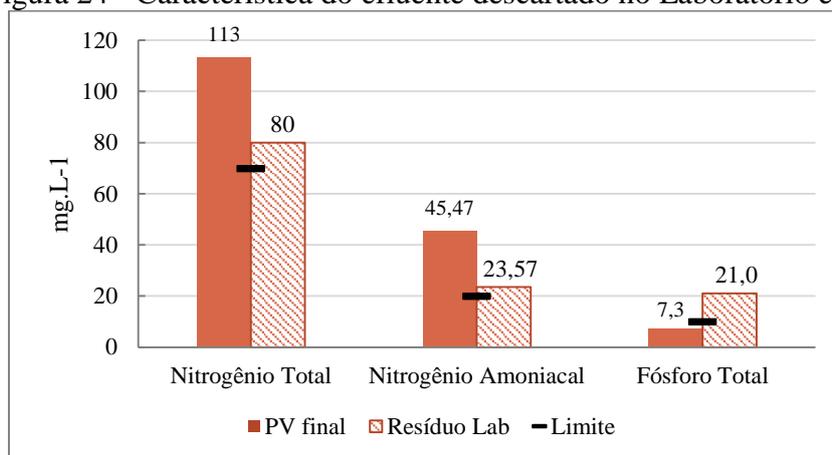


Pode-se observar, na Figura 23, que o efluente que flui pelo PV 11 está mais concentrado do que o efluente final. Isso ocorre devido à diluição que o efluente sofre até chegar ao final da rede e, conseqüentemente, à ligação predial, em decorrência do declive do terreno e possivelmente da junção das linhas de esgoto especial e comum.

Ainda pela análise da Figura 23, nota-se a concentração elevada de matéria orgânica (DBO = 528 mg.L⁻¹ e DQO = 1200 mg O₂/L) e a contribuição dos efluentes que fluem pelo PV 11 contendo nitrogênio no efluente final.

Guiados pelo resultado apresentado na Figura 23, executou-se uma ação de contenção de resíduos em um laboratório gerador, interrompendo o descarte do efluente através da pia, que fluía pelo PV 11. Coletou-se uma amostra do efluente para análise, cujo resultado está apresentado na Figura 24.

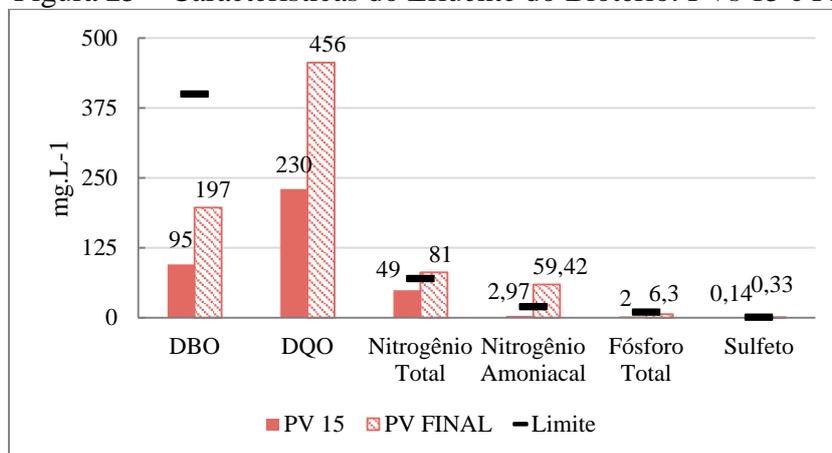
Figura 24 - Característica do efluente descartado no Laboratório e Final



Dos dados apresentados na Figura 24, pode-se inferir que a carga de nutrientes gerada por esse laboratório é elevada, apesar das concentrações de nitrogênio e fósforo serem as maiores desde o início do acompanhamento justamente na data em que não houve descarte desses efluentes. Salienta-se que é importante que haja a gestão dos efluentes em questão, pois, mesmo não sendo comprovada sua influência direta no efluente final do campus, os parâmetros continuam fora do padrão de lançamento na rede pública de esgoto.

Ademais, foi organizada uma nova coleta no PV 15, localizado na área do Biotério Central, para comparar os resultados obtidos para os diferentes dias da semana e concluir sobre a provável influência das atividades dos biotérios no efluente final. Durante a coleta, foi observado que o fluxo era intermitente, prejudicando a obtenção das alíquotas para composição da amostra final. Diante dessa situação, coletaram-se alíquotas maiores nos horários em que havia fluxo do efluente, o que ocorreu em três intervalos, a saber: 10h, 10h30 e 11h.

Figura 25 – Características do Efluente do Biotério: PVs 15 e Final



A partir da Figura 25 é possível notar que os valores determinados para os parâmetros do efluente fluindo no PV 15 são bastante inferiores aos do efluente final, mesmo sendo o poço imediatamente anterior. Pode-se deduzir que, como há interligação da linha especial com a comum, a carga orgânica e de nutrientes aumenta pela presença do esgoto doméstico. Fazendo uma análise comparativa dos resultados obtidos para o nitrogênio total, amoniacal e fósforo total nas coletas passadas (Figura 26) e relacionando com as datas de limpeza e higienização dos biotérios (Tabela 9), principalmente no Biotério Central, pode-se inferir que a atividade realizada não colabora efetivamente com a alta carga de nutrientes presentes no efluente final, lembrando que os valores de nitrogênio amoniacal (no PV 15) podem ser desconsiderados, uma vez que foram detectados erros nas análises.

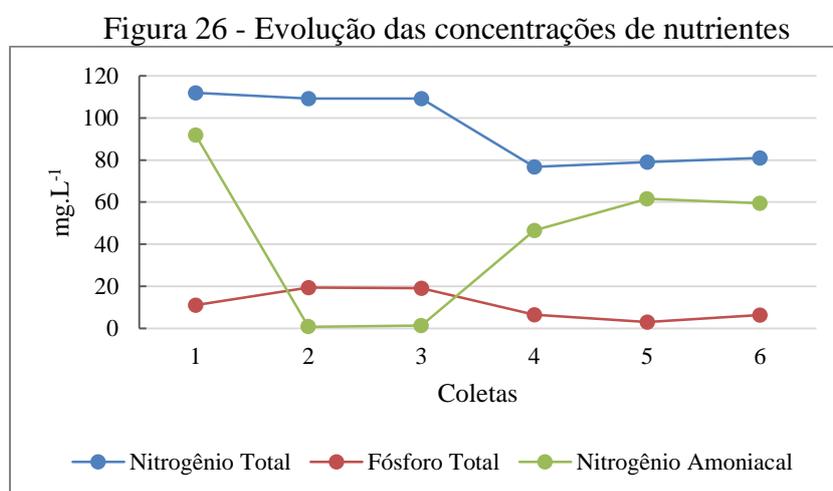


Tabela 9 – Calendário de limpeza e higienização dos biotérios

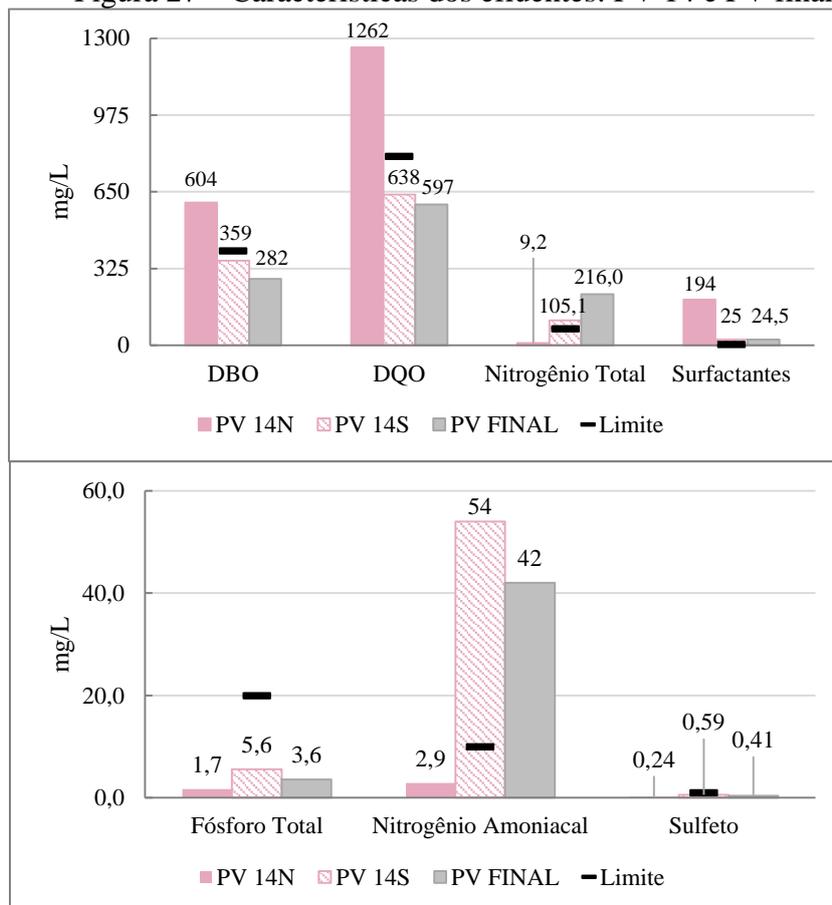
	02/set	22/nov	29/nov	17/jan	07/fev	08/fev
Limpeza nos biotérios	X					X

Esclarecidas as dúvidas e descartados os biotérios como principais fontes de geração, deu-se sequência às investigações e ao monitoramento do efluente final.

Face à situação intrigante do frequente excesso de nitrogênio total e amoniacal no efluente da Universidade e aos resultados que descartaram geradores em potencial, despertou-se para a ideia de que a geração de efluentes no campus pudesse ser difusa, ou seja, ser distribuída pelo campus, não somente entre os laboratórios, mas também considerando a contribuição do esgoto doméstico como fonte importante dos nutrientes em questão.

Com a finalidade de esclarecer a contribuição dos dois braços da rede de esgoto especial, definiu-se o PV 14 como ponto de coleta, uma vez que esse poço é ponto de interligação, como já citado anteriormente e apresentado na Figura 12. Para fins de identificação, as linhas foram nomeadas como “14 N” e “14 S”, conforme já mostrado na Figura 19.

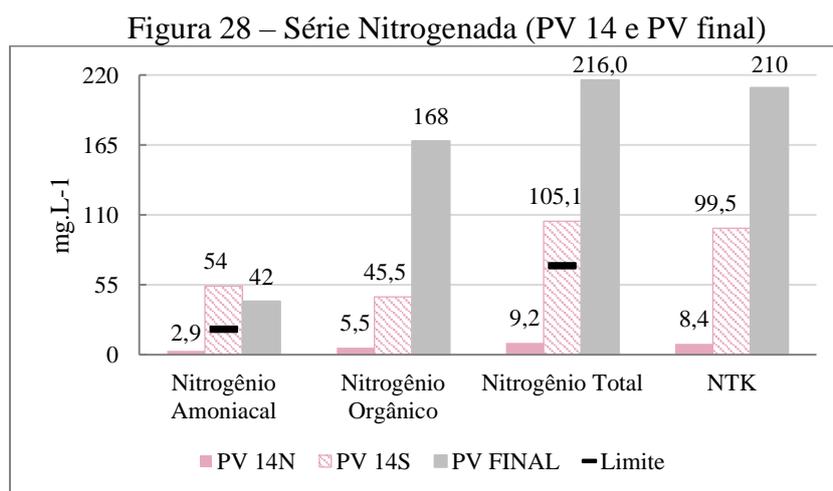
Figura 27 – Características dos efluentes: PV 14 e PV final



Verifica-se na Figura 27, que os parâmetros indicadores de MO apresentaram valores extremamente elevados no PV 14 N, extrapolando em mais de 100% o valor encontrado no efluente final. Os resultados evidenciam a origem do efluente recebido no poço: a região com maior concentração dos laboratórios das ciências biológicas e da saúde. Também nesse poço foi constatada concentração elevada de surfactantes, como previsto, uma vez que durante a coleta percebeu-se um odor bastante característico dessas substâncias; nota-se ainda que essa elevada concentração de surfactantes pode ter influência no valor da DQO, cujo resultado foi o mais alto dentre todos os pontos analisados no decorrer do acompanhamento, situação análoga à encontrada para os surfactantes.

Outro resultado interessante a se destacar é o referente à concentração de fósforo, cujo maior valor foi verificado no PV 14S, cerca de 70% superior ao valor encontrado no PV 14N. Esse resultado também é coerente, uma vez que o PV 14N se encontra bem próximo aos laboratórios das ciências agrárias, cujas atividades utilizam matéria prima rica em nutrientes e originam resíduos fosfatados, conforme informações obtidas nas entrevistas com docentes e técnicos dos laboratórios.

Ainda na Figura 27, nota-se que na composição do efluente final, o nitrogênio amoniacal representa, aproximadamente, 20% do nitrogênio total, parcela bem abaixo daquelas encontradas em resultados anteriores – que estiveram na faixa de 60 a 80%. Com o propósito de analisar essa diferença de forma mais abrangente, apresenta-se na Figura 28 uma análise referente aos resultados obtidos na determinação de NTK, explicitando os valores de nitrogênio orgânico – obtido através da diferença entre o NTK e o nitrogênio amoniacal.



Analisando os dados presentes na Figura 28, percebe-se que a concentração de nitrogênio orgânico ultrapassa a de nitrogênio amoniacal nos PVs 14N e final, representando aproximadamente 80% e 60% do nitrogênio total, respectivamente. A presença de nitrogênio orgânico nos esgotos é oriunda, principalmente, das atividades fisiológicas humanas. Nesse contexto, pode-se deduzir que são descarregados na linha de esgoto especial não somente os efluentes oriundos dos laboratórios propriamente ditos, mas também dos banheiros e lavatórios presentes nos blocos onde estão alocados.

5.5 Caracterização do efluente final

Compilados os resultados encontrados no acompanhamento realizado nos meses de estudo, tem-se a caracterização do efluente final, com a evolução das concentrações dos parâmetros analisados e os valores médios encontrados, como mostrado na Tabela 10, juntamente com os respectivos desvios padrão.

Tabela 10 – Características do efluente final do Campus Sede da UEM
Valores médios e desvio padrão (em mg L⁻¹)

Parâmetros	Valor Médio ± Desvio Padrão
DBO	271,75 ± 99,60
DQO	609,75 ± 117,36
Nitrogênio Total	112,03 ± 44,90
Nitrogênio Amoniacal	43,50 ± 30,74
Fósforo Total	9,52 ± 6,47
Surfactantes (como MBAS)	11,74 ± 10,73
Sulfeto	0,45 ± 0,31

Destacam-se os parâmetros nitrogênio amoniacal e surfactantes, cujos resultados apontaram erros de análise em duas situações, sendo que a exclusão desses valores não confiáveis resultaria em valores médios de (57,80 ± 18,49) mg.L⁻¹ e (21,58 ± 3,11) mg.L⁻¹, respectivamente.

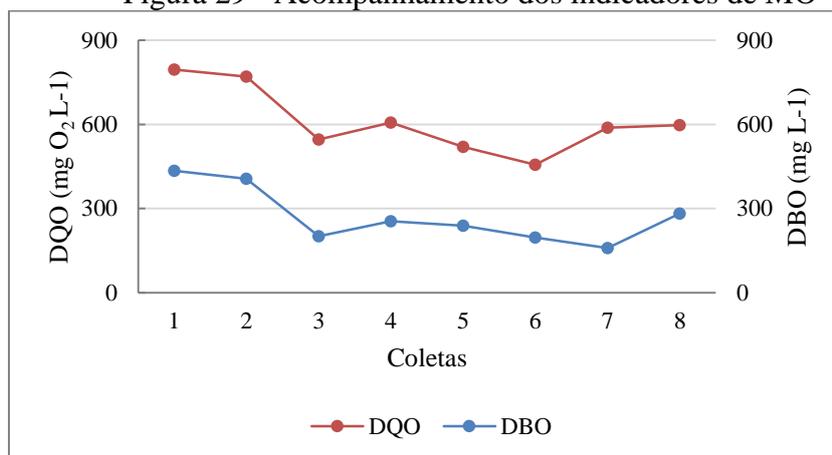
5.5.1 Indicadores de matéria orgânica

Os parâmetros, DBO e DQO, são indispensáveis na caracterização de efluentes, tanto por indicarem a presença de MO como por permitirem a avaliação da biodegradabilidade do efluente.

A evolução das concentrações dos parâmetros indicadores de matéria orgânica, DBO e DQO, no decorrer das coletas do efluente final pode ser observada na Figura 29.

É possível notar pela Figura 299 que a evolução da concentração de ambos os parâmetros segue a mesma tendência, com valores de DQO maiores que a DBO. Tal comportamento já era esperado, uma vez que ambos indicam a presença de matéria orgânica, e a análise de DQO representa compostos biodegradáveis e não biodegradáveis.

Figura 29 - Acompanhamento dos indicadores de MO



Os valores encontrados para a DBO oscilaram entre 159,0 mg.L⁻¹ e 435,0 mg.L⁻¹, com valor médio de 271,75 mg.L⁻¹, resultado próximo ao encontrado por Bertolino *et al.* (2008) na UFOP (300 mg.L⁻¹), Awuah *et al.* (2014) em KNUST (310 mg.L⁻¹) e Guterres (2012) na IFSul, para o efluente bruto do setor administrativo (352 mg.L⁻¹). No que diz respeito à DQO, obtiveram-se resultados entre 456,0 e 795,0 mg O₂.L⁻¹, com valor médio de 609,75 mg O₂.L⁻¹, resultado próximo aos obtidos nos trabalhos referentes aos efluentes de diversos campus universitários: 595, 635, 667 e 670 mg.L⁻¹ (AQUINO *et al.*, 1996; PINA, 2010; AWUAH *et al.*, 2014; BERTOLINO *et al.*, 2008).

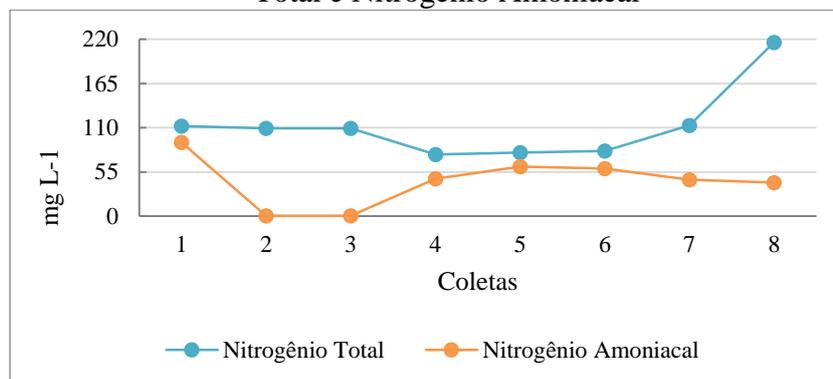
Segundo Von Sperling (2014), a DBO nos esgotos tipicamente domésticos é da ordem de 300 mg.L⁻¹ e a DQO, 600 mg.L⁻¹. Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, ambos os valores dos indicadores de MO se enquadram na faixa característica de esgoto doméstico, mesmo com contribuições das atividades dos laboratórios da instituição, estando em conformidade com os valores exigidos pela empresa de saneamento para lançamento na rede coletora de esgoto.

5.5.2 Série Nitrogenada

Não obstante seu papel fundamental à manutenção da vida, o nitrogênio presente em excesso nos efluentes lançados nos corpos d'água torna-se tóxico ao ecossistema aquático. Em sua forma amoniacal, é bastante prejudicial às bactérias decompositoras, por exemplo, causando inibição de processos biológicos de autodepuração de corpos receptores e no tratamento biológico de efluentes. O controle desses parâmetros, em especial, é importante pois os processos usuais de tratamento biológico de esgotos não contemplam a remoção total de nutrientes, os quais dificilmente atingem os padrões de lançamento exigidos pela legislação.

A Figura 30 apresenta a evolução da concentração dos parâmetros nitrogênio total e amoniacal no efluente final, no decorrer das coletas de acompanhamento. Importante destacar que foram detectados erros na análise do nitrogênio amoniacal nas coletas 2 e 3.

Figura 30 – Acompanhamento da concentração dos compostos nitrogenados: Nitrogênio Total e Nitrogênio Amoniacal



As concentrações do nitrogênio total variaram de 76,8 mg.L⁻¹ a 216,0 mg.L⁻¹, com valor médio de 112,03 mg.L⁻¹, semelhante às encontradas por Rolim *et al.* (2016) e Guterres (2012), 119,0 mg.L⁻¹ e 123,1 mg.L⁻¹ (para o efluente oriundo das bacias sanitárias do prédio de laboratórios de informática), respectivamente. O valor máximo foi obtido na coleta realizada no período de férias da instituição, quando houve menor circulação de pessoas no campus; como já mencionado anteriormente, as atividades de pesquisa seguiram com o cronograma praticamente inalterado, devido à época atípica do recesso.

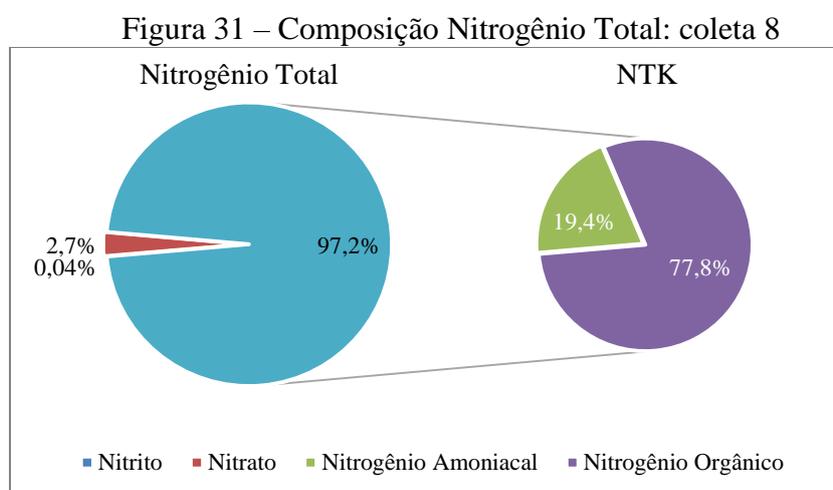
Mesmo sem dispor de informações suficientes para justificar tal resultado, pode-se apontar a influência da vazão do efluente final como possível justificativa para o alto teor de nitrogênio total, uma vez que o efluente estaria, teoricamente, mais concentrado em uma vazão mais baixa. Essa informação se baseia na comparação visual das vazões observadas no decorrer de todo o diagnóstico, uma vez que não foi possível mensurar essa variável por problemas meramente técnicos.

O nitrogênio amoniacal, por sua vez, apresentou concentrações na faixa de 42 a 91,9 mg.L⁻¹, com média de 57,06 mg.L⁻¹, desconsiderados os valores resultantes de erros. Em seus trabalhos, Faustino (2008), Düpont e Lobo (2012) e Guterres (2012) observaram resultados próximos, a saber: 52,8 mg.L⁻¹, 50,8 mg.L⁻¹ e 66,9 mg.L⁻¹; por outro lado, Han *et al.* (2015) apresentaram a faixa de 12 a 33 mg.L⁻¹ de nitrogênio amoniacal como sendo característica de efluentes de campus universitários, porém, como se pode notar a partir dos

resultados obtidos por pesquisadores brasileiros, esses valores não descrevem satisfatoriamente o efluente de IES brasileiras.

Ainda na Figura 30, verifica-se que até a coleta 6, com exceção da 2 e 3, ambos os parâmetros apresentaram concentrações próximas, isto é, a proporção de nitrogênio amoniacal era majoritária na composição do nitrogênio total, inverso ao que foi notado nas últimas coletas. Os dados numéricos confirmam essa observação: a parcela de nitrogênio amoniacal nas duas últimas coletas foi de 40% e 19%, respectivamente, contra uma média de 73,4% nas seis primeiras coletas, excluindo a segunda e terceira.

Considerando apenas a coleta 8, a qual foi realizada em período de férias, verificou-se que a composição do nitrogênio total era, basicamente, nitrogênio amoniacal e orgânico (Figura 31). Especificamente nessa coleta, fica evidente a característica de esgoto doméstico do efluente analisado, haja vista que enquanto as atividades de pesquisa prosseguiram em ritmo praticamente normal, a carga orgânica do nitrogênio presente no efluente foi de aproximadamente 78%, proporção inversa à verificada nas coletas realizadas no período letivo normal.



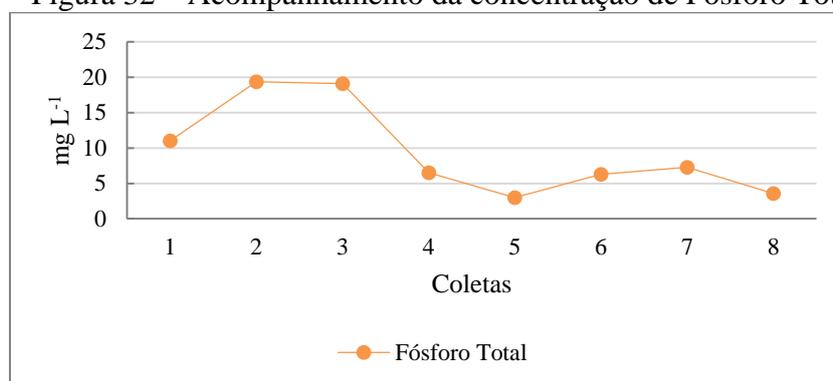
Diante do exposto, pode-se afirmar que há predominância das formas amoniacal e orgânica do nitrogênio no efluente final da Universidade, característica dos esgotos brutos domésticos. No entanto, o padrão de lançamento exigido pela companhia de saneamento local não foi atendido em nenhuma das coletas durante o monitoramento, tampouco os parâmetros se aproximaram do limite, sendo recomendável o prosseguimento do acompanhamento desses parâmetros, juntamente com ações decorrentes de um plano de gestão dos efluentes.

5.5.3 Fósforo Total

O fósforo, assim como o nitrogênio, é um macronutriente fundamental à sobrevivência dos organismos vivos, no entanto, seu excesso nos corpos d'água causa desequilíbrio na biota aquática. Nos esgotos predominantemente domésticos sua presença é oriunda da utilização de produtos de limpeza, principalmente detergentes, e dos processos fisiológicos.

A evolução desse parâmetro durante as coletas de acompanhamento está apresentada na Figura 32.

Figura 32 – Acompanhamento da concentração de Fósforo Total

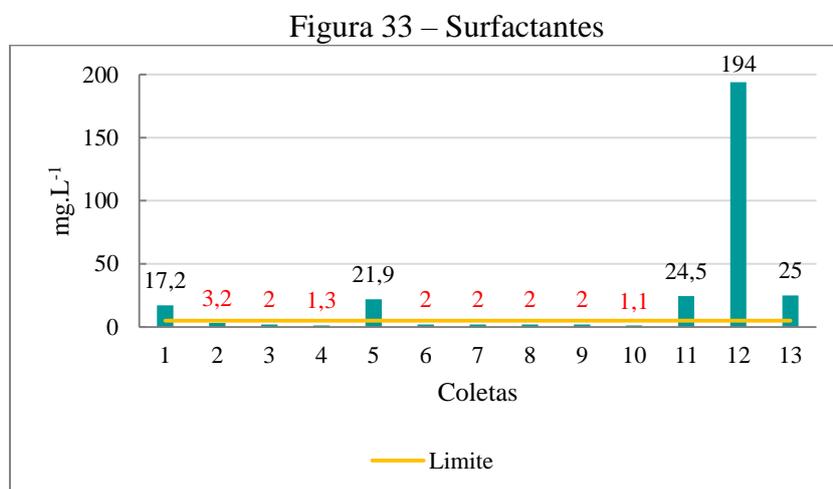


A concentração limite de fósforo permitida para lançamento de efluentes na rede pública de esgoto é 10 mg.L⁻¹, valor pouco abaixo do encontrado já na primeira coleta (11 mg.L⁻¹). Verifica-se na Figura 32, a variação dos resultados obtidos ao longo do monitoramento, devido principalmente à diversidade das atividades praticadas no campus, tanto de ensino como de pesquisa. Os valores encontrados para o fósforo total variaram de 3,0 a 19,36 mg.L⁻¹, com média de 9,52 mg.L⁻¹, compreendido na faixa de 6 a 10 mg.L⁻¹ apontada como típica para os esgotos sanitários brasileiros (CETESB, 2009). Awuah et. al (2014), Pina (2010) e Faustino (2008) encontraram resultados na faixa de 7 a 11 mg.L⁻¹, enquanto Peixoto et al (2012) obtiveram concentração de fósforo de aproximadamente 33 mg.L⁻¹ no efluente dos laboratórios, 6 vezes maior que a obtida para o efluente da UEM. Esses resultados mostram que o parâmetro fósforo apresentou-se em conformidade com o limite exigido pela companhia de saneamento local.

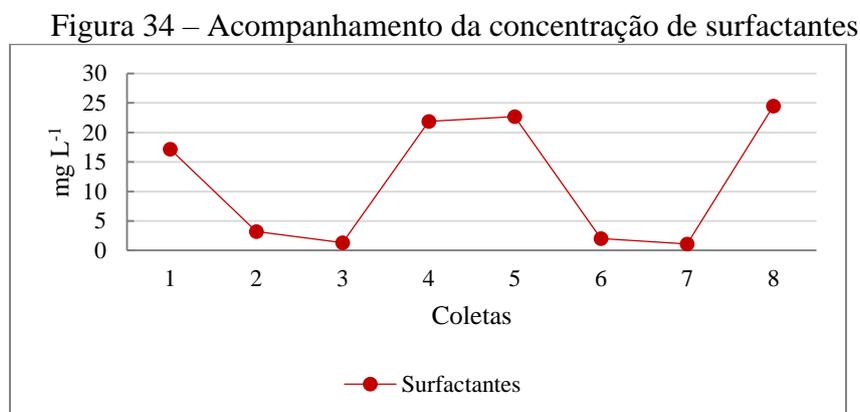
5.5.4 Surfactantes

Nas análises de surfactantes, oito resultados apresentaram valores incoerentes com o tipo de efluente, visto que da primeira para a segunda coleta houve uma redução de mais de 80% na concentração dessa substância sem qualquer interferência ou ação de gestão,

evidenciando a probabilidade de erros de análise. Na Figura 33 estão mostrados todos os resultados obtidos no decorrer das coletas de acompanhamento, no PV final e nos demais poços, destacando em vermelho os valores discrepantes.



As falhas nas execuções das análises ficaram evidentes, como pode ser verificado pelos resultados incoerentes obtidos nas coletas 2, 3, 6 e 7, apresentados na Figura 34.

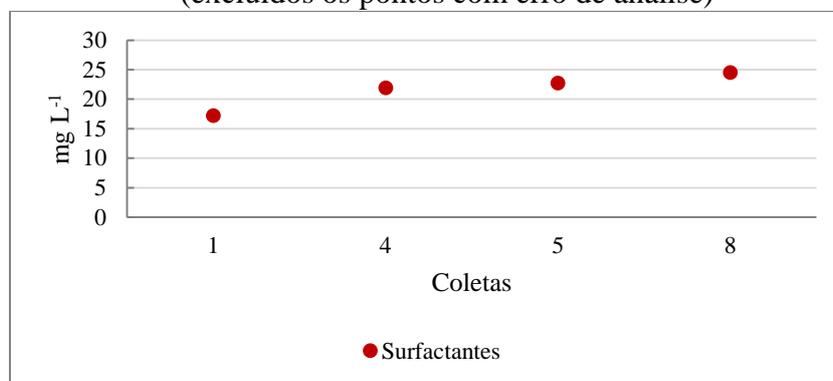


Ainda que tenham sido apontados erros em alguns resultados, é possível perceber claramente uma tendência crescente da evolução da concentração desse parâmetro ao longo do acompanhamento, principalmente se forem desconsiderados os valores obtidos por meio das análises com possíveis erros (Figura 35).

O valor médio encontrado para a concentração de surfactantes foi de 21,3 mg.L⁻¹, com variações de 17,2 mg.L⁻¹ a 24,5 mg.L⁻¹, desconsiderando os valores medidos nas coletas cujos resultados foram discrepantes. Se forem computados os dados de todas as coletas sem

distinção, a média cai para $11,7 \text{ mg.L}^{-1}$, valor ainda bastante acima do limite permitido, 5 mg.L^{-1} .

Figura 35 – Acompanhamento da concentração de surfactantes (excluídos os pontos com erro de análise)



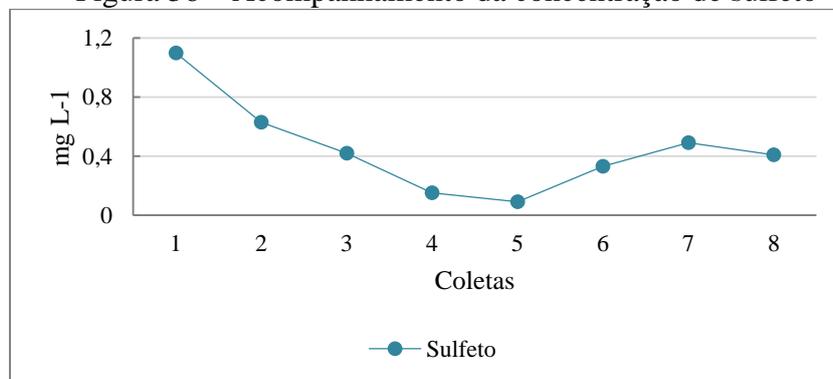
Com base na leitura de trabalhos relacionados e no conhecimento dos hábitos e costumes do campus local, pode-se afirmar que a presença e alta concentração desse parâmetro nas amostras analisadas estão relacionadas às atividades de limpeza e higienização praticadas no ambiente universitário, principalmente nos banheiros e laboratórios.

5.5.5 Sulfeto

O sulfeto foi o parâmetro cujos valores das concentrações foram as menores e mais adequadas ao padrão de lançamento, no decorrer de todo o monitoramento, estando abaixo do limite estabelecido pela empresa de saneamento em todas as coletas, com exceção da primeira (Figura 36).

A concentração média encontrada foi de $0,45 \text{ mg.L}^{-1}$, menos da metade do valor padrão.

Figura 36 – Acompanhamento da concentração de sulfeto



Portanto, por meio dos resultados obtidos no decorrer do estudo, é possível inferir que o efluente gerado nas dependências do campus sede da UEM, apesar de ser considerado um efluente não doméstico pela empresa de saneamento, apresenta características semelhantes às dos esgotos domésticos, conforme pôde ser observado nas concentrações dos parâmetros analisados.

Ressalta-se ainda que os efluentes da rede especial não seguem totalmente separados até o ponto de junção com a rede comum: a linha especial transporta os efluentes especiais acrescidos dos despejos do esgoto sanitário dos blocos onde estão alocados os laboratórios, uma vez que foi identificada a ausência da rede de esgoto comum nesses locais.

5.6 Proposta de Plano de Gerenciamento de Efluentes Líquidos

Como já observado anteriormente, o campus sede é gerador de dois tipos de efluentes líquidos: esgoto doméstico e o esgoto especial, oriundo das atividades de ensino e pesquisa nos laboratórios.

Considerando os resultados obtidos na investigação da geração no campus e na caracterização do efluente final da Universidade, apresenta-se uma proposta de um plano de gerenciamento de efluentes líquidos, a fim de guiar as ações que conduzam à sustentabilidade no que se refere à geração desses efluentes na instituição.

Primeiramente, apresenta-se um esquema de procedimentos com base no ciclo PDCA (Figura 37).

Figura 37 – Ciclo PDCA para proposta de gerenciamento



É possível traçar algumas semelhanças entre a metodologia escolhida (PDCA) para a elaboração desta proposta e as etapas definidas para a elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Equivalência PDCA x PGRS

PDCA	PGRS
Planejamento	Planejamento
Execução	Monitoramento
Verificação	Análise dos Resultados
Análise Crítica	Adequações e Correções

5.6.1 Planejamento

O planejamento consiste na definição de metas e na elaboração de planos de ação. Essa etapa já tem sido realizada, em partes, na instituição e é de responsabilidade do Comitê Ambiental, que atualmente tem a contribuição técnica de uma Assessoria Ambiental.

Dessa forma, fazem parte desse contexto o diagnóstico inicial e o apontamento dos aspectos ambientais oriundos das atividades da instituição, ambos levantados pelo presente trabalho em primeira análise. Além disso, é nessa fase que há a determinação dos responsáveis por cada etapa do processo de gerenciamento.

Aspectos ambientais (problemáticas levantadas):

- Estrutura da rede de esgoto contestável;
- Descarte de resíduos diversos diretamente na pia;
- Falta de informação por parte dos técnicos dos laboratórios quanto à forma correta de descarte dos resíduos;
- Ausência do controle da geração de efluentes líquidos;
- Ausência de dimensionamento da capacidade de gestão da Central de Resíduos.

Vale ressaltar que os aspectos ambientais estão intimamente ligados. Por exemplo, a ausência do controle da geração de efluentes líquidos nos laboratórios dificulta a quantificação da geração total praticada no campus. Consequentemente, essa ausência de dados inviabiliza o dimensionamento satisfatório da Central de Resíduos, no que se refere à infraestrutura física, de logística e de recursos humanos.

Objetivos:

- Despertar a comunidade acadêmica acerca da importância da sustentabilidade nas atividades geradoras de efluentes líquidos;
- Capacitar servidores que atuam diretamente com a geração de efluentes líquidos, seja nos laboratórios ou nos setores administrativos;
- Minimizar a geração de efluentes líquidos no campus;
- Garantir a manutenção das condições exigidas para o lançamento na rede coletora pública de esgotos.

5.6.2 Execução

A execução inclui os processos de implantação e operação dos procedimentos apontados no planejamento.

Nessa etapa, sugere-se a divisão dos esforços para execução das ações em três principais linhas: gestão, administração e educação ambiental, conforme apresentado na Figura 38 e detalhado nos itens que seguem.

Figura 38 – Proposta de execução do gerenciamento de efluentes líquidos - UEM campus sede

GESTÃO DOS EFLUENTES LÍQUIDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta de resíduos químicos • Dimensionamento da capacidade de gestão da Central de Resíduos 	PCU/UEM
	<ul style="list-style-type: none"> • Manual prático dos laboratórios • Informativo - laboratórios 	ASP/UEM
	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhamento da qualidade do efluente final da Universidade 	PCU/UEM Lab. Saneamento Ambiental (DEC/UEM)
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	<ul style="list-style-type: none"> • Campanhas educativas com foco nos efluentes líquidos. • Campanhas voltadas às práticas laboratoriais de limpeza. • Sensibilização de servidores e discentes em segurança e prática laboratoriais 	Comitê Ambiental ASP/UEM
	<ul style="list-style-type: none"> • Inserção de disciplinas aplicadas nos cursos ofertados pela UEM nas temáticas de sustentabilidade • Adequação do currículo das disciplinas experimentais com vistas à reutilização de resíduos e minimização do desperdício. 	PEN/UEM
ADMINISTRAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de proposta de contratação de empresa terceirizada responsável pelos processos externos de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos 	ASP/UEM PAD/UEM PCU/UEM PJU/UEM

Gestão dos efluentes

- Coletas dos resíduos químicos

Responsabilidade: Central de Resíduos (PCU/UEM)

Atuação: Práticas internas de coleta, transporte, identificação, segregação, neutralização, pesagem, encaminhamento para destinação final. Controle e acompanhamento da empresa terceirizada responsável pelos procedimentos externos, como tratamento e destinação destes resíduos.

- Dimensionamento da capacidade de gestão da Central de Resíduos

Responsabilidade: Central de Resíduos (PCU/UEM)

Finalidade: Garantir que a infraestrutura física, de logística e recursos humanos seja suficiente para atender à demanda da Universidade.

- Manual prático dos laboratórios

Responsabilidade: Comitê Ambiental (ASP/UEM)

Finalidade: Promover o senso de responsabilidade dos laboratórios em relação à sua geração.

Conteúdo: Diretrizes para elaboração de um plano de gerenciamento próprio de cada laboratório.

- Informativo – laboratórios

Responsabilidade: Comitê Ambiental (ASP/UEM)

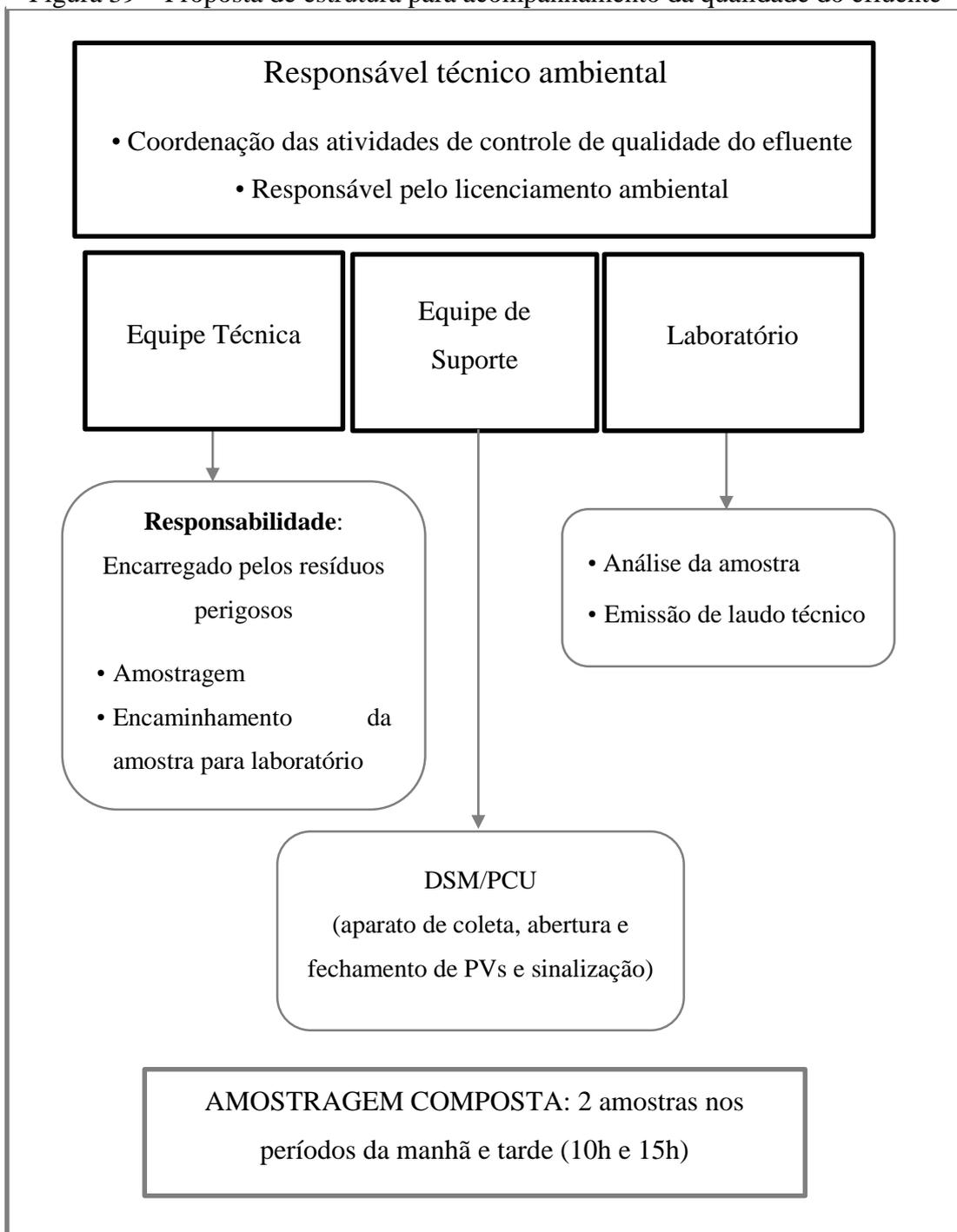
Finalidade: Fornecer informações úteis aos usuários dos laboratórios referentes às práticas de coleta, segregação e descarte de efluentes líquidos.

Conteúdo: Ramais úteis (Central de Resíduos, PCU, Comitê Ambiental); orientações sobre coleta dos resíduos segregados (data, horário e forma de apresentação); modelo para ficha de identificação de reagentes e resíduos; exemplos de compatibilidade química e compostos permitidos no descarte na pia.

- Acompanhamento da qualidade do efluente final da Universidade

Para a execução do acompanhamento, sugere-se a estrutura apresentada na Figura 39.

Figura 39 – Proposta de estrutura para acompanhamento da qualidade do efluente



Educação Ambiental

- Propõe-se a realização de campanhas educativas voltadas às práticas laboratoriais de limpeza

Em vista das altas concentrações de surfactantes encontradas na composição do efluente final da Universidade, essa ação deve se desenvolver em conjunto com a capacitação dos servidores e discentes. As campanhas devem ser de divulgação para a comunidade usuária dos laboratórios, em atividades de ensino ou pesquisa, desenvolvendo-se por meio de cartazes nos locais de utilização dessas substâncias.

Responsabilidade: Comitê Ambiental (ASP/UEM)

Finalidade: Viabilizar a redução da quantidade de substâncias surfactantes utilizadas nas atividades de limpeza e consequente melhoria da qualidade do efluente final.

- Inserção de disciplinas aplicadas nos cursos ofertados pela UEM nas temáticas de sustentabilidade

Primeiramente, propõe-se a realização de reuniões com os diretores de centro e coordenadores de curso (e demais autoridades que se façam necessárias) a fim de identificar os períodos nos quais seriam inseridas tais disciplinas e a maneira que poderiam ser abordadas para abranger as áreas do conhecimento de cada curso em particular.

Responsabilidade: Pró Reitoria de Ensino (PEN), chefes de departamentos e coordenadores de curso.

- Propõe-se a adequação do currículo das disciplinas experimentais com vistas à reutilização de resíduos e minimização do desperdício

Responsabilidade: Pró Reitoria de Ensino (PEN), chefes de departamentos e coordenadores de curso.

Finalidade: substituição de reagentes nocivos ao meio ambiente e a reutilização de resíduos gerados nos experimentos, visando, primeiramente, à responsabilidade ambiental, com consequente redução de efluentes líquidos gerados e de custos com reagentes utilizados.

- Sensibilização de servidores e discentes em segurança e prática laboratoriais

A capacitação dos servidores e discentes está diretamente relacionada à maneira com a qual as atividades são desenvolvidas em seus locais de trabalho; mais especificamente sobre o ambiente laboratorial, ações voltadas à educação ambiental surgem como opções para a disseminação da consciência ambiental e a responsabilidade em relação aos efluentes gerados e ao desperdício.

Responsabilidade: Departamentos, com supervisão do Comitê Ambiental.

Finalidade: Disseminação da premissa da responsabilidade ambiental no tocante aos efluentes gerados nos laboratórios e ao desperdício.

5.6.3 **Verificação**

Diante da finalização da execução, dá-se início à fase de monitoramento. A finalidade dessa etapa é verificar a eficácia dos procedimentos e o cumprimento dos objetivos e metas.

A fim de atestar a eficácia das ações executadas no que se refere ao gerenciamento dos efluentes líquidos, propõe-se o emprego dos seguintes indicadores:

- Geração de efluentes nos laboratórios
- Diminuição da disposição de efluentes para o abrigo temporário
- Qualidade do efluente final da Universidade

5.6.4 **Ação (Análise Crítica)**

Analisados os resultados obtidos, dá-se sequência para a conclusão do ciclo.

O estágio de ação consiste na análise crítica dos resultados obtidos, de forma a corrigir falhas detectadas durante as etapas anteriores ou adequar procedimentos, visando à melhoria contínua do processo de gerenciamento dos efluentes líquidos.

6 CONCLUSÃO

Considerando a necessidade de atender à demanda da administração da Universidade em avançar nas questões de gestão dos efluentes líquidos, realizou-se um diagnóstico da situação atual da geração desses efluentes com vistas à elaboração de uma proposta de planejamento nessa temática.

Os resultados do estudo apontaram problemáticas na estrutura da rede de esgoto da instituição, principalmente no que se refere ao conhecimento da real configuração da rede, como por exemplo a localização dos poços de visita, trajetória e pontos de junção das tubulações das linhas especial e comum. Faz-se necessário um trabalho minucioso de conferência de toda a extensão da rede de esgoto e conseqüente adequação e integração dos mapas, haja vista que a proposta contida neste trabalho foi baseada apenas na inspeção *in loco* dos PVs da linha especial, exclusivamente.

Constatou-se também a ausência de um levantamento atualizado da quantidade exata de laboratórios em funcionamento no campus, dificultando a identificação dos pontos de geração e, posteriormente, o gerenciamento dos resíduos. No entanto, observou-se preocupação por parte de técnicos e docentes no sentido de contribuir com as ações concernentes às questões ambientais, resultando em 139 laboratórios cadastrados, sendo que os dados de 99 deles foram obtidos através dos próprios departamentos.

O efluente final da Universidade apresentou concentrações características de esgoto predominantemente doméstico, com DBO e DQO médias de 270 mg.L⁻¹ e 610 mg O₂.L⁻¹, apesar da série nitrogenada apresentar valores bastante elevados. No que tange à investigação dos geradores em potencial, concluiu-se que a geração de efluentes é difusa pelo campus, não sendo possível apontar fontes poluentes específicas entre os laboratórios.

Diante do contexto, é evidente a necessidade da elaboração e implantação de um plano de gestão de efluentes líquidos para a instituição – iniciando no campus sede e, em seguida, estendido aos demais campi. Essa prática tem a finalidade de garantir as condições de lançamento do efluente na rede pública coletora de esgoto, através da correta segregação e descarte dos resíduos, e possível minimização da geração. Ademais, como a empresa de saneamento permite esse lançamento, a construção de uma estação de tratamento de efluentes no campus se faz dispensável no momento, tendo em vista que a gestão de resíduos poderia garantir o enquadramento do efluente nos padrões exigidos.

No cenário atual, nota-se que a UEM se destaca entre as IEES paranaenses no que se refere às iniciativas que sugerem a preocupação com a questão ambiental, ressaltando a

existência de uma política ambiental já institucionalizada, um comitê ambiental atuante e diversas ações dirigidas à sustentabilidade no campus. No entanto, as práticas relacionadas especificamente à gestão de efluentes líquidos são inexistentes, evidenciando a importância do presente trabalho, uma vez que não há registros de atividades voltadas à elaboração de um planejamento de gestão dos efluentes líquidos.

7 REFERÊNCIAS

AASHE – Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education. Disponível em <<http://www.aashe.org/>>

Albuquerque, A.C.R. de Q. **Avaliação da aplicação do ciclo PDCA na tomada de decisão em processos industriais**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

ALVES, A.R. Responsabilidade ambiental: os benefícios de um sistemas de gestão ambiental (SGA) em instituições de ensino superior (IES). **Revista da Universidade Ibirapuera** v. 13, p. 24-33, jan.- jun. 2017.

AMADO, C.S.; SILVA, M.A.; FRANCO NETTO, F. Estratégias de Desenvolvimento Sustentável: Um Estudo na Universidade Estadual do Centro-Oeste. 2015. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 12., 2015, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2015.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 20 ed., APHA: Washington D.C, USA, 1998.

AQUINO, D.S. **Avaliação ecotoxicológica de esgotos de redes coletoras de um campus universitário e da área urbana da cidade de Viçosa-MG e sua influência na qualidade dos corpos receptores**. 2013. 46 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

AQUINO, S. F. *et al.* **Caracterização dos efluentes produzidos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)**. Universidade Federal de Viçosa: Relatório anual de pesquisa, 1996.

ARAÚJO, J. A. F. de; SALES, R. J. de M.; SOUZA, R. O. de. Risco de eutrofização em reservatórios de regiões semiáridas com uso da teoria dos conjuntos difusos. **Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA)** v.10, n. 1, p. 29-39, Jan/Jun 2013.

ARAÚJO, J. A. F.; SALES, R. J. M.; SOUZA, R. O. Risco de eutrofização em reservatórios de regiões semiáridas com uso da teoria dos conjuntos difusos. **Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA)** v.10, n. 1, p. 29-39, jan-jun 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14000/2004:** Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9800/1987:** Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9896/1993:** Glossário de poluição das águas. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9898/1987:** Prevenção e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

BARIK, S.; PAUL, K.K. Potential reuse of kitchen food waste. **Journal of Environmental Chemical Engineering** v. 5, n. 1, p. 196-204, fev. 2017.

BARSKI, A.A. **Gestão de efluentes e resíduos: estudo de caso em uma produção de metiléster e biocombustível a partir do óleo de soja.** 2008. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara do Oeste, 2008.

BASSANI, F. **Diagnóstico da situação atual do sistema de esgoto no campus I da Universidade de Passo Fundo - RS: Parâmetros Iniciais Para o Projeto de uma Estação de Tratamento Compacta.** 2005. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005.

BERTOLINO, S. M. **Caracterização e tratabilidade dos esgotos produzidos pelo campus da universidade federal de Ouro Preto – MG.** 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

BERTOLINO, S.M.; CARVALHO, C.F.; AQUINO, S.F. Caracterização e biodegradabilidade aeróbia e anaeróbia dos esgotos produzidos em campus universitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 13, n. 3, p. 271-277, jul-set 2008.

BEZERRA, A.H.; MELO, J.L.S.; ARAÚJO, A.L.C. Avaliação do sistema de tratamento de esgotos da universidade federal do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2005.

BOFF, M.L.; ORO, I.M.; BEUREN, I.M. Gestão Ambiental em Instituição de Ensino Superior na visão de seus dirigentes. **Revista de Contabilidade da UFBA** v. 2, n. 1, p. 4-13, jan.- abr. 2008.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, DOU nº 053, 18 de março de 2005. p. 58-63. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, DOU nº 92, 16 de maio de 2011. p. 89. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>

BRULLE, R.J.; ROOTES, C. Environmental Movements. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, 2nd edition, v. 7, p. 763-768, 2015.

BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M.A. *Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2012. 612 p.

CAMACHO-MUÑOZ, D. *et al.* Occurrence of surfactants in wastewater: hourly and seasonal variations in urban and industrial wastewaters from Seville (Southern Spain). **Science of the Total Environment** v. 468–469, p. 977–984, jan 2014.

CARNEIRO, D.A. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino. **Revista Tecer** v. 2, n. 2, mai 2009.

CHAMARRO, M.; MARCO, A.; ESPLUGAS, S. Use of fenton reagent to improve organic chemical biodegradability. **Water Research** v. 35, n. 4, p. 1047-1051, mar 2001.

CHEN, S.; CHENG, Y.; VOORDOUW, G. A comparative study of corrosion of 316L stainless steel in biotic and abiotic sulfide environments. **International Biodeterioration & Biodegradation** v. 120, p. 91-96, mai 2017.

COCCO, P. On the rumors about the silent spring: review of the scientific evidence linking occupational and environmental pesticide exposure to endocrine disruption health effects. **Cad. Saúde Pública** v. 18, n. 2, p. 379-402, Abr 2002.

COSTA, M. *et al.* Biodegradação do surfactante linear alquilbenzeno sulfonato de sódio utilizando fungos filamentosos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 2014, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2014.

COULOMB, B. *et al.* Fast microplate assay for simultaneous determination of thiols and dissolved sulfides in wastewater. **Microchemical Journal** v. 132, p. 205-210, mai. 2017.

COWAN-ELLSBERRY, C. *et al.* Environmental Safety of the Use of Major Surfactant Classes in North America. **Critical Reviews In Environmental Science And Technology** v. 44, n. 17, p.1893-1993, set. 2014.

CURKOVIC, S.; SROUFE, R.; MELNYK, S. Identifying the factors which affect the decision to attain ISO 14000. **Energy** v. 30, n. 8, p. 1387-1407, Jun. 2005.

DASGUPTA, M; YILDIZ, Y. Assessment of Biochemical Oxygen Demand as Indicator of Organic Load in Wastewaters of Morris County, New Jersey, USA. **Journal of Environmental Analytical Toxicology** v. 6, n. 6:378, Jun 2016

DE CONTO, S. M. Gestão de Resíduos em Universidades. **Revista Rosa dos Ventos**, v. 4(I) p. 110-113, 2012.

DIAS, G. F. **Educação e gestão ambiental**. São Paulo: Gaia, 2006. 118 p.

DIONYSIO, R.C.C.; SANTOS, F.C.A. Evolução da informação apoiadora da gestão ambiental: uma análise centrada em seus estágios evolutivos e nos agentes decisórios **Informação & Informação** v.12, n. 2, p. 184-203, 2007.

DISTRITO FEDERAL. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB. Decreto n. 18.328, de 8 de junho de 1997. Do lançamento de efluentes líquidos na rede coletora de esgotos.

DOICHINOVA, V.; VELIZAROVA, E. Reuse of Paper Industry Wastes as Additives in Phytoremediation of Heavy Metals Polluted Substrates from the Spoil Banks of the Kremikovtsi Region, Bulgaria. **Procedia Environmental Sciences** v. 18, p. 731-736, 2013.

DÜPONT, A. e LOBO, E. A. Evaluation of the efficiency of the sewage treatment plant from the University of Santa Cruz do Sul (UNISC), RS, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 2, p. 119-126, 2012.

EAUC – Environmental Association for Universities and Colleges. Disponível em <<http://www.eauc.org.uk>>

EDATHIL, A. A; PAL, P; BANAT, F. Alginate derived porous graphitic carbon for highly efficient remediation of sulfide from wastewater, **Journal of Environmental Chemical** v.5, n.2, p. 1998-2009, abr 2017.

FAGNANI, E.; GUIMARÃES, J. Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. **Journal of Cleaner Production** v. 147, p. 108-118, mar. 2017.

FARIAS, L.A.; FAVARO, D.I.T. Vinte anos de química verde: conquistas e desafios. **Química Nova** v. 34, n. 6, p. 1089-1093, 2011.

FAUSTINO, A. **Contribuição para uma melhoria na gestão de água residuais de campi universitário**. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2008.

FERES, Y.N.; ANTUNES, F.Z. Gestão ambiental em instituições de ensino: programa Ecoeficiência e sistema de gestão ambiental do SENAC São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 9., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2007.

FERNÁNDEZ-SANCHÉZ, G. Education for Sustainable Development in Higher Education: State-of-the-Art, barriers, and challenges. **Higher Learning Research Communications** v. 4, n. 3, p. set. 2014

FIGUERÊDO, D.V. **Manual para gestão de resíduos químicos perigosos de instituições de ensino e de pesquisa**. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química de Minas Gerais, 2006. 364 p.

FINATTO, G.M.; SALA, L.G. Desenvolvimento sustentável em instituições de ensino superior. In: SALÃO DO CONHECIMENTO - JORNADA DE PESQUISA, 10., 2015, Rio Grande do Sul. **Anais...** Rio Grande do Sul, 2015.

FINLAY, J.; SMALL, G.; STERNER, R. Human Influences on Nitrogen Removal in Lakes **Science** v. 342, n. 6155, p. 247-250, out 2013.

FOLADORI, G.; TAKS, J. Um olhar antropológico sobre a questão ambiental. **Mana**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 323-348, out. 2004.

FONSECA, J.C.L. **Manual para gerenciamento de resíduos perigosos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 104 p.

GARCIA, G.; CARDOSO, A. A.; SANTOS, O. A. M. Da escassez ao estresse do planeta: um século de mudanças no ciclo do Nitrogênio. **Química Nova** v. 36, n. 9, p. 1468-1476, 2013.

GARDINGO, M. F. **Tratamento de águas e efluentes contendo surfactantes através do sistema peróxido de hidrogênio/hipoclorito**. 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

GERBASE, A. *et al.* Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova** v. 28, n. 1, p. 3, jan.- fev. 2005.

GOOSEN, M.F.A. Environmental management and sustainable development. **Procedia Engineering** v. 33, p. 6-13, 2012.

GUTERRES, A.M. **Caracterização das fontes de água e da geração de efluentes em uma instituição federal de ensino tecnológico**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

HAN, H.; LU, X.; BURGER, D. *et al.* Nitrogen dynamics at the sediment-water interface in a tropical reservoir. **Ecological Engineering** v. 73, p. 146-153, dez 2014.

HAN, H.J.; LOS, F.J; BURGER, D.F. *et al.* A modelling approach to determine systematic nitrogen transformations in a tropical reservoir. **Ecological Engineering**, v. 94, p. 37-49, set 2016.

HAN, L.; PEI, H.; HU, W. *et al.* Integrated campus sewage treatment and biomass production by *Scenedesmus quadricauda* SDEC⁻¹³. **Bioresource Technology** v. 175, p. 262-268, jan. 2015.

HERA. LAS Linear Alkylbenzene Sulphonate (CAS No. 68411-30-3). Relatório, abr. 2013.

IVANKOVIĆ, T.; HRENOVIĆ, J. Surfactants in the environment. **Arhiv za higijenu rada i toksikologiju** v. 61, n. 1, p. 95-110, 2010.

JABBOUR, C. *et al.* Análise do relacionamento entre estágios evolutivos da gestão ambiental e dimensões de recursos humanos: estado da arte e survey em empresas brasileiras. **Revista de Administração (RAUSP)** v.44, n.4, p.342-364, out. - dez. 2009

JERONIMO, C.E.M. diagnóstico da gestão ambiental em microempresas e empresas de pequeno porte da cidade de Manaus-AM. **Revista do Mestrado em Administração** (Universidade Potiguar) v.6, n.1, p. 71-90, out. 2013 - mar. 2014

JIANG, G.; WIGHTMAN, B.; DONOSE, B. C. *et al.* The role of iron in sulfide induced corrosion of sewer concrete. **Water Research** v. 49, p. 168-174, fev. 2014.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos** 7. ed. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2014. 1050 p.

JOUANNEAU, S. *et al.* Methods for assessing biochemical oxygen demand (BOD): A review. **Water Research** v. 49, p. 62-82, Fev 2014

JULIATTO, D.L.; CALVO, M.J.; CARDOSO, T.E. Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior. **Revista de Gestão Universitária na América Latina (GUAL)** v. 4, n. 3, p. 170-193, set.- dez. 2011.

KAUARK, F.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C.H. **Metodologia da pesquisa: Guia Prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010. 88p.

KHAN, M.Z.H. Environmental management system of textile industry in Bangladesh: Constraint and remediation. 2016. Tese. (Doutorado em Filosofia) – International Culture University, Dhaka, 2016.

KRAEMER, M.E. Contabilidade Ambiental: o Passaporte para a Competitividade **CRCSC& Você** v. 1, n. 1, p.25-40, dez 2001-mar 2002.

LILIANTIS, T. B.; MANCUSO, P. C. S. A geração de maus odores na rede coletora de esgotos do município de Pereira Barreto: um problema de saúde pública. **Saúde e Sociedade** v. 12, n. 2, p. 86-93, jul-dez, 2003.

LIMA, A.C.P.; GOLEMBIEWSKI, C. Agenda Ambiental na UNICENTRO: um estudo da qualidade de vida no trabalho a partir do método Kruger. **Revista Brasileira de Tecnologias Sociais**, v. 2, n. 1, 2015.

LIU, Y.; BING-JIE, N.; RAMON, G.E. *et al.* Sulfide and methane production in sewer sediments **Water Research** v. 70, p. 150-159, Mar 2015.

LOHWACHARIN, J.; ANNACHHATRE, A. P. Biological sulfide oxidation in an airlift bioreactor. **Bioresource Technology** v. 101, n. 7, p.2114-2120, abr 2010.

LÓPEZ-GAMERO, M.D.; MOLINA-AZORÍN, J.F. Environmental Management and Firm Competitiveness: The Joint Analysis of External and Internal Elements. **Long Range Planning Journal** v.49, n.6, p.746-763, dez. 2016.

LOZANO, M.; VALLÉS, J. An analysis of the implementation of an environmental management system in a local public administration **Journal of Environmental Management** v. 82, n. 4, p. 495-511, mar. 2007.

LOZANO, R. *et al.* A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: results from a worldwide survey. **Journal of Cleaner Production** v. 108, p. 1-18, dez. 2015.

LWIN, C. M.; MURAKAMI, M.; HASHIMOTO, S. The implications of allocation scenarios for global phosphorus flow from agriculture and wastewater **Resources, Conservation and Recycling** v. 122, p. 94-105, Jan 2017

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 18. ed. São Paulo: Malheiros, 2010.

MACHADO, R.E. *et al.* Práticas de Gestão Ambiental em Universidades Brasileiras. **Revista de Gestão Social e Ambiental (RGSA)** v.7, n. 3, p. 37-51, out. – dez. 2013.

MAIA, *et al.* Terminologia aplicada à produção científica sobre gestão ambiental: diretrizes à elaboração de um microtesauro. **Perspectivas em Ciência da Informação** v.22, n.1, p. 80-99, jan.-mar. 2017

MARIN, C.; PEDRELLI, T.; FEIJÓ, J. *et al.* Identificação das ligações prediais de esgoto irregulares ou clandestinas no município de Itapema (SC). **Revista DAE** v. 64, p. 6-19, mai-ago. 2016.

MARINHO, C.C.; BOZELLI, R.L.; ESTEVES, F.A. Gerenciamento de resíduos químicos em um laboratório de ensino e pesquisa: a experiência do laboratório de limnologia da UFRJ **Eclética Química** v. 36, n. 2, p. 85-104, 2011.

MATICK, J.S. **Desenvolvimento Econômico e a compatibilidade com a preservação ambiental**. 2008. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Marília, Marília, 2008.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O.A. Introdução à Gestão Ambiental de Resíduos. **Informa** v. 16, n. 11¹2, 2004.

MINAS GERAIS (Estado). Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais – ARSAE/MG. Resolução n. 15, de 24 de janeiro de 2012. Homologa a Norma Técnica T.187/4 – Lançamento de Efluentes não Domésticos no Sistema de Esgotamento Sanitário da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, Minas Gerais.

MINAS GERAIS (Estado). Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA. Norma técnica n. T.187/5, de 15 de abril de 2014. Lançamento de efluentes líquidos não domésticos no sistema de esgotamento sanitário da COPASA.

MISHRA, M.; MUTHUPRASANNA, P.; PRABHA, K. *et al.* Basics and potential applications of surfactants - A Review. **International Journal of PharmTech Research** v.1, n. 4, p. 1354-1365, out/dez 2009.

MOL, A.P.J. The environmental movement in an era of ecological modernisation **Geoforum** v. 31, n. 1, p.45-56, fev 2000.

MORITA, D.; SANTANA, J. Comparação entre o método do azul de metileno e cromatografia líquida de alta pressão (HPLC) para determinação das concentrações de surfactantes aniônicos em esgotos sanitários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2005.

MOURA, L.A.A. **Qualidade e Gestão Ambiental** 4. ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2004. 416 p.

NARDY, M.; CUNHA, M.E.G.; BICHARA, J. *et al.* Análise de processos em uma instituição de ensino superior visando a implantação de um sistema de gestão ambiental **Revista de Ciências Gerenciais**, v. 14, n. 19, 2010.

NASCIMENTO, E.S.; TENUTA FILHO, A. Chemical waste risk reduction and environmental impact generated by laboratory activities in research and teaching institutions. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences (BJPS)** v. 46, n.2, p. 187-198, abr.- jun. 2010.

NASCIMENTO, L. F. **Gestão ambiental e sustentabilidade**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2012. 148p., 2012.

NAVAL, L.P.; COUTO, T.C. Remoção de nitrogênio amoniacal em efluentes de sistemas anaeróbios In: AIDIS; Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Asunción, 2005, p. 1-5, mai 2005.

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. Biossurfactantes: propriedades e aplicações. **Química Nova** v. 25, n. 25, p. 772-776, 2002.

NOLASCO, F.R.; TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. **Engenharia Sanitária e Ambiental** v. 11, n. 2, p. 118-124, abr.- jun. 2006.

OLIVEIRA, F.J.S.; SANTANA, D.S.; COSTA, S.S.B. *et al.* Generation, characterization and reuse of solid wastes from a biodiesel production plant **Waste Management** v. 61, p. 87-95, mar. 2017.

OLIVEIRA, J.A.; OLIVEIRA, O.J.; OMETTO, A.R. *et al.* Environmental Management System ISO 14001 factors for promoting the adoption of Cleaner Production Practices **Journal of Cleaner Production** v. 133, p. 1384-1394, out. 2016.

OTERO, G.G.P. **Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: Práticas dos campi da Universidade de São Paulo**. 2010. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PARANÁ (Estado) Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – SETI. Cursos ofertados. Disponível em <http://www.seti.pr.gov.br/arquivos/File/MAPA_2017.pdf>

PRASHAR, A. Adopting PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle for energy optimization in energy-intensive SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 145, n. 1, mar 2017, p. 277-293.

PEDRO FILHO, F.; MADEIRA, M. J. A.; ARENHARDT, V. *et al.* Aplicação do ciclo PDCA na gestão da qualidade da produção. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.11, n.2, p.17-30.

PEIXOTO, F.S.; LIMA, B.G.; BARROS, A.R.N. *et al.* Importância da Caracterização de Esgotos Gerados em Instituições de Ensino – Estudo de Caso – IFCE, Campus Limoeiro do Norte. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Tocantins. **Anais...** Tocantins, 2012.

PENTEADO, J.; EL SEOUD, O; CARVALHO, L. Alquilbenzeno sulfonato linear: uma abordagem ambiental e analítica. **Química Nova** v. 29 n. 5, p. 1038-1046. 2006

PEREIRA, H. S. **Estudo da caracterização do efluente do campus universitário capão do leão e possibilidade de reúso**. 2014. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

PIKAAR, I.; ROZENDAL, R.A.; YUAN, Z. *et al.* Electrochemical sulfide oxidation from domestic wastewater using mixed metal-coated titanium electrodes. **Water Research** v. 45, n.17, p. 5381-5388, nov. 2011.

PINA, M.A.G. **Caracterização das águas residuais produzidas no campus universitário da FCT/UNL**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente, perfil de Engenharia Sanitária) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.

PIRSAHEB, M.; KHAMUTIAN, R.; KHODADADIAN, M. A. comparison between extended aeration sludge and conventional activated sludge treatment for removal of linear alkylbenzene sulfonates (case study: Kermanshah and Paveh WWTP). **Desalination and Water Treatment** v. 52, p. 4673-4680, jul 2014.

PIVELI, R.P.; KATO, M.T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2006. 285 p. Disponível em <http://www.pha.poli.usp.br/default.aspx?id=53&link_uc=disciplina>

POTRICH, L. **Proposta de um modelo de avaliação de proatividade em gestão ambiental**. 2017. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

QUEIROZ, M.T.A.; LIMA, L.R.P.; ALVIM, L.B. *et al.* Gestão de resíduos na indústria têxtil e sua relação com a qualidade da água: estudo de caso. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering** v. 8, n.15, p. 114-135, nov. 2016.

QUEVEDO, C. M. G; PAGANINI, W. S. Impactos das atividades humanas sobre a dinâmica do fósforo no meio ambiente e seus reflexos na saúde pública. **Ciência & Saúde Coletiva** v. 16, n. 8, p. 3529-3539, Ago 2011.

QUINTAS, J. S. Introdução à gestão ambiental. Brasília: IBAMA, 2006

RATTOVA, D.F. **Análise do desempenho da estação de tratamento de efluentes do Campus I da Universidade de Passo Fundo**. 2012. Dissertação. (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2012.

RAUEN, T.R.S.; LEZANA, A.G.R.; SILVA, V.da. Environmentalmanagement: an overview in higher education institutions. **Procedia Manufacturing** v. 3, n., 3, p. 3682-3688, 2015.

ROHRICH, S.; CUNHA, J. A proposição de uma taxonomia para análise da gestão ambiental no Brasil **Revista de Administração Contemporânea** v. 8, n. 4, p. 81-97, out-dez 2004.

ROLIM, H. O.; CHAVES, J. R.; NUNES, A. B. *et al.* Qualidade dos efluentes de sistemas de tratamento biológico UASB e UCT para reúso agrícola. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente** v. 9, n. 4, p. 393-414, abr-jun, 2016.

ROSA, P.D.; BOTELHO, M.L. *et al.* Estado da arte de práticas e modelos sustentáveis das Universidades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2015.

SÁEZ-PLAZA, P; MICHAŁOWSKI, T; NAVAS, M.J. *et al.* An Overview of the Kjeldahl Method of Nitrogen Determination. Part I. Early History, Chemistry of the Procedure, and

Titrimetric Finish **Critical Reviews in Analytical Chemistry** v.43, n.4, p. 178-223, out 2013.

SALGADO, M. F.; CANTARINO, A. A. O papel das instituições de ensino superior na formação socioambiental dos futuros profissionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABEPRO, 2006.

SALGADO, M.F. **Desenvolvimento de programa de gestão ambiental para instituições de ensino superior. Estudo de caso: Instituto Esperança de Ensino Superior – IESPES.** 2006. 144 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

SANCHÉZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e métodos** 2.ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013 (2. ed. digital, 2015). 583 p.

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. Informação obtida por meio eletrônico. [online] Mensagem recebida pela companhia em 30 de setembro de 2016.

SANTA CATARINA (Estado). Serviço Intermunicipal de Água e Esgoto de Capinzal e Ouro/SC - SIMAE. Instrução normativa n. 3, de 25 de agosto de 2014. Estabelece critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais na rede coletora pública de esgoto sanitário.

SANTOS, M.C. **Desenvolvimento Sustentável: interpretações crítico-científicas.** 2011. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Análise e Educação Ambiental em Ciências da Terra) – Universidade Estadual de Londrina, 2011.

SANTOS, S. *et al.* Efeito da aplicação de resíduos urbanos e industriais na cultura da aveia preta cultivada em Latossolo vermelho em sistema plantio direto. **Revista de Agricultura Neotropical** v. 2, n. 1, p. 66-75, jan.-mar. 2015.

SÃO PAULO (Estado) Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. Decreto n. 8.468, de 8 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei n. 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo: Significado ambiental e sanitário**

das variáveis de qualidade das águas dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem. São Paulo: CETESB, 2009. 43p. (Série Relatórios)

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão [*et al.*]. São Paulo: CETESB; Brasília; ANA, 2011. 326 p.

SARAMENTO, E. *et al.* Gestão de resíduos químicos em instituições de ensino superior: melhores práticas e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., Porto Alegre, 2015. **Anais...** Porto Alegre: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2015.

SARTOR, M.J. **Políticas de gerenciamento de resíduos nas Universidades Estaduais Públicas Paranaenses.** 2010. 128 f. Dissertação (Mestrado em Economia Regional) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

SCHNEIDER, V.T. **Gerenciamento de resíduos no Centro Universitário UNIVATES.** 2014. 44 p. Monografia (Estágio Supervisionado do curso técnico em Química) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

SCHNEIDER, V. *et al.* A gestão ambiental de resíduos químicos na Universidade de Caxias do Sul. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 3., Bento Gonçalves, 2012. **Anais...** Bento Gonçalves, 2012.

SERPA, R.R. Gerenciamento de riscos ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente** [S.I.], v. 5, jun. 2002.

SEVERE, E.A.; GUIMARÃES, J.C.; DORION, E.C.H. Cleaner production and environmental management as sustainable product innovation antecedents: A survey in Brazilian industries **Journal of Cleaner Production** v. 142, p. 87-97, jan. 2017.

SILVA, A.A. *et al.* Gestão Ambiental e Universidade: o estudo de caso do programa Metodista Sustentável. **Desenvolvimento em Questão** v., 13, n. 32, p. 146-177, out.- dez. 2015.

SILVA, A.A. **Sustentabilidade ambiental nas universidades estaduais do estado do Paraná**. 2016. 89 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Comunitário) – Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, 2016.

SILVA, A.S.; MEDEIROS, C.F.; VIEIRA, R.K. Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. **Journal of Cleaner Production** v. 150, n. 1, p. 324-339, mai 2017.

SMITH, K.R. *et al.* Energy and Human Health. **Annual Review of Public Health** v. 34, p.159-188, jan. 2013.

SOUZA, M.C.; VARGAS, A.; SAUERESSIG, G. *et al.* Análise das práticas de reuso de água residual: estudo de casos em lavanderias industriais **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** v. 20, n. 1, p. 497-514 jan-abr. 2016.

SOUZA, S.R.; KROENKE, A. Práticas de Gestão Ambiental no tratamento de Efluentes e Resíduos: Estudo de caso em uma empresa de Tecnologias Ambientais In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6., 2016, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, 2016.

SUN, Y.; CHEN, Z.; WU, G. *et al.* Characteristics of water quality of municipal wastewater treatment plants in China: implications for resources utilization and management. **Journal of Cleaner Production** v. 131, n. 10, p. 1-9, set 2016.

TARHAN, B.; TARHAN, M.; AYDIN, T. Reusing sanitaryware waste products in glazed porcelain tile production. **Ceramics International** v.43, n.3, p. 3107-3112, fev. 2017.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L.L A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão e Produção** v. 13, n. 3, p. 503-515, set-dez. 2006.

TAYRA, F. A crise ambiental e o papel das novas tecnologias da informação: além do domínio da técnica. **Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona**. Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, v. 8, n. 170(41)

TINOCO, J.; ROBLES, L. A contabilidade da gestão ambiental e sua dimensão para a transparência empresarial: estudo de caso de quatro empresas brasileiras com atuação global. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.40, p.1077-1096, nov. - dez. 2006

TINOCO, J.E.P.; KRAEMER, M.E.P. **Contabilidade e gestão ambiental**. São Paulo: Atlas, 2004. 303 p.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS. Disponível em <<http://www.unisinos.br/institucional/meio-ambiente/apresentacao>>

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA. UEL em dados, 2016. Disponível em <http://www.uel.br/proplan/portal/pages/arquivos/uel_em_dados/FOLDER_UEL_EM_DA_DOS_2016.pdf>

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ – UEM. Assessoria de Planejamento. Coordenadoria de Planos e Informações. Base de dados 2016: ano base 2015 / coordenação geral Rogério de Leon Pereira; equipe de elaboração e revisão Alice Eiko Murakami, Beatriz Brandão Assis Gonzales, Wilkerson Williams Clebis, Leandro Flores da Silva. — Maringá, PR: UEM/ASP, 2016. 102 p.

Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, DOU n° 92, 16 de maio de 2011. p. 89. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (UEM). Resolução n. 020/2013 de 27 de maio de 2013 do Conselho Universitário – COU. Institui a Política Ambiental da Universidade Estadual de Maringá. UEM, 2013, p.4.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - UEPG. Disponível em <<http://www3.uepg.br/crrq/>> e <<http://www3.uepg.br>>

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ – UNESPAR. Relatório de Atividades Acadêmicas e Administrativas do exercício de junho de 2015 a junho de 2016, apresentado para apreciação do Conselho Estadual de Educação (CEE) para conhecimento das ações

desenvolvidas pela UNESPAR no período 2015-2016, conforme estabelecido no Parecer 56/13-CEE.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP. Gerenciamento de Resíduos Químicos: Normas gerais - revisão 2002. IQ/UNESP Araraquara: [s.n.], 2002. 19 p. Disponível em: <<http://www.iq.unesp.br/Home/normas-residuos.pdf>>

FRACÁCIO, R.; GONÇALVES, L.B. Normas básicas para gerenciamento de resíduos químicos. Comissão de Resíduos e Ética Ambiental – UNESP Sorocaba: 2016. Disponível em <<http://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/folder-gerenciamento-residuos-quimicos.pdf>>

VAZ, C.R. *et al.* Sistema de Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: uma revisão. **Gestão de Produção, Operações e Sistemas (GEPROS)** v. 5, n. 3, p. 45-58, jul.-set. 2010.

VIANNA, M. T. G.; MARQUES, M.; BERTOLINO, L.C. Sun coral poder as absorbent: Evaluation of phosphorus removal in synthetic and real eastewater. **Ecological Engineering** v. 97, p. 13-22, dez 2016.

VIEIRA, S.A. Césio-¹³⁷, um drama recontado. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 217-236, 2013.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos** 4. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 2014. 470 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1).

WANG, W.; DING, Y.; WANG, Y. *et al.* Treatment of rich ammonia nitrogen wastewater with polyvinyl alcohol immobilized nitrifier biofortified constructed wetlands. **Ecological Engineering**, v. 94, p. 7⁻¹, set 2016.

WARKEN, I.L.M.; HENN, V.J.; ROSA, F.S. Gestão da sustentabilidade: um estudo sobre o nível de sustentabilidade socioambiental de uma instituição federal de ensino superior. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade** v. 4, n. 3, p. 147⁻¹66, set. – dez. 2014.

WIBBERTMANN, A.; MANGELSDORF, I.; GAMON, K. *et al.* Toxicological properties and risk assessment of the anionic surfactants category: alkyl sulfates, primary alkane

sulfonates, and α -olefin sulfonates. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v. 74, n. 5, p. 1089–1106, July 2011.

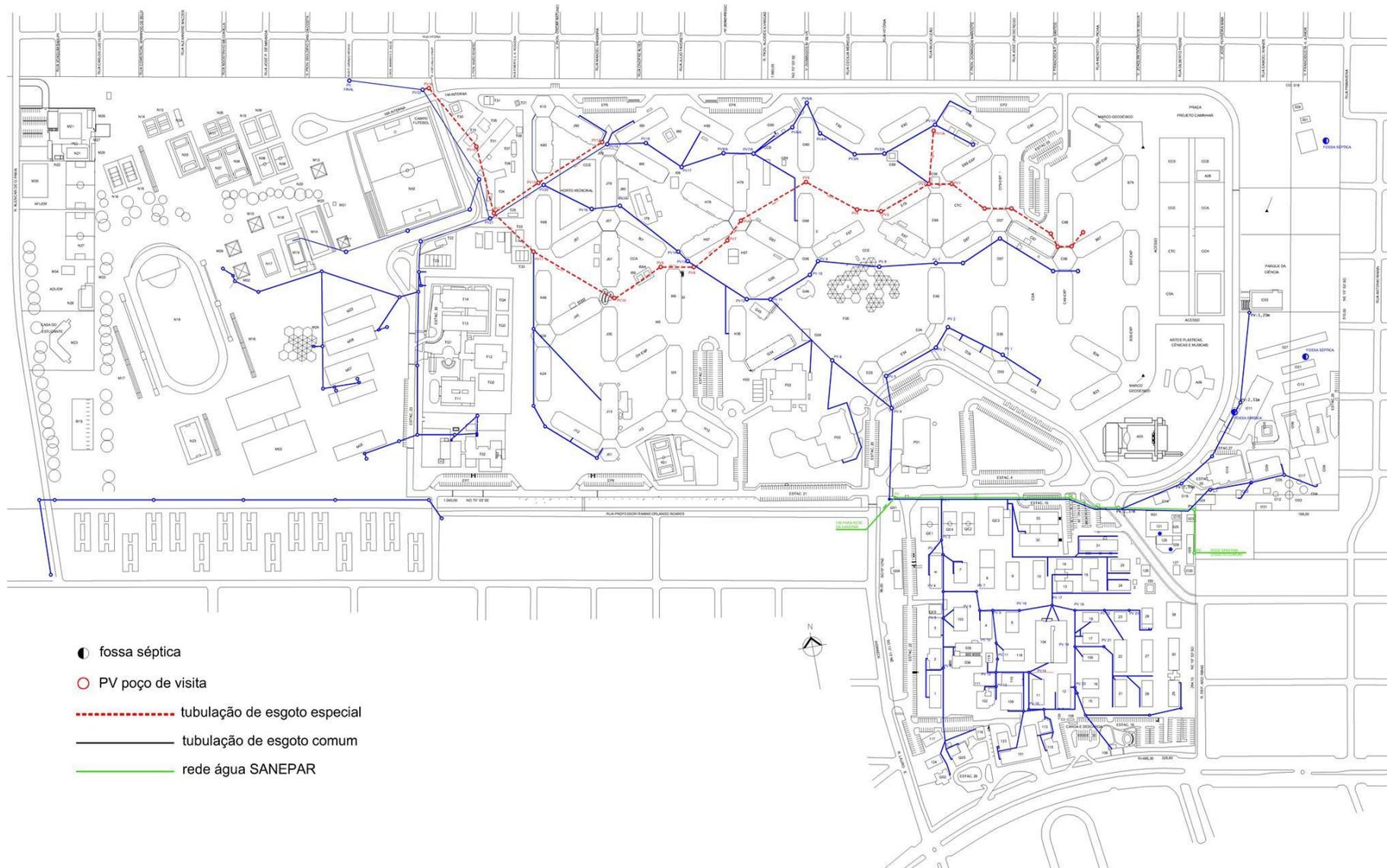
YEKTA, S.S. *et al.* Importance of sulfide interaction with iron as regulator of the microbial community in biogas reactors and its effect on methanogenesis, volatile fatty acids turnover, and syntrophic long-chain fatty acids degradation. **Journal of Bioscience and Bioengineering** v. 123, n. 5, p. 597-605, 2017.

ZHANG, A.; LI, M.; LV, P. *et al.* Disposal and Reuse of Drilling Solid Waste from a Massive Gas Field. **Procedia Environmental Sciences** v. 31, p. 577-581, 2016.

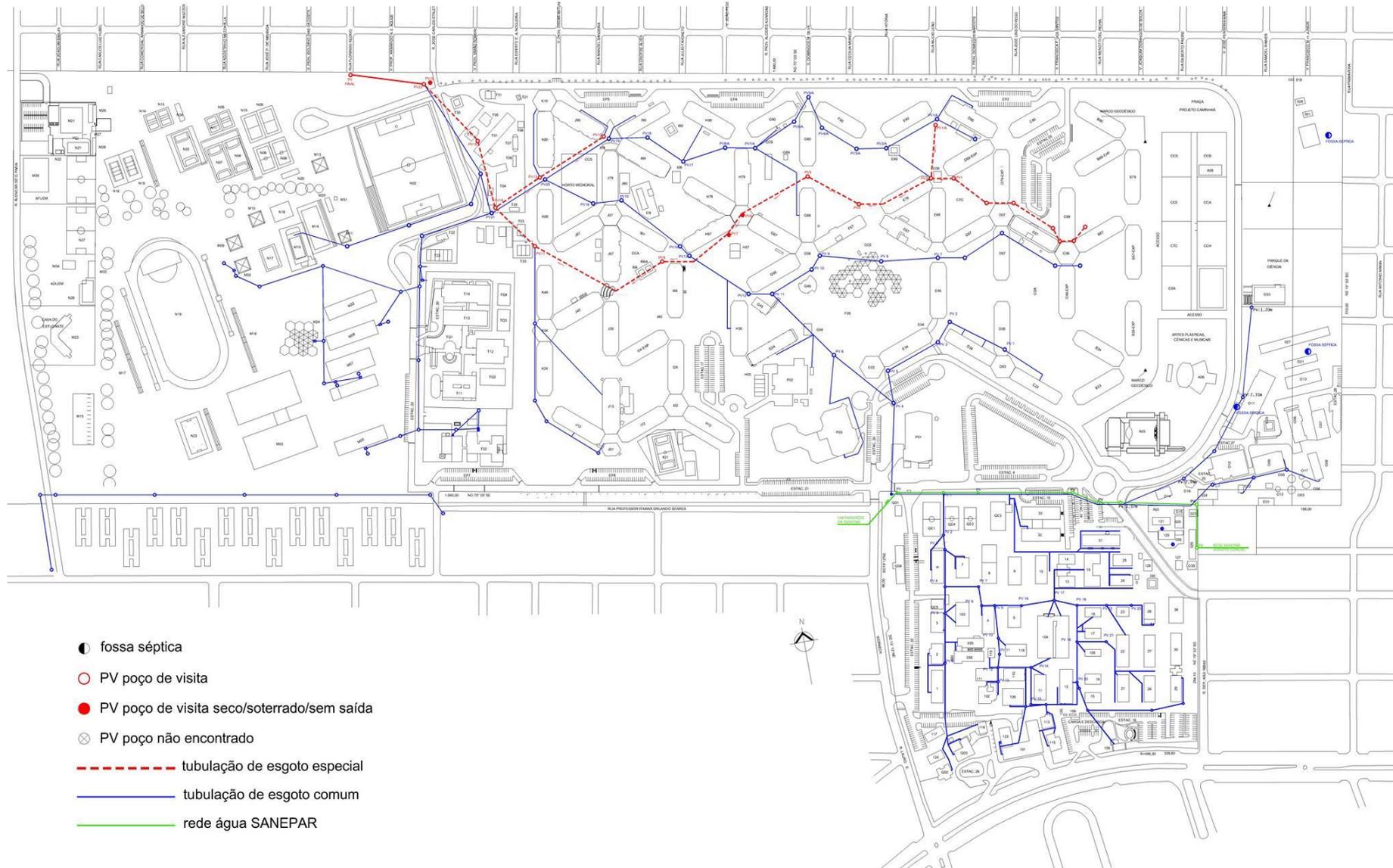
ZHOU, K. *et al.* Phosphorus recovery from municipal and fertilizer wastewater: China's potential and perspective. **Journal of Environmental Sciences** v. 52, p. 151-159, fev. 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Mapa da Rede de Esgoto - campus sede UEM



APÊNDICE B – Mapa da Rede de Esgoto Modificado



APÊNDICE C – Lista dos Laboratórios

(Continua)

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE						
Departamento		Bloco	Sala	Laboratório	Responsáveis	Ramal
DAB	Departamento de Análises Clínicas e Biomedicina	I90	04	Citologia Clínica	Profa. Vânia Ramos Sela da Silva	4795
			06			
		J90	01	Parasitologia Clínica	Eneide Aparecida Sabiaini Venazzi	4796
			02	Imunologia Clínica	Profa. Thaís Gomes Verzignassi Silveira	4878
			11			
			07	Hematologia Clínica	Maria de Fátima A. T. E. Araujo	4760
		T20	09	Bioquímica Clínica	Profa. Marcia Rosangela Neves de Oliveira	4801
			203	Micologia Médica	Profa. Erika Seki Kioshima Cotica	4810
			205	Microbiologia de Alimentos	Profa. Jane Martha Graton Mikcha	4813
			209	Bacteriologia Médica	Profa. Regiane Bertin de Lima Scodro	5376
			213			
			216			
301	Virologia	Prof. Dennis Armando Bertolini	5394			
DBS	Departamento de Ciências Básicas da Saúde	B08	03	Inovação Tecnológica no Desenvolvimento de Fármacos e Cosméticos	Tânia Ueda Nakamura	5014
			114	Microbiologia Básica	Prof. Dra. Maria Cristina Bronharo Tognim	4952
		I90	01	Patologia Geral	Prof. Dra. Alice Maria de Souza Kaneshima	4823
			02			
			02A			
			22	Parasitologia	Prof. Max Jean	4918
			102	Toxicologia	Prof. Dra. Simone Ap ^a Galerani Mossini	4565
		310	Microbiologia da Água, Ambiente e Alimentos	Benício Alves de Abreu Filho	4955	
T20	109	Imunologia/Imunogenética	Prof. Dr. Ricardo Alberto Moliterno	5391		

(Continua)

DEF	Departamento de Educação Física	M05	48	Biomecânica e Comportamento Motor (LABICOM)	Pedro Paulo Depra / Priscila Garcia Marques	5027
DEN	Departamento de Enfermagem	01	01	Ensino Prático da Enfermagem (LEPEN)	Enfermeira Elia A. Quirino Santos	4515
			02			
DFA	Departamento de Farmácia	K68	201	Controle de Qualidade Microbiológico / Enzimologia e Tecnologia das Fermentações	Prof. Dra. Márcia Portilho / Kaciele Cristina da Costa Eing	5163
			K80	22	Pesquisa e Desenvolvimento de Sistemas de Liberação de Fármacos (LabSLIF)	Prof. Dr. Marcos Luciano Bruschi
		P02		Ensino - disciplina Controle de Qualidade Físico-Químico	Prof. Edeilza Gomes Brescansin	4113
			01	Bromatologia e Nutracêuticos	Luciana Numata Koga	4496
			03	Biotecnologia Enzimática	Graciette Matioli	3868
DFT	Departamento de Farmacologia e Terapêutica	K68	101	Investigação em Diabetes e Obesidades	Prof. Dr. Roberto Barbosa Bazotte / Carlos Eduardo de Oliveira	4842
			104	Isquemia Cerebral e Neuroproteção	Profa. Dra. Rúbia Maria W. de Oliveira Prof. Dr. Humberto Milani	5165
DOD	Departamento de Odontologia	S08		Clínica A	Prof. Dr. Eduardo Kurihara	9060
				Clínica B		9061
				Clínica C		9062
				CEO	Prof. Dr. Ângelo José Pavan	9050
				Radiologia	Prof. Dra. Mariliani Chicarelli da Silva	9086
				Urgência	Prof. Dr. Eduardo Kurihara	9059
		Anexo ao S08		Prótese	Prof. Dr. Sérgio Sábio	9050

(Continua)

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS						
DAG	Departamento de Agronomia	2	13	Microbiologia Agrícola e Fitopatologia	Claudia Regina Dias Arieira	9431
		I78	1	Caracterização e Reciclagem de Resíduos (LCRR) e Química e Mineralogia do Solo (LQMS)	Antonio Carlos Saraiva da Costa	4727
			2			
			3			
		J35	101-106	Fitopatologia	Dauri José Tessmann	3898
			112	Entomologia	Fernando Alves de Albuquerque/ Maria Marcelina Millan Rupp	8949
			209	Tecnologia de Transformação e Conservação de Produtos Agropecuários	Prof. Dra. Paula Toshimi Matumoto Pinto	8946
		J57	01	Física do Solo	Prof. Cassio A. Tormena	1358
T33	04	Biotecnologia Vegetal	Eliezer Rodrigues Souto	3892		
DZO	Departamento de Zootecnia	J57	12	Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA)	Prof. Dr. Leandro Dalcin Castilha	3788
			008	Profilaxia, Parasitologia e Reprodução Animal	Prof. Dr. Gentil Vanini de Moraes	8922
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS						
DBI	Departamento de Biologia	G8080	101	Fisiologia Vegetal	Lindamir Pastorini	5314
			103	Fisiologia Vegetal	Werner Camargos Antunes	5290
			106	Anatomia Vegetal	Marcela Thadeo	5314
			108			
			110	Anatomia Vegetal	Luiz Antonio Souza	4726
			114	Sistemática Vegetal	Marcela Thadeo	5314
			116			
			115	Fisiologia Vegetal	Marcela Thadeo	5314
			117			
			208	Prática de Ensino	Fúlvia Eloá Maricato	4707

(Continua)

DBI	Departamento de Biologia	H78	09	Zoologia	Roger Paulo Mormul	4671
			13			
			20			
		T10		Aquicultura	Nupélia	4461
DBC	Departamento de Biotecnologia, Genética e Biologia Celular	B36		Organização Funcional do Núcleo (LORF)	Maria Aparecida Fernandez	5398 5128
		H67	7A	Controle Biológico, Morfologia e Citogenética de Insetos	Prof. Dr. Helio Conte Prof. Dra. Satiko Nanya	4466
DBQ	Departamento de Bioquímica	G80	207 A	Ensino	Ms. Carla Cristina Arroiteia	5269
			207 B			
			219			
		I89	001	Metabolismo Hepático e Radioisótopos - LMH	Prof. Dr. Jurandir Fernando Comar / Prof. Dra. Anacharis Babeto de Sá Nakanishi / Prof. Dra. Livia Bracht	4711
			003	Oxidações Biológicas	Prof. Dra Emy Luiza Ishii Iwamoto / Prof. Rodrigo Polimeni Constantin	4896 4712
			003B	Esteatose Experimental	Prof. Dra Jorgete Constantin	4896
			005	Bioquímica e Fisiologia de Microorganismos	Prof. Dra. Rosane Marina Peralta / Prof. Dra. Cristina Giatti Marques de Souza	4515
			007			
			009	Bioquímica de Plantas - BIOPLAN	Prof. Dr. Osvaldo Ferrarese Filho / Prof. Dr. Rogério Marchiosi / Prof. Dr. Wanderlei Dantas dos Santos	4717
			011A	Ensino	Téc. Isabella Stuani Trevisi/ Odair Jose Lopes Baratella	4716
			011B			
012	Metabolismo Hepático e Radioisótopos - LMH	Prof. Dr. Jurandir Fernando Comar / Prof. Dra. Anacharis Babeto de Sá Nakanishi / Prof. Dra. Livia Bracht	4711			
013	Bioquímica Molecular	Prof. Dra Ione Parra Barbosa Tessmann/ Prof. Dr. Marco Aurelio Shuler de Oliveira	4808			

(Continua)

DBQ	Departamento de Bioquímica	I89	015	Controle do Ciclo Celular e Diferenciação em Microorganismos	Prof. Dr. Luiz Carlos Correa	4719
		P02	01	Núcleo de Estudos em Produtos Naturais - NEPRON	Prof Dr. Sílvio Cláudio da Costa	4397
DCM	Departamento de Ciências Morfológicas	H79	25	Anatomia Humana	Marcelo / Liana	4695
			101	Histologia	Maria dos Anjos / Maria Angela	4704
			103			
DCF	Departamento de Ciências Fisiológicas	H79	107	Fisiologia do Exercício	Dra. Solange Maria Franzói de Moraes	3895
			112	Pesquisa em Fisiologia	Dra. Maria Montserrat Diaz Pedrosa	4698
			114b	Pesquisa com Animais Acordados	Dra. Márcia do Nascimento Brito	4703
			116	Ensino	Dra. Maria Montserrat Diaz Pedrosa	4698
			118	Ensino	Dra. Maria Montserrat Diaz Pedrosa	4698
			121	Biotério	Dra. Vilma Aparecida Ferreira da Godoi	4698
NUPÉLIA	Núcleo de Pesquisa em Limniologia, Ictiologia e Aquicultura	G80	5	Coleção Ictiológica	Carla Simone Pavanelli	4632
			012	Ictioplâncton	Andréa Bialezki	4640
				Vegetação Ripária	Kazue Kawakita	5240
		G90	11	Ictioparasitologia	Ricardo Massato Takemoto	4642
			16	Genética dos Peixes	Sônia Maria Alves Pinto Prioli / Alessandra Valéria de Oliveira	4635
			22	Ictiologia	Harumi I. Suzuki / Rosemara Fugi	4638
		H78	05	Ecologia Energética	Prof. Dr. Evanilde Benedito	4677
		H90	16	Zoobentos	Roger Paulo Mormul	4615
			18	Limnologia Básica	Sue Ellen do Amaral Gomes	4616 4620
23	Fitoplâncton		Susicley Jati	4619		

(Continua)

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS						
DQI	Departamento de Química	14	02	Fábrica Indústria Piloto de Detergentes e Materiais de Limpeza	Noboru Hioka	4329
		15	02	Laboratório de Química de Materiais e Sensores (LMSEN)	Emerson M. Giroto / Eduardo Radovanovic / Andrelson W. Rinald / Sílvia L. Fávaro	5280
			04			
			06			
			08			
		16	08	Núcleo de Pesquisas em Sistemas Fotodinâmicos	Noboru Hioka	5153
		17	01	Análises Físico-químicas de águas e alimentos	Prof. Jesuí V. Visentainer	4389
			02	Alimentos	Prof. Jesuí V. Visentainer	3661
		18	05	Pesquisa em Alimentos	Prof. Jesuí V. Visentainer	3663
		23	03	Grupo de materiais poliméricos e compósitos (GMPC)	Adley e Marcos	3687
			04			
		26	04	Grupo de pesquisa em síntese aplicada (GPS/NT)	Emerson Marcelo Giroto	
			05	Química de produtos naturais e síntese orgânica	Armando Mateus Pomini	3671
		31	03	Bioquímica de alimentos	Edmar	5658
			05			
			02	Síntese e produtos naturais do departamento de química	Maria Helena Sarragiotto / Débora Cristina Baldoqui	4337
04						
E78	01	Ensino	Neide Maria Michellan	5331		
	02					
	03					
	05	Graduação	Frimmel	5238		
	08	Ensino - PET	Vagner Roberto de Souza	5292		
					10	
	101	Graduação – Análise Instrumental	Edison Marques dos Reis	5239		
105	Graduação – Química Geral	Raul Ribeiro da Silva Filho	4451			

(Continua)

DQI	Departamento de Química	E78	108	Graduação – Química Analítica	Ariovaldo Cruz Martins Junior	3660
			112			
			113			
			114			
			115			
			117			
			201	Graduação – Físico-Química	Anita	3667
			202	Graduação – Química Inorgânica	Rosana	3672
			207	Graduação – Química Orgânica	Silvia Naves de Souza	3652
215						
CENTRO DE TECNOLOGIA						
DEC	Departamento de Engenharia Civil	12		Qualidade da Água e Contaminação de Poluição (Saneamento Ambiental)	Sandro R. Laustenchlager / Paulo F. Soares	4417 4442
			006	Análise de efluentes industriais e domésticos		
			006B	Análises Físico-Químicas de Água		
			012	Análise Microbiológica de Água		
DAU	Departamento de Arquitetura e Urbanismo	9	7	Modelos e Maquetes (Maquetaria)	Prof. Dr. Mauricio Hidemi Azuma	5192
			10	Conforto Ambiental e Ergonomia (LACAE)	Prof. Dr. Igor José Botelho Valques	4553
			10A			
		32	1	Informática Aplicada à Arquitetura	Prof. Msc. Francisco José Peralta	4089
			3			
12	Desenho	Prof. Msc. Eduardo Verri Lopes	4429			
DEQ	Departamento de Engenharia Química	D90	001B	Catálise		
			001D	Processos de Separação I		
			003	Processos de Separação II		
			004/ 006	Catálise		

(Conclusão)

			008	Processos Biotecnológicos I		
			014	Tecnologia Enzimática		
			018B	Gestão, Controle e Preservação Ambiental		
			8001C	Gestão, Controle e Preservação Ambiental (experimental)		
		E10	102	Adsorção e Troca Iônica		
COMPLEXO DE CENTRAIS DE APOIO À PESQUISA						
COMCAP	Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa	B08	15	Central de Microscopia	Prof. Celso V. Nakamura	5012 4242
			116	Central de Biologia Molecular e Estrutural	Prof. Dra. Maria A. Fernandez	5398
			119	Central de Análises Avançadas de Materiais	Prof. Dr. Antonio Medina Neto	5129
			119A			5990
			121			5130
			126	Central de Produtos Naturais	Prof. Dr. João C. P. de Mello	5946
MUSEU DINÂMICO INTERDISCIPLINAR						
MUDI	Museu Dinâmico Interdisciplinar	O33	07	Química	Eneri Vieira de Souza Leite Mello	4940
			08	Cultivo de Orquídeas e Bromélias	Maria Auxiliadora Milaneze Gutierrez	4961
			09	Plasticidade Neural Entérica	Jacqueline Nelises Zanoni	5944
			10	Oficina	João Batista Alves de Assis	4964



Controle de resíduos dos Laboratórios da UEM



1. Dados dos laboratórios

Nome do Laboratório:	Centro/Departamento:	Bloco:	Sala:
Responsável:	e-mail:	Ramal:	

2. Caracterização dos resíduos

Classificação do resíduo*						Substância(s) Principal(is)	Quantidade** (por período)	Descarte				
1	2	3	4	5	6			Pia / rede de esgoto	Central de resíduos químicos	Lixo comum	Lixo hospitalar	Outro
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(*) Classificação do resíduo: 1- Ácido; 2- Base; 3- Solventes orgânicos; 4- Metais Pesados; 5- Dejetos animais; 6- Outros

(**) Quantidade: mL/dia, mL/mês, g/semana, kg/ano...

APÊNDICE F – Esquema para elaboração do Manual



**MANUAL PRÁTICO
PARA UTILIZAÇÃO NOS LABORATÓRIOS**



RAMAIS ÚTEIS:

CENTRAL DE RESÍDUOS
ASSESSORIA AMBIENTAL
PREFEITURA DO CAMPUS

COLETAS:

DIAS DA SEMANA
HORÁRIO
ORIENTAÇÕES

FICHA PARA IDENTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS

SOLUÇÃO ÁCIDA () SOLUÇÃO ALCALINA () SOLENTE ORGÂNICO ()
RESÍDUO SÓLIDO () METAL PESADO () OUTRO _____

PRODUTO PRINCIPAL: _____

QUANTIDADE (MASSA OU VOLUME): _____

RESPONSÁVEL: _____

PROCEDÊNCIA: _____

DATA: ___/___/___

REGRAS PARA O DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS DIRETAMENTE NA PIA:

- i. Compostos solúveis em água com baixa toxicidade após diluição de 100 partes, sob água corrente;
- ii. Compostos orgânicos facilmente biodegradáveis, em uma quantidade diária máxima de 100g ou 100 mL;
- iii. Misturas com compostos pouco solúveis em água com concentrações até 2%;
- iv. Toxinas destruídas quimicamente;
- v. Soluções aquosas com pH entre 6,0 e 8,0;

Não descartar:

- Gases nocivos ou mal cheirosos;
- Compostos com ponto de ebulição até 50°C, mesmo que estes sejam solúveis em água e com baixa toxicidade;
- Neutralizar soluções cujo pH esteja fora da faixa aceitável (6,0 – 8,0);
- Metanol – álcool tóxico.

EXEMPLOS DE COMPOSTOS PERMITIDOS PARA DESCARTE NA PIA

(FONTE: Adaptado de FRACÁCIO e GONÇALVES (2016); UNESP (2002))

ORGÂNICOS

Álcoois	menos de 5 carbonos	EXCETO Metanol
Dióis	menos de 8 carbonos	
Alcooialcoois	menos de 7 carbonos	
Açúcares		
Aldeídos alifáticos	menos de 7 carbonos	
Amidas	menos de 5 carbonos	RCONH ₂ e RCONHR
	menos de 11 carbonos	RCONR ₂
Aminas alifáticas	menos de 7 carbonos	
Ácidos carboxílicos	menos de 6 carbonos	
	sais de NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , K ⁺	
Ácidos alcanodioicos	menos de 5 carbonos	
Ésteres	menos de 5 carbonos	
Cetonas	menos de 6 carbonos	

INORGÂNICOS

CÁTIONS

NH ₄ ⁺	Cu ²⁺	Sn ²⁺
K ⁺	Ca ²⁺	Al ³⁺
Na ⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺
Li ⁺	Zr ²⁺	Ti ³⁺
Zn ²⁺	Mg ²⁺	

ÂNIONS

OH ⁻	Br ⁻	BO ₃ ³⁻
Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HSO ₃ ⁻
I ⁻	SCN ⁻	B ₄ O ₇ ²⁻
OCN ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻

ANEXOS

ANEXO A – Metodologias das análises

- Demanda química de oxigênio (DQO)

A DQO foi determinada de acordo com o método do *Standard Methods* 5220 (APHA, 1998).

- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

A determinação da DBO ocorreu pelo método 5210, recomendado pelo *Standard Methods* (APHA, 1998).

- Nitrogênio total

A determinação do nitrogênio total foi realizada seguindo o método EPA Method 350.1 (*U.S. Environmental Protection Agency, 1993*).

- Nitrogênio Amoniacal

O nitrogênio amoniacal foi determinado através do método EPA Method 350.1 (*U.S. Environmental Protection Agency, 1993*). Adicionalmente, foi realizada a determinação desse parâmetro pelo método do íon seletivo, segundo descrito no método SM 4500-NH₃ D e E (APHA, 1998).

- Fósforo Total

A determinação do fósforo foi realizada de acordo o método SM 4500-P E (APHA, 1998).

- Surfactantes

Os surfactantes foram determinados por colorimetria conforme o método SM 5540 C (APHA, 1998), que consiste na identificação dos surfactantes aniônicos como substâncias reativas ao corante azul de metileno (MBAS), quando analisado pelo LABSAM. O laboratório de Saneamento e Meio Ambiente determinou esse parâmetro segundo a metodologia descrita em “Métodos Laboratoriais de Análises Físico-químicas e Microbiológicas”, de Jorge Antônio Barros de Macêdo (CRQ-MG).

- Sulfeto

A análise de sulfeto foi realizada de acordo com o método 8131 HACH, equivalente ao método SM 4500-S²-D (APHA, 1998), executada pela LABSAM.

O Laboratório de Saneamento e Meio Ambiente utilizou o método fotométrico, análogo ao SM 4500-S²-D (APHA, 1998), com leitura no espectrofotômetro Spectroquant® NOVA60.

ANEXO B – Metodologia Nitrogênio Total Kjeldahl (adaptada de APHA, 1998)

Reagentes

Ácido Sulfúrico concentrado

Mistura digestora

Hidróxido de Sódio 50% (m/v)

Solução indicadora de Ácido Bórico

Ácido Sulfúrico 0,01N

Preparação de reagentes

Mistura digestora: 100 partes K_2SO_4

1 parte $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

0,8 parte Se (em pó)

Solução Indicadora de Ácido Bórico: solução ácido bórico 4%, 7,5mL de solução de vermelho de metila 0,1% e 3,0mL de solução de verde de bromocresol 0,1%.

Solução de Ácido Bórico 4%: Diluir 20g de H_3BO_3 em 500mL de água destilada.

Vermelho de Metila 0,1%: Diluir 0,1g de vermelho de metila em 100mL de etanol PA.

Verde de Bromocresol 0,1%: Diluir 0,1g de verde de bromocresol em 100mL de etanol PA.

Solução de NaOH 50%: Diluir 250g de NaOH em 500mL de água destilada.

Procedimento

- Digestão: adicionou-se a um tubo micro-Kjeldahl 20mL da amostra, 2,0g da mistura digestora e 10mL de ácido sulfúrico concentrado. Os tubos eram então colocados no bloco digestor e aquecidos moderadamente até a temperatura de 385°C, aproximadamente. Após cerca de 2h, a digestão estava completa, isto é, a solução contida nos tubos tornava-se límpida, em tons de verde claro, quase incolor. Nesse ponto, os tubos eram retirados do bloco digestor e deixados para resfriar à temperatura ambiente. Ao resfriar, o conteúdo do tubo apresentava-se incolor.
- Destilação: adicionou-se 25mL da solução indicadora de ácido bórico a um Erlenmeyer (250mL), o qual foi posicionado na mesa do destilado, tendo o cuidado de deixar a ponta do condensador submersa na solução a fim de evitar perdas de nitrogênio. Com a torneira dosadora fechada, adicionou-se 35mL de NaOH 50% ao copo dosador. Adicionou-se ao tubo contendo a amostra digerida 10 mL de água

destilada, acoplando-o em seguida ao aparelho de destilação (Destilador de Nitrogênio - TECNAL TC 036/1) com cuidado para não exagerar no aperto. Abriu-se levemente a torneira dosadora para que o NaOH pudesse fluir por gravidade até o tubo de digestão. Após a adição total do NaOH, o conteúdo do tubo apresentou coloração amarronzada. Deu-se início à destilação propriamente dita, ligando-se o aquecimento do conjunto destilador. Coletou-se cerca de 100mL do destilado, lavando a ponta do condensador com água destilada. A solução indicadora inicialmente rósea, tornou-se verde após a destilação.

- Titulação: o destilado foi titulado com uma solução de H₂SO₄ 0,01 N padronizada. Obteve-se o ponto de viragem quando o conteúdo do Erlenmeyer retornou à sua coloração inicial rósea. A concentração de nitrogênio foi obtido por meio da equação (Eq. B-1)

$$N \text{ (mg/L)} = \frac{(A - B) \times N \times 14 \times 1000}{V_{\text{amostra}}}$$

(Eq. B-1)

Em que,

A= Volume do ácido titulado (mL)

B= Volume do branco titulado (mL)

N= Normalidade do ácido

V_{amostra}= Volume da amostra (mL)

Reações

