



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DO EFLUENTE DE UM HOSPITAL PÚBLICO
DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE-MG, COM ENFÂSE NO ATENDIMENTO AO
PRECEND/COPASA E LEGISLAÇÕES PERTINENTES.

LUÍS GUSTAVO CADAVID SILVA

Belo Horizonte

2016

LUÍS GUSTAVO CADAVID SILVA

AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DO EFLUENTE DE UM HOSPITAL PÚBLICO
DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE-MG, COM ENFÂSE NO ATENDIMENTO AO
PRECEND/COPASA E LEGISLAÇÕES PERTINENTES.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro Ambiental e Sanitarista do Centro
Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Guadagnin Moravia

BELO HORIZONTE

2016

LUÍS GUSTAVO CADAVID SILVA

AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DO EFLUENTE DE UM HOSPITAL PÚBLICO
DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE-MG, COM ENFÂSE NO ATENDIMENTO AO
PRECEND/COPASA E LEGISLAÇÕES PERTINENTES.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro Ambiental e Sanitarista do Centro
Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais.

Data de aprovação: ____/ ____/ ____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Wagner Guadagnin Moravia - Orientador
CEFET – MG

Profa. Dra. Gisele Vidal Vimieiro
CEFET-MG

Elci de Souza Santos
Responsável técnica pelo gerenciamento de resíduos de serviços de saúde do Complexo
Hospitalar

Aos meus pais José Raimundo e Soraya, que durante todos estes anos foram exemplo de coragem e persistência, e ao meu irmão João Victor e minha namorada Gabriela pelo apoio sempre dedicado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por estar sempre ao meu lado, iluminando meu caminho e me dando força para seguir sempre forte.

Ao meu orientador, Prof. Wagner, pela dedicação e orientação dada a este trabalho.

Ao Departamento de Ciências e Tecnologia Ambiental (DCTA) e professores, pelo ensinamento e suporte oferecido ao longo desta trajetória árdua.

A Elci, responsável técnica pelo gerenciamento de resíduos de serviços de saúde do Complexo Hospitalar estudado, agradeço pela prontidão e disponibilidade para ajudar e contribuir no trabalho.

Aos amigos, familiares, minha namorada, pelo apoio constante e amizade.

Neste momento de agradecimento, percebemos o quanto podemos contar com as pessoas, com nossos amigos, pois sozinhos não conseguimos avançar a lugar nenhum. Gostaria de agradecer a todos que contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

*“É indispensável estudar a natureza dos outros
antes de darmos livre curso à nossa”*

August Strindberg

RESUMO

O efluente hospitalar provindo de hospitais, clínicas, postos de saúde, laboratórios e outras unidades de saúde é a soma do descarte de cada área específica que venha a compor estes estabelecimentos, tais como: cozinha, lavanderia, laboratórios, centro de material esterilizado, ambulatórios, dentre outros. Desta maneira, é um efluente com características bastante variáveis, podendo conter alta carga poluidora. Os principais contaminantes que podem estar presentes nestes efluentes são as substâncias químicas persistentes e uma mistura complexa de matéria orgânica, detergentes, surfactantes, fármacos, antissépticos e solventes. A Companhia de Saneamento de Minas Gerais classifica este efluente como não-doméstico, se enquadrando no Programa de Recebimento de Efluentes Não Domésticos (PRECEND), que se trata do programa criado pela companhia visando o controle do efluente que venha a ser lançado em sua rede coletora. Esta medida tomada pela COPASA pode ser explicada pela alta carga tóxica que pode estar presente no efluente hospitalar. O presente trabalho tem como objetivo avaliar quali-quantitativamente o efluente gerado em um hospital da rede pública do município de Belo Horizonte, contrapondo com os requisitos do PRECEND/COPASA e legislações pertinentes. Na caracterização físico-química, foram utilizados dados secundários, disponibilizados pelo hospital, do efluente gerado nos dois pontos de amostragem (AM 01 e AM 02), totalizando 20 relatórios, no período de 07/06/2013 a 26/08/2016, contendo os devidos parâmetros exigidos pela COPASA. O ponto de amostragem AM 01 contém as águas residuais geradas pelas alas Sul, Norte, Leste e Oeste do hospital, e o ponto AM 02, o efluente gerado na lavanderia e Centro de Material Esterilizado (CME). Pelo diagnóstico realizado na caracterização físico-química do efluente, pode-se constatar que os parâmetros de maior preocupação quanto ao lançamento se tratam da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), além dos Sólidos Suspensos Totais (SST) e substâncias tensoativas no ponto de amostragem AM 01. Após essa constatação, foi realizado um estudo de adequação para o parâmetro substâncias tensoativas, identificando o motivo pelo qual este se encontra alterado, sendo explicado pela alta utilização de produtos antissépticos. Com isso, a proposta de medida mitigadora ou minimizadora se baseou em uma Campanha de Conscientização e Controle da utilização destes produtos no hospital, visando o consumo consciente, que pode vir a diminuir os valores encontrados para estas substâncias, já que a extrapolação dos limites ocorre de forma leve. Depois foi estudado o impacto gerado pelo fator de carga poluidora “k”, levando em consideração DQO e SST, que assim como a DBO, se encontram alterados devido à alta carga de matéria orgânica presente no efluente

gerado. A partir disto, foi estudada qual a necessidade de eficiência no tratamento para que o impacto gerado pelo fator “k” fosse minimizado, diminuindo com isto os encargos gerados ao hospital. E como conclusão, obtiveram-se dois sistemas de tratamento: o primeiro se trata de um sistema tanque séptico em conjunto com filtro anaeróbio e o segundo de um filtro biológico percolador, ambos os sistemas atendem a eficiência necessária para a minimização do fator “k”.

Palavras-chave: Efluente Hospitalar, PRECEND, Fator “k”, substâncias tensoativas.

ABSTRACT

The hospital sewage coming from hospitals, clinics, health centers, laboratories and other health facilities is the sum of the disposal of each area that will constitute these establishments, such as: kitchen, laundry system, heating and cooling systems, outpatient departments, transfusion centers, nurseries, snack bar and restrooms. Therefore, it is a variable effluent, that may contain high pollutant load. The main contaminants that may be present in these effluents are persistent chemicals and a mix of organic matter, detergents, surfactants, pharmaceuticals, antiseptics and solvents. In Brazil, the hospital sewage is classified by many authors as a domestic effluent, but by COPASA this effluent is considered as non-domestic, being part of the Receiving Program of Non Domestic Effluents (PRECEND) that is the plan created by the company to control the effluent coming from industries. This step taken by COPASA can be explained by the high toxic load that may be present in a hospital effluent, so the control should be required in order to avoid any damage to the environment. The present study aims to evaluate quantitatively and qualitatively the effluent generated in a public hospital in the city of Belo Horizonte, comparing with the PRECEND/COPASA and legislations. Through the performed analysis it could be verified that the effluent contains a high organic load and a high concentration of suspended solids. In the physical-chemical characterization was used secondary data, acquired with the hospital, of the effluent generated at two sampling points (AM 01 and AM 02), totaling 20 reports, from 06/07/2013 to 08/26/2016, containing the parameters required by COPASA. The sampling point AM 01 contains wastewater generated by the south, north, east and west wings of the hospital, and the point AM 02, the effluent of the laundry and sterilized material center. Based on the physical-chemical characterization of the effluent, it is possible to verify that the most disturbing parameters are BOD, COD and SST, as well as the surfactants in the sampling point AM 01. After this, a suitability study was realized for the parameter surfactants, identifying the reason for the alteration, being the justification because of the high use of products containing antiseptics, detergents, soaps, that contains these substances. In this way, the proposes to mitigate or minimize the problem was based on an awareness and control campaign to use these products, which can help with the decrease of the values. Then, COD and SST was studied in the calculation of the pollutant load factor “k”, and together with the BOD, could be explain by the high concentration of organic matter on the effluent. From this, it was studied the need of efficiency in the treatment aiming to decrease of the factor “k” and

the hospital costs. Finally, two systems were proposed, the first it is a septic tank system in conjunction with anaerobic filter, and the second is a percolator biological filter, where both of them minimize the pollution load and are compatible with the hospital's ideas.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ARSAE-MG – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais

BTXE – Benzeo, Tolueno, Xileno e Etilbenzeno

CEFET-MG – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CME – Centro de Material Esterilizado

CMMAD – Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Conselho de Política Ambiental

COPASA-MG – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

COV's – Compostos orgânicos voláteis

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DCTA – Departamento de Ciências e Tecnologia Ambiental

DQO – Demanda Química de Oxigênio

END's – Efluentes Não Domésticos

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

HCN – Ácido Cianídrico

MBAS – Metilene Blue Active Substances

NBR – Norma Brasileira

OG – Óleos e Graxas

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PRECEND – Programa de Recebimento e Controle de Efluentes para Usuários Não Domésticos

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SST – Sólidos Suspensos Totais

SUMÁRIO

1	MOTIVAÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo geral	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	Água: importância e disponibilidade.....	18
3.2	Urbanização e impactos ambientais	18
3.3	Desenvolvimento sustentável	19
3.4	Área de estudo.....	20
3.5	Efluentes	22
3.5.1	Efluente Hospitalar.....	22
3.6	Impactos advindos do lançamento de efluentes hospitalares	24
3.7	Programa de recebimento e controle de efluentes para usuários não domésticos (PRECEND)	24
3.8	Legislações aplicáveis	26
3.9	Parâmetros monitorados	31
3.9.1	pH – Potencial Hidrogeniônico.....	31
3.9.2	Temperatura	31
3.9.3	Metais: Alumínio, Boro, Cobre, Cromo, Ferro, Mercúrio, Níquel, Prata e Zinco.....	31
3.9.4	Fenóis	32
3.9.5	Cianetos	32
3.9.6	Sólidos	33
3.9.7	Matéria Orgânica.....	33
3.9.7.1	DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	34
3.9.7.2	DQO (Demanda Química de Oxigênio)	34
3.9.8	Série Nitrogênio	34
3.9.9	Óleos e Graxas (OG).....	35
3.9.10	Surfactantes/Substâncias tensoativas	36
3.9.11	Compostos Orgânicos Voláteis (COV's)	36
3.9.12	Fluoretos	36
3.9.13	Compostos de Enxofre	37
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
4.1	Efluente hospitalar	39
4.2	Caracterização dos pontos de amostragem	39
4.3	Amostragem.....	40
4.4	Avaliação de dados secundários	40
4.5	Parâmetros avaliados.....	41
4.6	Diagnóstico quali-quantitativo do efluente.....	42
4.7	Atendimento ao PRECEND e legislações vigentes	42
4.8	Estudo de adequação dos parâmetros	43
4.9	Proposta de melhorias	43
4.10	Estudo do impacto do fator “k”	43
4.11	Proposta de redução do impacto do fator “k”	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1	Quantificação do efluente.....	45
5.2	Caracterização físico-química do efluente hospitalar	45
5.2.1	pH.....	49

5.2.2	Temperatura.....	52
5.2.3	Sólidos Sedimentáveis.....	53
5.2.4	Óleos e Graxas Totais.....	55
5.2.5	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	58
5.2.6	Demanda Química de Oxigênio (DQO).....	62
5.2.7	Substâncias tensoativas	67
5.2.8	Sólidos Suspensos Totais (SST)	69
5.2.9	Nitrogênio Amoniacal	72
5.2.10	Fenóis Totais.....	75
5.2.11	Fluoretos	77
5.2.12	Sulfeto Total	79
5.3	Estudo de adequação dos parâmetros.....	81
5.4	Proposta de melhoria	83
5.5	Estudo do impacto do fator “k”	84
5.6	Proposta de redução do impacto do fator “k”.....	86
6	CONCLUSÕES	90
7	PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	APÊNDICE A – Tabelas análise descritiva (2013, 2014, 2015 e 2016)	99
	APÊNDICE B – Gráficos valores coletados (2013, 2014, 2015 e 2016)	115

1 MOTIVAÇÃO

A água por muito tempo foi considerada um recurso natural de quantidade infinita, estando sempre à disposição do homem, por se tratar de um bem público auto-sustentável e pela sua alta capacidade de autodepuração. Porém, devido ao elevado crescimento dos grandes centros urbanos e ao salto do desenvolvimento industrial, a partir do século XX, essa capacidade de autodepuração dos rios passou a ser superada pela carga poluidora lançada, criando, com isso, uma problemática envolvendo este recurso. (FELIPPE, 2009)

A problemática do recurso ambiental água, e da conservação do meio ambiente tem se tornado um motivo de preocupação, uma vez que diversos fatores têm contribuído para a degradação desse meio que é de suma importância para a manutenção da vida no planeta.

Devido a toda essa contextualização envolvida, o lançamento de efluentes, principalmente nas grandes metrópoles, tem se tornado prioridade para os governos, crescendo, com isso, a fiscalização e o monitoramento junto às indústrias que são, em tese, as maiores contribuintes para essa degradação.

Os efluentes industriais são aqueles gerados pelos mais diversos tipos de atividades industriais, são provindos do processo produtivo e podem vir a contaminar solos e água. De acordo com a Norma Brasileira — NBR 9800/1987, efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico. Dentro desse conceito, tem-se os efluentes hospitalares, que serão o objeto de estudo desse projeto. De acordo com Arend (2013), esse tipo de efluente se caracteriza como possível veículo de disseminação de microrganismos patogênicos, apresentando vastas concentrações de contaminantes utilizados por estabelecimentos de saúde, que muitas vezes são excretados pelas vias urinária e fecal de pacientes em tratamento. Com isso, tornam-se objeto de estudos específicos, visando a não contaminação do meio no qual serão lançados.

O hospital alvo dos estudos está localizado no município de Belo Horizonte. Possui uma estrutura física com mais de sessenta mil metros quadrados de área construída, sendo considerado um dos maiores prestadores de serviços de saúde de Minas Gerais, com referência no tratamento de patologias de média e alta complexidade. Segundo relatório

SIMEC (2013), são realizados 203.800 procedimentos por mês, aproximadamente, incluindo partos, atendimentos de emergência, internações, exames laboratoriais e cirurgias.

Considerando os dados apresentados com relação ao hospital e toda a problemática envolvida, o monitoramento e a disposição adequada dos efluentes gerados na instituição devem ser priorizados, devido à grande capacidade geradora do empreendimento e ao potencial poluidor de um efluente hospitalar.

No Estado de Minas Gerais, para o melhor controle desses efluentes industriais e objetivando apresentar aos empresários uma melhor alternativa ambiental, a companhia de água e esgoto do estado, COPASA, criou um programa de monitoramento de lançamento desses efluentes na rede pública, denominado PRECEND (Programa de Recebimento e Controle de Efluentes Para Usuários Não Domésticos). Em tal programa, a COPASA assume a responsabilidade de destinação adequada destes efluentes, recebendo os efluentes não domésticos no seu sistema público de esgotos e os encaminhando, conjuntamente com os efluentes domésticos, às estações de tratamento, desde que os padrões de lançamento estabelecidos internamente pela concessionária sejam atendidos (COPASA, 2016).

Para determinação dos parâmetros de lançamento que devem ser monitorados por cada empreendimento, a companhia estuda os processos envolvidos e os contaminantes que podem ser produzidos. No hospital em estudo, são monitorados, atualmente, 28 parâmetros, sendo que, para determinar o limite de tolerância a ser seguido são observadas legislações pertinentes, como a Resolução CONAMA nº 430/2011, que dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, e a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01/2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, a Norma Técnica COPASA T.187/4/2012, que trata do lançamento de efluentes não domésticos no sistema de esgotamento sanitário da Companhia de Saneamento de Minas Gerais e, por fim, a Resolução ARSAE-MG 015/2012 que homologa a Norma Técnica T.187/4.

A escolha do tema se baseou em toda a problemática supracitada, tentando explicitar a importância do controle e monitoramento do efluente que é gerado, identificando as áreas mais críticas dentro do hospital, visando, com isso, a minimização/mitigação dos impactos gerados ao meio ambiente, e conseqüentemente, a todos aqueles que dele usufruem. Além

disso, este estudo é muito importante para a conclusão da vida acadêmica do graduando, já que o trabalho está diretamente relacionado ao curso e às disciplinas ofertadas durante este, podendo, desta maneira, colocar em prática tudo aquilo que foi estudado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar quali-quantitativamente o efluente gerado em um hospital da rede pública do município de Belo Horizonte, comparando com os requisitos do PRECEND/COPASA e legislações pertinentes.

2.2 Objetivos específicos

- Efetuar a caracterização quali-quantitativa do efluente gerado nos diferentes pontos de geração;
- Comparar os principais parâmetros do efluente com o PRECEND/COPASA e legislações pertinentes;
- Efetuar o estudo do impacto do fator K para o efluente;
- Propor ações de melhorias visando a minimização/mitigação de impactos sócio-ambientais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Água: importância e disponibilidade

A água é um elemento fundamental à vida e uma das substâncias mais abundantes em nosso planeta. Ela pode ser utilizada em múltiplos usos, tendo uma imensa importância nas atividades humanas, podendo se destacar o abastecimento público e industrial, a irrigação de plantações e criação de animais, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer. Mesmo sendo um dos recursos mais abundantes no planeta Terra, a disponibilidade de água doce na natureza é limitada e bem inferior se comparado ao total de água. Com base no alto custo para obtenção de água doce de fontes menos convencionais, como da água do mar e subterrânea, é importante priorizar a preservação, o monitoramento e a utilização racional das águas doces superficiais, visando a sustentabilidade às futuras gerações (COPASA, 2016).

Segundo dados da COPASA (2016), o Brasil possui, em seu território, 14% da água doce do mundo e 30% dos mananciais subterrâneos, sendo esse recurso distribuído de forma irregular por todo o território. A região mais rica em água superficial é a Amazônia, que é banhada por grandes rios caudalosos, tendo destaque também o Estado de Minas Gerais, que possui uma exuberante hidrografia, onde nascem volumosos rios, que banham cidades de algumas regiões brasileiras.

Apesar de toda essa exuberância brasileira, vive-se atualmente uma crise hídrica muito grave, gerando dificuldade de abastecimento, de geração de energia, dentre outros problemas. Como já alertado por Macêdo (2001 *apud* FELIPPE, 2009), a falta de água não vai se restringir aos grandes centros, como Recife e São Paulo, e nem ao Sertão Nordeste. Em dez anos, o desabastecimento irá atingir toda a região da grande São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, além da maioria das áreas metropolitanas do país, em função da poluição dos mananciais, da falta de investimento adequado, do uso sem planejamento, do desperdício e dos impactos gerados ao meio ambiente (CERQUEIRA *et al.*, 2015)

3.2 Urbanização e impactos ambientais

Segundo Caseti (1995), o processo de urbanização resulta na transferência de pessoas do meio rural para o meio urbano. A urbanização está ligada à concentração de muitas

pessoas em um espaço restrito, no caso, a cidade, e na substituição das atividades primárias por atividades secundárias e terciárias.

Essa intensa ocupação do meio urbano teve como consequência a destruição do meio ambiente, gerando um rastro enorme de degradação ambiental, como exemplo, a impermeabilização do solo, o desmatamento, a mudança de microclima e a poluição dos recursos hídricos. Sendo a degradação destes recursos mais abordada e explorada no decorrer deste trabalho.

A urbanização gerou o aumento da população nos meios urbanos, algumas se instalando em regiões próximas a cursos d'água, conseqüentemente, houve aumento da geração de resíduos e efluentes domésticos, além disso, juntamente com a urbanização, o processo de industrialização gerou ainda mais impactos, levando à poluição do solo, do ar e dos corpos d'água (CARVALHO *et al.*, 2010).

Devido a esses impactos gerados, surgiu a preocupação com o desenvolvimento ao longo dos anos e, pensando no meio ambiente e nas futuras gerações, criou-se o conceito de “Desenvolvimento Sustentável”.

3.3 Desenvolvimento sustentável

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu durante a Comissão de Brundtland ou Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD) na década de 1980, a partir de estudos da Organização das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas, em que foi elaborado o relatório que ficou conhecido como “*Our Common Future – Nosso Futuro Comum*”, surgindo a primeira e umas das mais difundidas definições do conceito: “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (BARBOSA, 2008).

Diante deste conceito apresentado, o desenvolvimento sustentável é formado pelo tripé econômico, social e ambiental, buscando-se assim o crescimento econômico, o desenvolvimento social e a defesa e proteção do meio ambiente ecologicamente equilibrado. Este conceito é incorporado ao Direito, mais conhecido como Direito Ambiental (SILVESTRE, s.d.).

Este novo conceito criado passou a ser abordado nas principais conferências sobre meio ambiente, firmado na Agenda 21 e incorporado a outras agendas mundiais de desenvolvimento e de direitos humanos, dando um foco especial à necessidade de se encontrar novas formas de desenvolvimento econômico, sem a redução dos recursos naturais e sem danos ao meio ambiente. Além disso, foram apresentadas políticas e legislações internas, como por exemplo, a Política Nacional do Meio Ambiente e a Constituição Federal.

3.4 Área de estudo

O objeto de estudo do trabalho foi um hospital público localizado no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, sendo esse empreendimento um dos maiores hospitais da região metropolitana da cidade, com capacidade média de atendimento de 203.800 pacientes por mês. (SIMEC, 2013).

Pelo enquadramento da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 9 de setembro de 2004, o empreendimento em questão pode ser considerado como de classe 5, caracterizado por grande porte e médio potencial poluidor. Logo, segundo a mesma legislação, o estabelecimento necessita de licença ambiental para que possa operar, devido ao seu porte e seu potencial poluidor, que podem vir a gerar danos ao meio caso não sejam adotadas as devidas precauções com relação às atividades realizadas.

A bacia hidrográfica responsável pela drenagem da maior parte da região de Belo Horizonte é a do Rio das Velhas (Figura 1), que possui 761 km de extensão, aproximadamente, drenando uma área total de 29.173 km² (POLIGNANO *et al*, 2011 *apud* MORENO e CALLISTO, 2005). O corpo receptor deste efluente é o Ribeirão Arrudas, classificado como classe 3 conforme Deliberação Normativa COPAM nº 20, de 24 de junho de 1997, que dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas, identificado na legislação como Trecho 55 – Ribeirão Arrudas, a jusante do trecho canalizado até a confluência com o rio das Velhas.

Figura 1: Bacia do Rio São Francisco e inserção da sub-bacia do Rio das Velhas.



Fonte: Moreno e Callisto (2005).

A região metropolitana de Belo Horizonte, apesar de corresponder apenas a 10% da área da Bacia do Rio das Velhas, é a principal responsável pela degradação desta, devido à sua elevada densidade demográfica e ao seu processo elevado de urbanização e ocupação de áreas, e industrialização (POLIGNANO, 2001 *apud* MORENO e CALLISTO, 2005).

Logo, com isso, surgem os problemas envolvendo o lançamento dos efluentes domésticos e não domésticos aos corpos d'água que pertencem a essa Bacia, devido tanto à sua extensão, quanto à sua importância na preservação e conservação do meio físico e biótico presente.

3.5 Efluentes

Segundo Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011, efluente é um termo utilizado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos. Dentro deste conceito, pode-se citar os efluentes domésticos e efluentes líquidos industriais. De acordo com a Norma Brasileira — NBR 9800/1987, os efluentes domésticos são despejos líquidos resultantes do uso da água pelo homem em seus hábitos higiênicos e atividades fisiológicas; já o efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanações de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico.

No Brasil, o conceito de efluente hospitalar está ligado à classificação de efluente doméstico. Entretanto, o efluente hospitalar possui uma toxicidade de 5 à 15 vezes maior que o efluente doméstico, o que gera uma preocupação elevada com o tratamento a ser adotado (DINIZ, 2015). Devido a essa toxicidade, a COPASA considera o efluente gerado no hospital estudado como não doméstico, necessitando-se, com isso, o monitoramento constante, visando atender aos padrões de lançamento estabelecidos pelo PRECEND, antes do seu descarte na rede coletora.

3.5.1 Efluente Hospitalar

O efluente hospitalar provindo de hospitais, clínicas, postos de saúde, laboratórios e outras unidades de saúde é a soma do descarte de cada área específica que venha a compor estes estabelecimentos, tais como: cozinha, lavanderia, laboratórios, sistemas de aquecimento e resfriamento, centro de material esterilizado (CME), ambulatórios, departamentos de radiologia, centros cirúrgicos, centros de transfusão, enfermarias, lanchonetes e banheiros., podendo assim, conter composição e característica bastante variáveis, além de uma elevada carga poluidora (DINIZ, 2015). Segundo Kern (2013, *apud* DINIZ, 2015), os principais contaminantes que podem estar presentes nesses efluentes são as substâncias químicas persistentes e uma mistura complexa de matéria orgânica, detergente, surfactante, fármacos, antisséptico e solvente.

Algumas características são atribuídas ao efluente hospitalar, tais como uma grande concentração de agentes citostáticos, medicamentos, metais pesados,

desinfetantes, hormônios, reagentes contendo cloro e radioisótopos (KUMMERER, 2001). Na Tabela 1 são esquematizados os principais compostos presentes, que necessitam de especial atenção, e suas características.

Tabela 1: Compostos presentes no efluente hospitalar e as suas características.

Compostos presentes no efluente hospitalar	Características
Agentes citostáticos	Frequentemente carcinogênicos, mutagênicos ou embriotóxicos
Antibióticos e desinfetantes	Toxicidade e potencial para promover resistência bacteriana
Hormônios	Desreguladores endócrinos
Clorofenóis e outros reagentes que liberam cloro, meios de diagnósticos como meios de contraste de raios – X contendo iodeto orgânico	Contribuem para a adsorbância de compostos halogenados orgânicos (AOX). Estes são frequentemente não biodegradáveis e se difundem no ambiente aquático e/ou entram na cadeia alimentar
Metais pesados	Agentes citostáticos contendo platina (Pt) ou meios de contraste de ressonância magnética contendo gadolínio (Gd): não são facilmente degradados e são altamente tóxicos em alguns estados oxidativos

Fonte: Adaptado de Kummerer (2001).

Essas substâncias presentes, muitas vezes, são utilizadas para desinfetar superfícies, instrumentos e a pele de pacientes, e conforme poderá ser analisado posteriormente, alguns desses parâmetros, apesar de sua toxicidade ao meio, não são analisados, devido à não exigência da Companhia de Saneamento do Estado e pela falta de legislações específicas, gerando o risco de impactos ao meio em que estão sendo lançados.

Segundo Kummerer (2001), o principal problema relacionado à essas substâncias ou compostos é a baixa biodegradabilidade, levando, com isso, a um prolongamento da área de contaminação, visto que, quando lançado no corpo receptor, estes podem ser carregados por uma longa distância antes de serem degradados pelo meio ambiente.

3.6 Impactos advindos do lançamento de efluentes hospitalares

Os despejos líquidos provenientes de estabelecimentos hospitalares possuem substâncias químicas perigosas e que podem ter efeitos negativos sobre o equilíbrio biológico dos ambientes naturais (ESCHER *et al.*, 2011). A destinação inadequada desses efluentes podem gerar impactos ao meio, alterando a qualidade da água no corpo receptor e, com isso, interferindo na biota.

No Brasil, a principal legislação que leva em conta a preocupação com a geração e o gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e as implicações decorrentes da emissão de carga poluidora no meio ambiente, é a Resolução da ANVISA – RDC nº 306 de 10 de dezembro de 2004, que estabelece que os resíduos líquidos provenientes de esgoto e de águas servidas de estabelecimentos de saúde devem ser tratados antes do lançamento no corpo receptor ou na rede coletora de esgoto, sempre que não houver sistema de tratamento de esgoto coletivo atendendo a área onde está localizado o serviço (ANVISA, 2004).

No município de Belo Horizonte, segundo dados do SNIS (2016), a quantidade de esgoto tratado é de 72%, aproximadamente, sendo o atendimento de coleta de esgoto urbano de aproximadamente 92%. Logo, a capital mineira tem um destaque nacional quando se trata de saneamento básico.

Mesmo com a alta taxa de saneamento/tratamento e com o que é disposto na Resolução ANVISA, a COPASA exige, para estabelecimentos hospitalares que desejem lançar o efluente no sistema público de esgotos, que seja realizado o monitoramento deste antes do despejo, conforme estabelecido pelo Programa de Recebimento e Controle de Efluentes para Usuários Não Domésticos (PRECEND), considerando assim, uma maior toxicidade deste efluente se comparado ao efluente doméstico.

3.7 Programa de recebimento e controle de efluentes para usuários não domésticos (PRECEND)

Segundo a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2015), o PRECEND – Programa de Recebimento e Controle de Efluentes para Usuários Não Domésticos foi um programa criado pela COPASA para atuar junto às empresas na destinação adequada dos efluentes líquidos,

gerados nos processos produtivos e na prestação de serviços, promovendo a despoluição dos cursos d'água. Assim sendo, os estabelecimentos que optarem por lançar seus efluentes na rede pública coletora de esgotos, irão repassar à COPASA a responsabilidade pela destinação correta de seus efluentes, reduzindo o seu custo operacional e atendendo às exigências dos órgãos ambientais para o controle da poluição ambiental.

Segundo a COPASA (2016), o PRECEND tem como objetivos:

- Reduzir os riscos relacionados à saúde dos trabalhadores que lidam com o sistema público de esgotos;
- Assegurar a integridade das tubulações que recebem toda a sorte de despejos;
- Proteger o sistema coletor contra corrosão, incrustação, obstrução e vapores tóxicos;
- Evitar a ocorrência de explosões e inflamabilidade;
- Prevenir a introdução de poluentes que passam pela ETE e continuam a poluir os cursos d'água;
- Prevenir o lançamento de poluentes tóxicos além de limites permitidos, que possam causar desequilíbrio ou perda do processo de tratamento de esgotos;
- Viabilizar o atendimento aos padrões legais referentes às características do efluente final e lodos produzidos nas ETEs;
- Viabilizar a utilização do efluente final das ETEs para reúso industrial.

Para o recebimento dessa vasta gama de efluentes, a COPASA passa constantemente por investimento em todo seu sistema, a fim de se evitar quaisquer problemas ao meio. Dessa forma, se o efluente atender todos os padrões de lançamento estabelecidos internamente pela concessionária, o empreendimento estará apto para fazer o lançamento deste na rede coletora e este será encaminhado às estações de tratamento, conjuntamente com os efluentes domésticos.

Este Programa é regido pela Norma Técnica T.187/4 – Lançamento de Efluentes Não Domésticos no Sistema de Esgotamento Sanitário da COPASA, sendo uma norma interna do Sistema de Normatização Técnica COPASA, e homologada no Estado de Minas Gerais pela Resolução ARSAE-MG 015, de 24 de janeiro de 2012. O objetivo desta norma é estabelecer

condições e critérios para o lançamento de efluentes líquidos não domésticos – END's, no sistema de esgotamento sanitário da COPASA.

3.8 Legislações aplicáveis

A preocupação com a manutenção e preservação dos recursos naturais levou o poder público brasileiro a implementar diversas leis, portarias e normas, buscando o uso racional da água. A Lei Federal nº 9433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Esta legislação foi instituída visando, dentre outros instrumentos, a outorga de direitos de uso de recursos hídricos, em que se trata, tanto da extração/captação da água, quanto do lançamento dos efluentes nos corpos receptores, com o fim de diluição, transporte ou disposição final. Além disso, inseriu uma nova visão aos setores produtivos, tais como o conceito de “usuário pagador” e “poluidor pagador” (BRASIL, 1997).

O Poder Legislativo também aprovou outras legislações buscando uma maior rigidez sobre o uso da água pelos setores produtivos, como a Lei Federal nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998, denominada Lei de Crimes Ambientais; a Lei Federal nº 9984, de 17 de julho de 2000, que criou a Agência Nacional de Águas (ANA); e a Resolução nº 48, de 21 de março de 2005, que estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Desta maneira, esse conjunto de leis leva os setores produtivos a buscar soluções para minimizar ou mitigar a emissão dos poluentes, evitando assim os encargos extras em razão destes atos contra o meio ambiente.

Além do uso racional da água, a legislação vigente estabelece conceitos, padrões, normas e procedimento para tratamento e lançamento de efluentes nos recursos hídricos, dentre os instrumentos, podem-se citar: a classificação dos corpos d'água, o padrão de lançamento e o padrão do corpo receptor.

Para classificação dos corpos d'água e padrões de lançamento, entrou em vigor, a partir de 17 de março de 2005, a Resolução CONAMA nº 357, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências (BRASIL, 2005). Sendo essa legislação, posteriormente, complementada e alterada pela

Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA (BRASIL, 2011).

O padrão de lançamento de efluentes e o padrão de qualidade do corpo receptor, no plano nacional, são definidos por estas resoluções. O art. 4º, da Resolução CONAMA nº 357, trata das águas doces (águas com salinidade igual ou inferior a 0,5%), que podem ser classificadas em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 (classe do corpo receptor do efluente estudado) e classe 4.

Corpos de água classificados como classe 3, não poderão receber lançamento de efluente que exceda as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para esta classe, nas condições de vazão de referência ou volume disponível, além de atender outras exigências aplicáveis (BRASIL, 2011). São descritas abaixo as destinações estabelecidas para a classe 3.

IV – Classe 3:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

Na Tabela 2, são apresentados alguns parâmetros importantes referentes aos padrões de qualidade para classe 3 de águas doces e padrões de lançamento de efluentes, seguindo as Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011, respectivamente.

Tabela 2: Padrões de qualidade da água doce classe 3 e padrões de lançamento de efluentes Resolução CONAMA nº 357/2005 e 430/2011.

Parâmetros	Valor Máximo Padrões de qualidade da água	Valor Máximo Padrões de lançamento
pH	Entre 6,0 a 9,0	Entre 5,0 a 9,0
Temperatura	Inferior a 40°C	Inferior a 40°C
Turbidez	Até 100 UNT	Não classificado

DBO 5 dias a 20°C (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	Até 10 mg/L O ₂	Remoção mínima de 60% de DBO
Nitrogênio total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5	20,0 mg/L N
Oxigênio Dissolvido	Não inferior a 4 mg/L O ₂	Não classificado

Fonte: BRASIL (2005), BRASIL (2011).

Aliadas às legislações federais, as estaduais também definem sobre a classificação dos corpos de água e os padrões de lançamento de efluentes para determinado estado, nunca podendo ser menos restritivas que as primeiras. A Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01, de 05 de maio de 2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, pode ser citada como sendo a principal norma estadual em se tratando do assunto abordado. Nela, conforme visualizado na Tabela 3, podem ser identificados alguns padrões de lançamento.

Tabela 3: Padrões de lançamento de efluentes Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

Parâmetros	Valor Máximo
pH	Entre 6,0 a 9,0
Temperatura	Inferior a 40°C
Turbidez	Não classificado
DBO 5 dias a 20°C (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	- Até 60 mg/L O ₂ ou; - Tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo 60% e média anual igual ou superior a 70% para sistemas de esgotos sanitários; - Tratamento com eficiência de redução de DBO em no mínimo de 75% e média anual igual ou superior a 85% para os demais sistemas.
Nitrogênio total	20 mg/L N
Oxigênio Dissolvido	Não classificado

Fonte: MINAS GERAIS (2008).

Além das legislações federais e estaduais, para a manutenção e regimento do Programa de Recebimento e Controle de Efluentes para Usuários Não Domésticos (PRECEND), a COPASA aprovou a Norma Técnica T. 187/5.

A Norma Técnica T. 187/5 – Lançamento de Efluentes Não Domésticos no Sistema de Esgotamento Sanitário da COPASA, estabelece alguns padrões de lançamento, como pode ser identificado na Tabela 4.

Tabela 4: Padrões de lançamento de efluentes Norma Técnica T.187/5 – COPASA.

Parâmetros	Valor Máximo
pH	Entre 6,0 a 10,0
Temperatura	Inferior a 40°C
Turbidez	Não classificado
DBO 5 dias a 20°C (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	Não classificado
Nitrogênio total	Não classificado
Oxigênio Dissolvido	Não classificado

Fonte: COPASA (2012).

Além destes padrões identificados na Tabela 4, vale ressaltar alguns itens presentes nesta norma, segundo o Sistema de Normalização Técnica COPASA (2012):

“ ...

3.7 Fator de Carga Poluidora K: É o fator utilizado para calcular a carga poluidora decorrente do despejo de efluentes não domésticos no sistema de esgotamento sanitário da COPASA, utilizando os parâmetros: demanda química de oxigênio (DQO) e sólidos em suspensão totais (SST).

...

4.9 O somatório das concentrações dos parâmetros referentes à série de metais pesados, (arsênio, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo trivalente, estanho, mercúrio, níquel, selênio, zinco e vanádio), permitido para lançamento na rede coletora pública de efluentes, é de 20 mg/L.

...

4.14 É obrigatória, independente das tipologias geradoras de END's e das atividades/processos empregados nos estabelecimentos, a análise dos parâmetros: pH, temperatura, DBO, DQO, sólidos em suspensão totais, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas – OG e substâncias tenso ativas – ATA.

...”

Dentre estes itens, o item 3.7 é o de maior relevância para este trabalho, visto que o Fator de Carga Poluidora K leva em conta o DQO máximo de 450 mg/L e SST de 300 mg/L, logo quaisquer valores que ultrapassem estes geram um encargo a mais para o empreendimento, conforme quadro constante no Anexo da Norma Técnica T.187/5 e apresentado na Figura 2.

Figura 2: Tabela Fator de Carga Poluidora “K”.

FATOR DE CARGA POLUIDORA “K”								
SST mg/L DQO mg/L	<= 300	301-354	355-425	426-555	556-720	721-1032	1033-1770	1771-4000
< = 450	1,00	1,02	1,05	1,11	1,20	1,35	1,66	2,55
451-591	1,03	1,05	1,08	1,14	1,23	1,38	1,69	2,58
592-765	1,10	1,11	1,15	1,21	1,30	1,44	1,76	2,65
766-1040	1,19	1,21	1,25	1,31	1,39	1,54	1,85	2,74
1041-1430	1,33	1,35	1,39	1,45	1,53	1,68	1,99	2,88
1431-2000	1,53	1,55	1,59	1,65	1,74	1,88	2,19	3,09
2001-3360	1,94	1,96	2,00	2,06	2,14	2,29	2,60	3,49
3361-7000	3,00	3,01	3,11	3,11	3,20	3,34	3,66	4,55

Fonte: COPASA (2012).

3.9 Parâmetros monitorados

3.9.1 pH – Potencial Hidrogeniônico

O termo pH pode ser definido como a concentração de íons hidrogênio H^+ , determinando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, variando em uma escala de 0 a 14. Sendo este um dos mais importantes parâmetros a ser analisado e monitorado no tratamento do efluente.

Quanto menor o pH, maior será a acidez, e conseqüentemente os problemas ocasionados pela corrosividade do efluente, diminuindo a vida útil dos equipamentos utilizados, e quanto maior o pH, maior será a alcalinidade e os problemas com incrustações, levando ao entupimento de tubulações e dificultando a passagem do efluente. Além disso, os coagulantes utilizados no processo de tratamento possuem uma faixa específica de pH para operação, que deve ser rigorosamente seguido para que o processo ocorra de modo eficaz.

3.9.2 Temperatura

De acordo com Cavalcanti (2009), os despejos industriais, usualmente, possuem temperaturas mais elevadas, sendo esse parâmetro de extrema importância, visto que afeta as velocidades das reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água, afetando também a performance de processos químicos e biológicos em sistemas de tratamento, já que as bactérias necessitam de uma temperatura ótima para realizar a degradação da matéria.

3.9.3 Metais: Alumínio, Boro, Cobre, Cromo, Ferro, Mercúrio, Níquel, Prata e Zinco

Segundo Emmanuel *et al* (2005), os metais são identificados como sendo importantes poluentes de corpos d'água provindos de lançamento de efluentes gerados em estabelecimentos de serviços de saúde, dentre eles estão o cobre, mercúrio, zinco, níquel e prata. Esses metais, são gerados, muitas vezes, em atividades de radioimagem e laboratoriais de análises clínicas. Dentre estes metais, pode-se destacar o mercúrio. De acordo com Cerreño, Panero e Boehme (2002), esses estabelecimentos contribuem com cerca de 25% da poluição por mercúrio nos efluentes de Nova Iorque/Nova Jersey Harbor. Este mercúrio vem de diversos produtos, incluindo dispositivos de

medição e instrumentação (termômetros), substâncias químicas, agentes de limpeza em solução, dentre outros, sendo que 50% destes são liberados nos efluentes.

A presença destes contaminantes químicos tóxicos na água, raramente causam problemas agudos de imediato, porém se acumulam ao longo do tempo no organismo, causando grandes impactos aos ecossistemas, e podendo ocasionar sérios problemas a longo prazo. Sendo que alguns metais pesados são capazes de provocar efeitos na saúde, desde simples dores de cabeça e náuseas, até sérias reduções das funções neurológicas e hepáticas (MORAES e JORDÃO, 2002).

3.9.4 Fenóis

Fenóis são compostos que apresentam um grupo hidroxila (-OH) ou mais, ligados ao átomo de carbono de um anel aromático, sendo estes computados como índice de fenóis, que é exigido como padrão de emissão e de qualidade nas Resoluções CONAMA 357 e 430.

Estas substâncias são largamente utilizadas como desinfetante na medicina, porém são altamente solúveis em água, álcool, benzeno e outros solventes orgânicos, o que facilita sua dissolução no meio em que são lançados (CAVALCANTI, 2009).

Altas concentrações de fenóis nos efluentes podem prejudicar no tratamento biológico, diminuindo ou inibindo a atividade bacteriana, logo sua importância de monitoramento se baseia na eficiência do tratamento do efluente gerado para posterior destinação (RODRIGUES, 2006)

3.9.5 Cianetos

Cianeto é uma substância química altamente tóxica, sendo formada por um átomo de carbono e um átomo de nitrogênio (CN⁻). Dentre os compostos de cianeto, o ácido cianídrico (HCN) é o que possui maior importância, devido a sua facilidade de ser hidrolisado e assim ser formado. Este composto é muito perigoso, devido à sua presença no ar e o risco de inalação, tendo o efeito de um veneno agudo, podendo causar a morte (ZACARIAS, 2009).

Logo, para o íon cianeto, a principal preocupação deve estar associada à forma HCN, que é o principal agente tóxico, e que tem uma grande variação dependendo da

faixa de pH. Em valores de pH menores que 8, este composto geralmente é muito dissociado, porém em pH menores que 6, uma concentração de cianeto de hidrogênio pode se tornar danosa (CAVALCANTI, 2009).

3.9.6 Sólidos

Os sólidos contidos nos efluentes são toda a matéria que permanece como resíduos após a amostra ser submetida à temperatura de 103 a 105° C. Esses sólidos podem ser classificados em sólidos coloidais, sólidos dissolvidos, sólidos em suspensão e sólidos sedimentáveis (CAVALCANTI, 2009).

Sólidos dissolvidos e coloidais são aqueles que são filtráveis, ou seja, passam pelo filtro sem ficarem retidos, sendo os coloidais constituídos de material particulado com tamanhos variando de 0,001 a 1 µm e os dissolvidos formados por moléculas e íons presentes em solução verdadeira na água (VON SPERLING, 2005).

Altos índices de sólidos dissolvidos podem conferir odor e gosto à água, podem vir a causar corrosão e afetar o desenvolvimento da biomassa no tratamento biológico (CAVALCANTI, 2009).

Os sólidos em suspensão e sedimentáveis são aqueles que não são filtráveis, ou seja, ficam retidos nos filtros. A parte que sedimenta após um período de repouso, devido à ação da gravidade, são os sólidos sedimentáveis, estes sólidos possuem geralmente maiores dimensões e peso específico maior do que os da água para decantar, além disso, a acumulação destes é a responsável pela formação do lodo (SILVA e OLIVEIRA, 2001).

3.9.7 Matéria Orgânica

Para a caracterização de matéria orgânica presente no efluente gerado pelas indústrias, há uma avaliação de dois parâmetros básicos principais, que são: a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e a DQO (Demanda Química de Oxigênio). Sendo esta avaliação da matéria orgânica realizada de maneira indireta, por meio da medição do consumo de oxigênio.

3.9.7.1 DBO (*Demanda Bioquímica de Oxigênio*)

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica, ou seja, oxidar a mesma por decomposição microbiana aeróbia.

Como este parâmetro trata da decomposição da matéria orgânica, os maiores aumentos em termos de DBO são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de alto teor de matéria orgânica pode acarretar danos ao meio biótico, levando ao esgotamento de oxigênio na água, elevando a eutrofização e interferindo no equilíbrio do meio aquático, além disso, pode prejudicar o sistema de tratamento de efluentes, obstruindo filtros e influenciando nos processos aeróbios, ou seja, que necessitam da utilização de oxigênio (CETESB, 2009).

3.9.7.2 DQO (*Demanda Química de Oxigênio*)

A DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar o conteúdo orgânico total de um despejo, por meio de um agente químico. Normalmente, os valores da DQO são maiores que os da DBO, e o aumento da concentração deve-se principalmente a despejos de origem industrial (CAVALCANTI, 2011).

Este parâmetro é considerado indispensável na caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, sendo muito útil quando utilizado conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos. Além disso, este tem demonstrado ser um parâmetro bastante eficiente no controle de tratamentos anaeróbios de esgotos sanitários e de efluentes industriais, sendo a DBO utilizada apenas como parâmetro secundário em alguns casos (CETESB, 2009).

3.9.8 Série Nitrogênio

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico e amoniacal, que são formas reduzidas, e nas formas de nitrito e nitrato, que são oxidadas. Os esgotos sanitários, em geral, são a principal fonte desse nutriente, lançando nitrogênio orgânico, devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal,

pela hidrólise da ureia na água. Porém, alguns efluentes industriais também contribuem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como os provindos de indústrias químicas, farmacêuticas e estabelecimentos de saúde (CETESB, 2009).

Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos, e em conjunto com o fósforo, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o eutrofizado. E assim como ocorre com o fósforo, esse enriquecimento do meio possibilita o crescimento de seres, como algas, que podem influenciar e atrapalhar no processo de tratamento do efluente. Além disso, para o melhor funcionamento destes processos, existe uma proporção ótima de nitrogênio, carbono e fósforo (NUVOLARI *et al*, 2011).

Dentre estes compostos citados, a amônia é uma dos mais importantes, visto a sua toxicidade, podendo causar mortandade de peixes e influenciar no meio em que é lançado. Além disso, ela provoca o consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente. Logo, a concentração de nitrogênio amoniacal deve ser sempre monitorada, sendo ela um importante parâmetro de classificação das águas (REIS e MENDONÇA,2009).

3.9.9 Óleos e Graxas (OG)

São compostos, incluindo as gorduras, as graxas, os óleos, tanto de origem vegetal, quanto animal e, principalmente os derivados de petróleo. Além de certa porcentagem nas fezes humanas, estão presentes também em efluentes gerados em cozinhas, restaurantes, lanchonetes, garagens, dentre outros (NUVOLARI *et al*, 2011).

Essas substâncias, quando em grande concentração, causam problemas nos digestores, pois formam uma densa camada de espuma na superfície, dificultando assim o processo de tratamento. Além disso, influenciam no tratamento biológico, podendo ocasionar a morte dos microrganismos responsáveis pelo tratamento, devido à sua baixa solubilidade (METCALF e EDDY, 2013).

3.9.10 Surfactantes/Substâncias tensoativas

Detergentes ou surfactantes são definidos como compostos que reagem com o azul de metileno, por esse motivo são designados “substâncias ativas ao azul de metileno” (MBAS – *Metilene Blue Active Substances*), são ligeiramente solúveis em água e formam espuma em estações de tratamento de efluentes (METCALF e EDDY, 2013).

Os detergentes podem exercer efeitos tóxicos sobre os ecossistemas aquáticos, sendo responsabilizados pela aceleração da eutrofização, pois além de possuir fósforo em suas formulações, eles exercem efeito tóxico sobre o zooplâncton, predador natural das águas (CETESB, 2009).

3.9.11 Compostos Orgânicos Voláteis (COV's)

São compostos caracterizados por ponto de ebulição menor ou igual a 100°C e pressão de vapor maior que 1mm de Hg a 25°C. Dentre estes, presentes em despejos industriais, pode-se destacar o benzeno, o tolueno, o xileno e o etilbenzeno, que compõem o BTXE. Sendo todos elementos bastante tóxicos e altamente inflamáveis, podendo causar de dor de cabeça até intoxicação aguda nos seres humanos. Também podem ser prejudiciais à vida aquática e podem levar à contaminação dos lençóis freáticos (CAVALCANTI, 2011).

Segundo Metcalf e Eddy (2013), as descargas de COV's provindas de residências, comércio e indústrias são muito pequenas em efluentes, sendo sugerida como medida de controle, a criação de programas de controle de fonte ativa para limitar a descarga destes compostos em esgotos municipais.

3.9.12 Fluoretos

Fluoretos são utilizados, usualmente, como desinfetantes, inseticidas, na preservação da madeira, na indústria de vidros e esmaltes, em indústrias químicas e em tratamento de água, logo seus efluentes podem conter esse composto. Outras fontes são as pastas de dente, gomas de mascar, vitaminas e remédios (CETESB, 2009).

Concentrações de fluoreto acima de 1,5 mg/L, que é o valor máximo permitido pela Portaria Ministério da Saúde 518/04, aumentam a incidência da fluorose dentária, logo o controle desse composto também é necessário (BRASIL, 2004).

3.9.13 Compostos de Enxofre

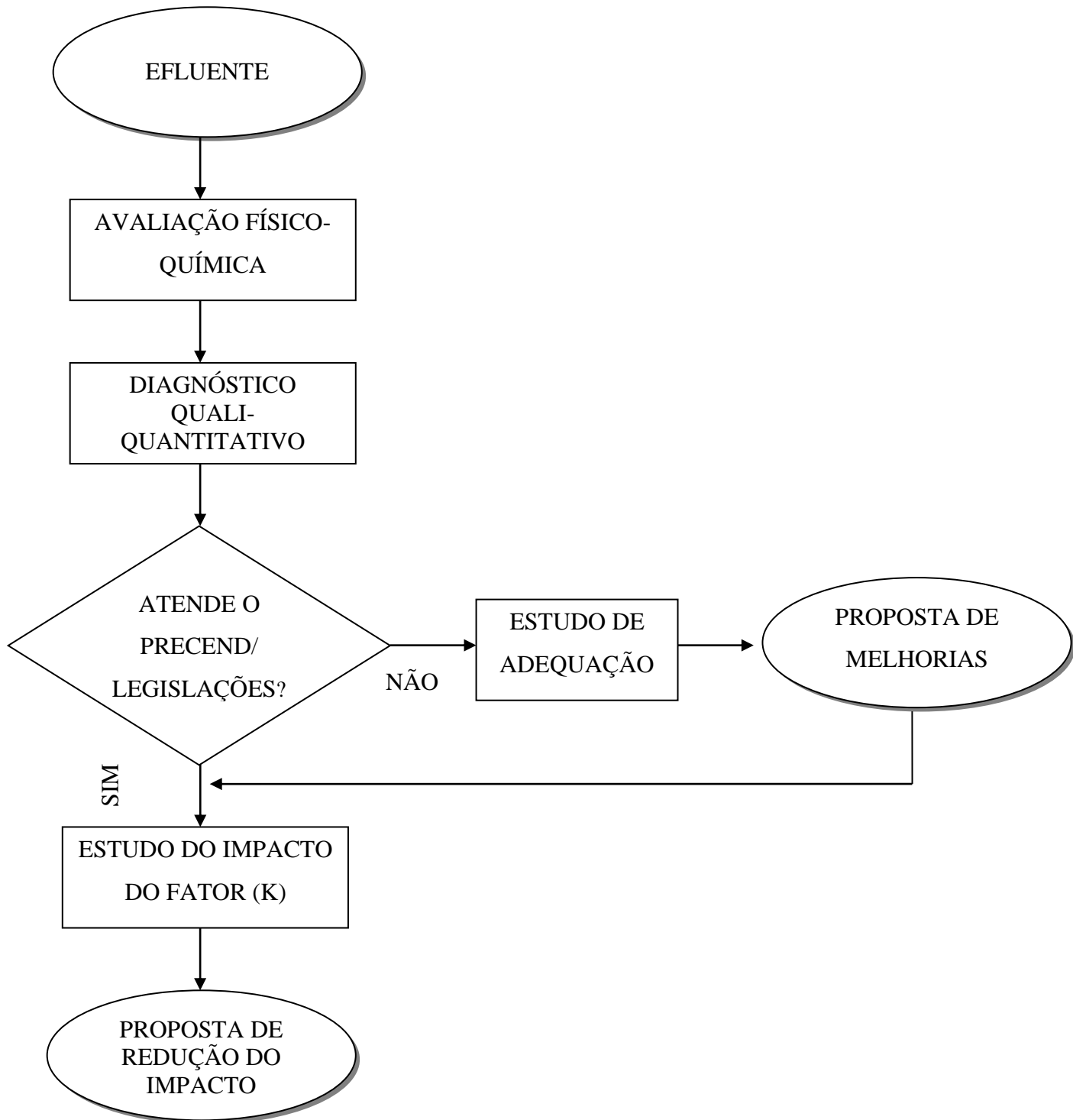
Sulfatos ocorrem naturalmente em águas ou como estágio final de oxidação de sulfetos, sulfitos e tiosulfatos, sendo esses compostos, provenientes de despejos de inúmeras atividades industriais, tais como curtumes, indústrias têxteis e outras que utilizam sulfatos ou ácido sulfúrico (METCALF & EDDY, 2013)

O pH é um fator fundamental na evolução do gás sulfídrico proveniente de águas que contenham sulfetos dissolvidos. Em pH superior a nove, a fração desse gás é muito baixa, porém em valores baixos de pH, há uma concentração elevada desse gás tóxico e volátil. (CAVALCANTI, 2011).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A Figura 3 apresenta as etapas metodológicas do trabalho, que serão, posteriormente, descritas nos tópicos pertinentes.

Figura 3: Fluxograma das etapas metodológicas do estudo.



4.1 Efluente hospitalar

O efluente em estudo é proveniente de um hospital público, localizado no município de Belo Horizonte-MG, que possui uma estrutura física com mais de sessenta mil metros quadrados de área construída, sendo considerado um dos maiores prestadores de serviços de saúde de Minas Gerais, com referência no tratamento de patologias de média e alta complexidade. Segundo relatório SIMEC (2013), são realizados 203.800 procedimentos por mês aproximadamente, incluindo partos, atendimentos de emergência, internações, exames laboratoriais, cirurgias, dentre outros.

Foram avaliados dados secundários do efluente gerado nos dois pontos de amostragem existentes no hospital. O primeiro ponto (AM01) recebe as águas residuais geradas pelas alas Sul, Norte, Leste e Oeste do hospital, e o segundo (AM02), o efluente gerado na lavanderia e Centro de Material Esterilizado (CME). A Figura 4 apresenta esses pontos de amostragem.

Figura 4: Pontos de amostragem do efluente no hospital, Belo Horizonte-MG.



Fonte: Setor de resíduos do Complexo Hospitalar.

4.2 Caracterização dos pontos de amostragem

No hospital, são gerados aproximadamente 475 m³/dia de efluente, sendo estes descartados na rede coletora de esgoto da COPASA, sem nenhum tratamento prévio.

O primeiro ponto de amostragem, responsável pela geração de, aproximadamente, 335 m³/dia, tem como pontos de geração as áreas de enfermagem, pronto atendimento, internação,

laboratórios, limpeza geral, centro cirúrgico, consultórios, sendo este efluente gerado na assepsia de mãos e braços, na lavagem de equipamentos e materiais, na limpeza de pisos, paredes e sanitários e outras atividades envolvidas em cada setor.

Já o segundo ponto, que é responsável pela geração de, aproximadamente, 140 m³/dia, tem como pontos de geração o centro de material esterilizado (CME) e a lavanderia, sendo este efluente gerado nas atividades de lavagem e esterilização de roupas, instrumentos e equipamentos médicos, e no descarte de efluentes provindos de lavadoras.

Para o cálculo e estimativa de geração de efluentes em cada ponto, foram utilizadas metodologias expostas no Manual de Lavanderia Hospitalar do Ministério da Saúde, e o consumo de água diária do hospital, sendo estes disponibilizados pelo próprio estabelecimento.

4.3 Amostragem

A coleta do efluente no hospital em questão é realizada pela empresa Limnos Hidrobiologia e Limnologia Ltda, a cada dois meses, em período integral, nos dois pontos de coleta de efluentes do hospital, AM01 e AM02. Após a coleta, esse efluente é encaminhado ao laboratório da própria empresa, que realiza a análise dos parâmetros de monitoramento estabelecidos pela COPASA. É confeccionado o relatório, com os devidos resultados e limites, além da metodologia utilizada, e este, posteriormente, encaminhado ao setor responsável pelo controle de efluentes no hospital.

Conforme a empresa responsável pela coleta, as etapas de coleta, preservação das amostras e análise seguem as metodologias descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*” (APHA, 2005).

4.4 Avaliação de dados secundários

Com o intuito de melhor conhecimento do efluente e determinação dos parâmetros de investigação, os relatórios de análise realizados pela empresa credenciada foram disponibilizados pelo hospital, no período de 07/06/2013 a 26/08/2016, totalizando 20 unidades, com os devidos parâmetros exigidos pela COPASA. Esses dados secundários são

gerados a cada dois meses, visando o atendimento ao Programa de Recebimento e Controle de Efluentes não Domésticos (PRECEND), que também é objeto de estudo desse trabalho. Eles serão analisados por estatística descritiva, visando a comparação com os padrões de lançamento exigidos por legislações federais, estaduais e municipais, para que assim possa se obter a identificação daqueles que mais acarretam problemas no atendimento ao PRECEND-COPASA e às legislações vigentes. Para determinação destes parâmetros, que possam vir a acarretar problemas, foram utilizadas técnicas de análise estatística descritiva e análise de variância (teste de Tukey), sendo estudados os parâmetros que se encontram acima do limite na série histórica.

Para a análise estatística descritiva foi utilizado o software Excel, e para análise de variância (ANOVA), o software Minitab, em que aqueles parâmetros, identificados pela análise descritiva, que possam vir a ocasionar algum problema ao meio ou algum encargo ao hospital foram estudados de forma mais detalhada, visando inferir qual a interferência deste parâmetro no lançamento, ao longo dos anos.

Para a análise de variância foi utilizado o teste de Tukey, com índice de confiança de 95%, em que foi testada a $H_0 \rightarrow$ Hipótese Nula: Os grupos de amostras são estatisticamente diferentes, e a $H_1 \rightarrow$ Hipótese 1: Os grupos de amostras não são estatisticamente diferentes. Através da análise do p valor, a hipótese nula foi ou não rejeitada. Se p valor < alpha (0,05) a hipótese nula foi rejeitada.

4.5 Parâmetros avaliados

A COPASA para atendimento ao PRECEND exige que o hospital monitore 28 parâmetros, sendo que dentre estes, foram selecionados aqueles que acarretam maiores problemas ao empreendimento, e assim, posteriormente, realizado um estudo mais aprofundado de quais as razões para tais alterações. Os parâmetros que são monitorados a cada dois meses e suas respectivas metodologias de coleta e análise estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5: Metodologia de coleta e análise dos parâmetros monitorados.

Parâmetros monitorados	Metodologia
Alumínio total	SM-3030 B, D, F e SM-3120

Amônia	SM-4500-NH ₃ D
Benzeno	SW846 EPA5021/EPA8260
Boro Total	SM-3030 B, D, F e SM-3120
Cianetos Totais	SM-4500 CN B, E
Cobre Total	SM-3030 B, D, F e SM-3120
Cromo Hexavalente	SM-3500 Cr+6
Cromo Total	SM-3030 B, D, F e SM-3120
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	SM-5210 B
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	SM-5220 D
Etilbenzeno	SW846 EPA5021/EPA8260
Fenóis Totais	SM-5530 D
Ferro Dissolvido	SM-3030 B e SM-3120
Fluoretos	SM-4110 B
Materiais sedimentáveis (sólidos sedimentáveis)	SM-2540 F
MBAS	SM-5540 C
Mercúrio Total	SM-3112 B
Níquel Total	SM-3030 B, D, F e SM-3120
Óleos e Graxas Totais	SM-5520 B
Prata Total	SM-3030 B, D, F e SM-3120
Sólidos Suspensos Totais	SM-2540 D
Sulfatos	SM-4110 B
Sulfeto Total	SM-4500 S-2 G
Tolueno	SW846 EPA5021/EPA8260
Xileno	SW846 EPA5021/EPA8260
Zinco Total	SM-3030 B, D, F e SM-3120
Ph	SM-4500 H+
Temperatura	SM-2550

4.6 Diagnóstico quali-quantitativo do efluente

O diagnóstico consistiu na identificação quali-quantitativa do efluente gerado no hospital. Com isso, foram analisados os produtos utilizados, as atividades e processos envolvidos e a característica do efluente gerado. Os dados de produtos utilizados foram fornecidos pelo próprio setor de resíduos e efluentes do hospital.

Assim sendo, esta etapa do trabalho se tornou muito importante, visto que nela foram cruzados os parâmetros mais importantes identificados na fase de avaliação, ou seja, aqueles que tem potencial de gerar impacto ao meio em que está sendo lançado, com as atividades e produtos que são gerados no hospital, tentando dessa maneira, identificar os motivos dos problemas envolvendo estes parâmetros e seu lançamento na rede coletora da COPASA.

4.7 Atendimento ao PRECEND e legislações vigentes

Nesta etapa, houve uma subdivisão dos parâmetros, pois foram avaliados aqueles que atenderam e não ao PRECEND e às legislações vigentes. Caso todos parâmetros tivessem atendido ao programa, haveria um estudo do fator “K” e seus impactos. Já para o caso de algum parâmetro ter extrapolado o limite de alguma legislação houve um estudo de adequação, para que assim pudesse atender ao programa e não houvesse a geração de multas ao hospital.

4.8 Estudo de adequação dos parâmetros

O estudo de adequação dos parâmetros foi realizado em casos em que os mesmos não atenderam ao PRECEND, desta maneira foi realizado um estudo do motivo desse não atendimento e qual a proporção deste impacto, ou seja, o porquê desses parâmetros não estarem em conformidade e em quanto o mesmo extrapolou o limite estabelecido, para que assim, fosse realizada a próxima etapa do trabalho, que foi a proposta de melhorias, levando em consideração os parâmetros e a eficiência necessária no tratamento.

4.9 Proposta de melhorias

A proposta de melhorias ocorreu quando os parâmetros não atenderam aos padrões de lançamento determinados pelo PRECEND. Assim sendo, esta etapa consistiu na proposição de melhorias visando a mitigação ou minimização dos impactos, ocasionando também ganhos para o hospital, já que o mesmo necessita arcar com multas quando esses padrões são ultrapassados.

Para a proposição foi levado em conta o custo benefício para o estabelecimento, visto que o mesmo não possui uma área física para instalação de uma estação de tratamento de efluentes, e por ser um hospital da rede pública, não possui uma verba específica para investimento nessa área, mesmo considerando todo o custo gerado pela extrapolação destes parâmetros.

4.10 Estudo do impacto do fator “k”

O estudo do impacto do Fator “K” foi realizado em todos os casos possíveis, ou seja, quando os parâmetros atenderam e não atenderam aos padrões de lançamento das legislações aplicáveis, já que este fator visa avaliar a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e os Sólidos Suspensos Totais (SST). No caso dos parâmetros que atenderam às legislações, o estudo foi realizado diretamente após a conclusão desta constatação, não necessitando de realização das duas etapas anteriormente citadas. No caso de não atendimento, foram realizadas todas as etapas descritas anteriormente, e após a proposição de melhorias para adequação dos parâmetros que não atenderam às legislações, foi realizado o estudo do impacto do Fator “K”.

Este estudo consistiu na avaliação da DQO e dos SST, e caso estivessem alterados, o motivo desta alteração foi avaliada, necessitando, desta maneira, de etapas anteriores, como por exemplo, o diagnóstico quali-quantitativo dos setores do estabelecimento em estudo.

Além disso, foi realizada uma avaliação da redução dos parâmetros, para que consequentemente fosse reduzido o fator “k” e os encargos extras gerados ao hospital, e através desta redução, se propusesse o sistema de tratamento mais vantajoso, visto que a eficiência é um dado necessário para uma proposição adequada.

4.11 Proposta de redução do impacto do fator “k”

A etapa de proposta de redução do impacto do fator “k” foi a última fase do trabalho, já que nela foram sugeridas medidas minimizadoras de impactos, visando, com isso, menores danos ao meio em que o efluente está sendo lançado, e também a diminuição do custo do Fator “K”, que foi pago pela instituição à COPASA. Esta etapa apenas foi realizada devido as alterações constatadas no estudo do Fator “K”, pois caso não existisse, não seria necessária a proposição de melhorias no aspecto de DQO e SST, já que os mesmos estariam atendendo ao padrão de lançamento estabelecido pelo PRECEND.

Ressaltando novamente que, assim como na etapa de proposta de melhorias, foi levado em consideração todo o custo benefício para o estabelecimento, visando o atendimento aos quesitos supracitados de área e verba disponíveis.

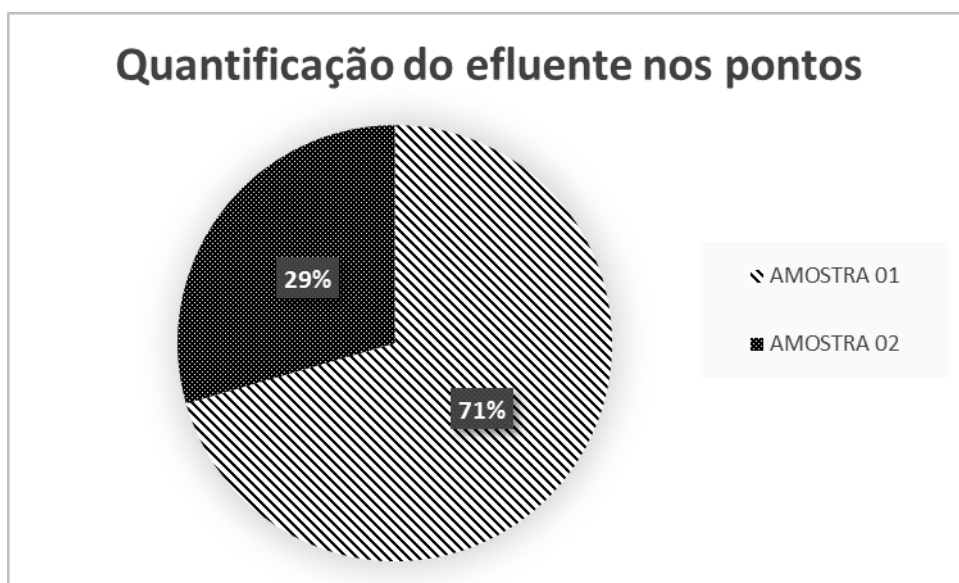
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Quantificação do efluente

O efluente gerado no hospital é coletado em dois pontos distintos: o AM 01, que tem como pontos de geração as alas Norte, Sul, Leste e Oeste e o AM 02, que contém as águas residuais da lavanderia e do centro de material esterilizado.

Conforme gráfico de setores ilustrado na Figura 5, pode-se identificar que o ponto de amostragem AM 01 é o que recebe a maior contribuição de efluentes, 71% do total, já no ponto AM 02, a geração é bem menor, cerca de 29%.

Figura 5: Quantificação do efluente nos pontos de amostragem.



5.2 Caracterização físico-química do efluente hospitalar

O Programa de Recebimento e Controle de Efluentes para Usuários Não Domésticos (PRECEND) da COPASA estabelece uma série de parâmetros que devem ser monitorados.

Além do programa, existem legislações, tanto federal quanto estadual, que estabelecem padrões de lançamento para o efluente em estudo. Desta maneira, caso o hospital não possa mais lançar seu efluente na rede coletora da COPASA, para lançamento direto no corpo receptor é necessário o atendimento a estas legislações.

Logo, os valores obtidos nas amostragens serão comparados tanto ao PRECEND quanto as legislações vigentes, seja no cenário federal ou estadual.

Para a caracterização, foram utilizados dados secundários fornecidos pelo hospital, estes são apresentados em forma de tabelas, ilustradas a seguir, onde estão contidas o número de amostras e a média dos valores coletados. Estas tabelas foram divididas por anos, com o objetivo de facilitar na visualização e permitindo uma comparação entre os parâmetros ao longo do tempo. As tabelas, na íntegra, encontram-se em anexo. A amostragem foi realizada pela empresa Limnos Hidrobiologia e Limnologia Ltda nos dois pontos de coleta (AM 01 e AM 02), no período de 24 horas, seguindo as orientações contidas na Nota Técnica T 187/4/2012, da COPASA. As coletas foram feitas a cada dois meses e os dados estão compreendidos entre Junho/2013 e Agosto/16, totalizando 20 amostragens.

Tabela 6: Caracterização físico-química do efluente hospitalar, período 2013 a 2016.

		Estatística descritiva - Amostra 01 - Alas Norte, Sul, Leste e Oeste do Hospital.				Estatística descritiva - Amostra 02 - Lavanderia e Centro de Material Esterilizado.											
Parâmetros	Unidade	2013		2014		2015		2016									
		n	Média	n	Média	n	Média	n	Média								
Condições de lançamento de efluentes/PRECEM																	
pH	-	4	6,670	6	7,065	6	6,918	4	6,948	4	8,598	6	7,913	6	7,190	4	8,428
Temperatura	°C	4	23,775	6	24,117	6	26,333	4	25,550	4	25,450	6	25,500	6	24,767	4	26,100
Sólidos sedimentáveis	mg/L	4	8,000	6	5,583	6	4,850	4	4,250	4	2,313	6	27,500	6	4,017	4	0,925
Óleos e Graxas Totais	mg/L	4	13,125	6	22,333	6	25,667	4	131,150	4	6,000	6	10,833	6	3,250	4	50,125
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	4	960,500	6	972,167	6	364,633	4	779,575	4	139,350	6	197,783	6	185,017	4	242,700
Demanda química de oxigênio	mg/L	4	1533,250	6	1650,000	6	1753,000	4	2304,425	4	260,000	6	396,000	6	492,133	4	602,500
Substâncias tensoativas	mg/L	4	3,473	6	4,005	6	5,847	4	2,955	4	1,885	6	4,110	6	2,535	4	2,758
Sólidos suspensos totais	mg/L	4	427,000	6	231,167	6	370,000	4	228,000	4	81,000	6	71,833	6	58,333	4	66,100
Parâmetros Inorgânicos																	
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	4	34,410	6	61,502	6	75,350	4	50,825	4	53,643	6	63,182	6	79,088	4	74,581
Alumínio Total	mg/L	4	0,838	6	0,517	6	0,495	4	0,403	4	0,555	6	0,228	6	0,220	4	0,145
Boro Total	mg/L	4	0,055	6	0,040	6	0,063	4	0,099	4	0,053	6	0,887	6	0,258	4	1,019
Cianetos Totais	mg/L	4	0,007	6	0,005	6	0,008	4	0,015	4	0,005	6	0,003	6	0,003	4	0,008
Cobre Total	mg/L	4	0,032	6	0,029	6	0,024	4	0,018	4	0,016	6	0,021	6	0,022	4	0,009
Cromo Hexavalente	mg/L	4	0,005	6	0,005	6	0,005	4	0,010	4	0,005	6	0,013	6	0,014	4	0,010
Cromo Total	mg/L	4	0,005	6	0,008	6	0,005	4	0,005	4	0,005	6	0,020	6	0,005	4	0,007
Fenóis Totais	mg/L	4	0,049	6	0,033	6	0,443	4	0,076	4	0,095	6	0,184	6	0,091	4	0,110
Ferro Dissolvido	mg/L	4	0,633	6	0,715	6	0,447	4	0,780	4	0,085	6	0,070	6	0,162	4	0,170

		Estatística descritiva - Amostra 01 - Alas Norte, Sul, Leste e Oeste do Hospital.				Estatística descritiva - Amostra 02 - Lavanderia e Centro de Material Esterilizado.											
Parâmetros	Unidade	2013		2014		2015		2016									
Condições de lançamento de efluentes/PRECEM		n	Média	n	Média	n	Média	n	Média								
luoretos	mg/L	4	2,365	6	0,760	6	0,831	4	14,010	4	0,890	6	0,618	6	0,855	4	0,605
Mercúrio Total	mg/L	4	0,000	6	0,000	6	0,000	4	0,002	4	0,001	6	0,000	6	0,000	4	0,002
Níquel Total	mg/L	4	0,004	6	0,022	6	0,006	4	0,005	4	0,002	6	0,042	6	0,006	4	0,005
Prata Total	mg/L	4	0,002	6	0,001	6	0,001	4	0,003	4	0,001	6	0,001	6	0,001	4	0,003
Sulfatos	mg/L	4	18,250	6	24,308	6	14,398	4	21,185	4	42,125	6	38,827	6	34,553	4	67,705
Sulfeto Total	mg/L	4	0,020	6	0,005	6	0,423	4	1,914	4	0,001	6	0,004	6	0,352	4	0,224
Zinco Total	mg/L	4	0,108	6	0,128	6	0,094	4	0,203	4	0,275	6	0,115	6	0,081	4	0,099
Parâmetros Orgânicos																	
Benzeno	µg/L	4	7,173	6	1,000	6	1,000	4	14,551	4	10,933	6	1,000	6	1,000	4	14,501
Etilbenzeno	µg/L	4	1,000	6	1,800	6	1,000	4	20,858	4	1,000	6	1,000	6	1,000	4	20,751
Tolueno	µg/L	4	11,420	6	1,000	6	1,000	4	18,016	4	1,000	6	1,000	6	1,000	4	18,001
Xileno	µg/L	4	1,000	6	1,322	6	1,000	4	49,041	4	1,000	6	1,000	6	1,000	4	49,001

Para melhor ilustrar o trabalho realizado, os dados obtidos foram transformados em gráficos, para que se possa realizar uma análise estatística descritiva mais precisa dos parâmetros, comparando cada um deles ao longo dos anos e nos diferentes pontos de amostragem.

Nesta etapa, foi realizada uma caracterização individual de cada parâmetro, porém, foram avaliados somente aqueles que extrapolaram o limite estabelecido por alguma legislação em algum dos pontos de amostragens.

Logo, os parâmetros Alumínio Total, Boro Total, Cianetos Totais, Cobre Total, Cromo Hexavalente, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Mercúrio Total, Níquel Total, Prata Total, Sulfatos, Zinco Total, Benzeno, Etilbenzeno, Tolueno e Xileno não foram avaliados nesta fase, uma vez que, em todas as amostragens realizadas, se encontraram dentro do limite. Os gráficos desses parâmetros não avaliados individualmente se encontram anexos ao trabalho.

Além desta análise estatística descritiva, também foi realizada uma análise de variância (ANOVA), em que os parâmetros identificados como de maior problema, pela análise descritiva, foram estudados de forma mais detalhada.

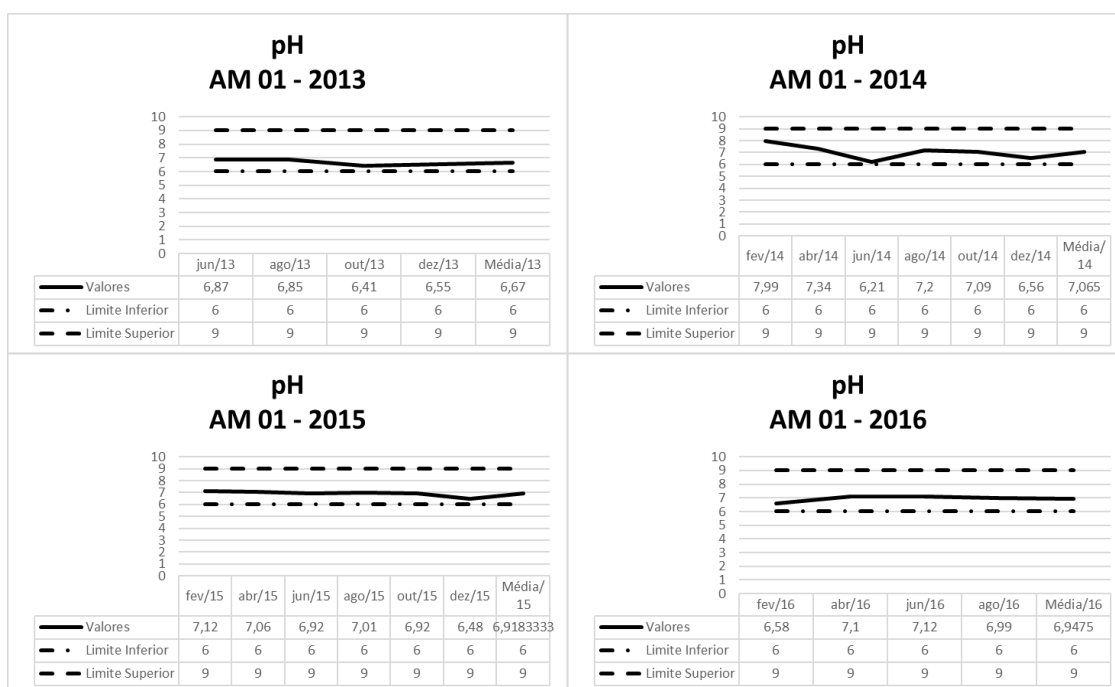
5.2.1 pH

Os valores amostrados de pH foram comparados, no estudo, ao limite inferior e superior mais restritivos, ou seja, aqueles que se aproximam mais do pH neutro, ou pH ideal. Dessa forma, este limite ficou entre 6 e 9, de acordo com o PRECEND, a CONAMA 430 e a COPAM/CERH 01.

Ponto de Amostragem - AM 01

A Figura 6 apresenta o gráfico dos valores coletados para o parâmetro pH no ponto de amostragem AM 01, comparados ao limite superior e inferior.

Figura 6: Valores coletados do parâmetro pH (AM 01), com limite inferior de 6 e superior de 9.

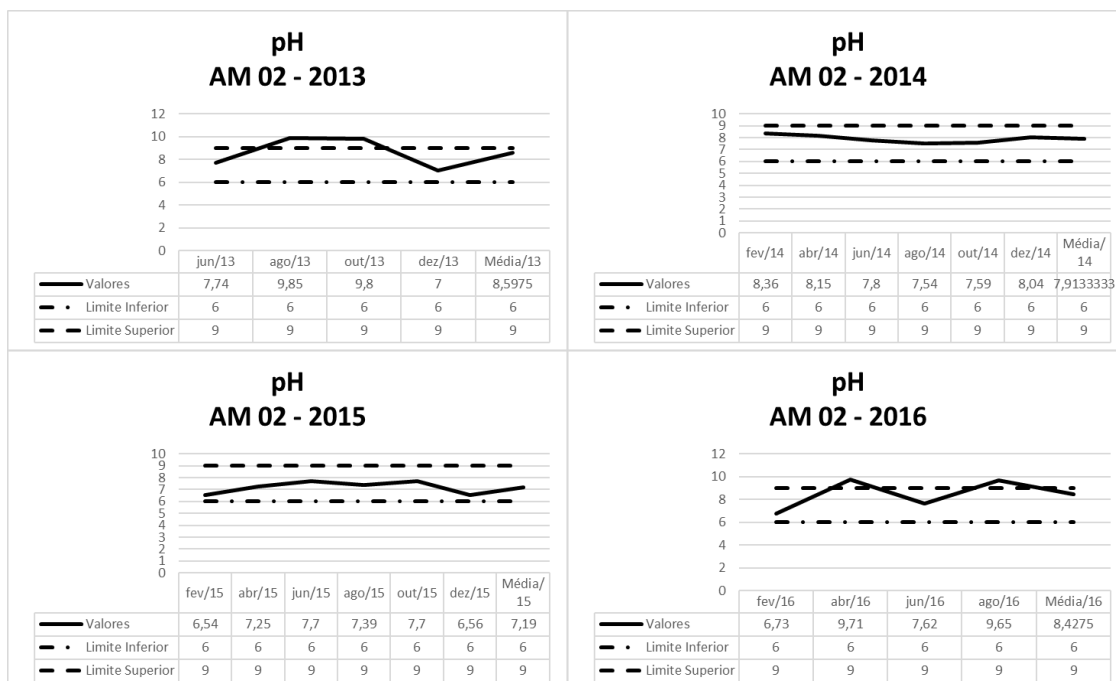


Para o ponto de amostragem AM 01, os valores de pH variaram entre 6,21 (jun/14) e 7,99 (fev/14), adotando limite superior de 9 e limite inferior de 6.

Analisando os valores obtidos nas coletas, todas as amostras permaneceram dentro do limite estabelecido, ou seja, em nenhum momento ultrapassaram o limite de quaisquer que sejam as legislações. Pode-se concluir, então, que para esse ponto de amostragem, o pH não é um parâmetro que pode vir a causar danos ao meio em que está sendo lançado.

Ponto de Amostragem - AM 02

A Figura 7 apresenta o gráfico dos valores coletados para o parâmetro pH no ponto de amostragem AM 02.

Figura 7: Valores coletados do parâmetro pH (AM 02).

A coleta realizada no ponto de amostragem AM 02 se apresentou com uma variação de pH de 6,54 a 9,85. Neste caso, como o limite de tolerância foi ultrapassado, será analisado os limites de cada legislação separadamente.

O limite de tolerância estabelecido pela Nota Técnica T.187/4/2012 está entre 6 e 10, pela Resolução CONAMA N° 430/2011 entre 5 e 9, e pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n°01/2008 entre 6 e 9.

Analisando primeiramente a Nota Técnica que regulamenta o PRECEND, os valores encontrados na coleta não ultrapassaram o limite em nenhuma ocasião, atendendo ao programa da COPASA. Já se comparado à CONAMA e à COPAM/CERH, os valores se encontraram acima do limite nas coletas realizadas em agosto e outubro de 2013, e em abril e agosto de 2016. Mesmo com estes valores, as médias anuais se mantiveram dentro do limite para todas as legislações. Logo, o pH pode vir a se tornar um problema caso seja lançado diretamente no corpo receptor, porém, está atendendo ao que é estabelecido pela COPASA para lançamento em sua rede coletora.

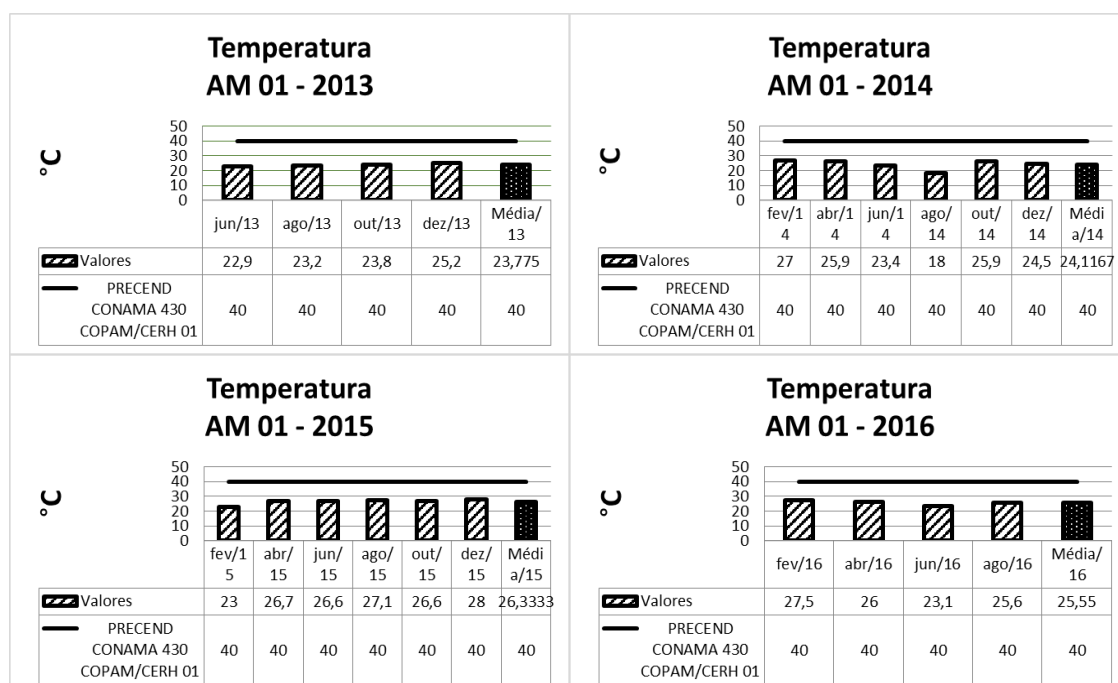
5.2.2 Temperatura

Os valores de temperatura amostrados foram comparados aos limites estabelecidos pelo Nota Técnica T.187/4, pela Resolução CONAMA N° 430 e pela Deliberação Normativa COPAM/CERH N° 01.

Ponto de Amostragem - AM 01

A figura 8 apresenta o gráfico dos valores coletados para o parâmetro temperatura no ponto de amostragem AM 01.

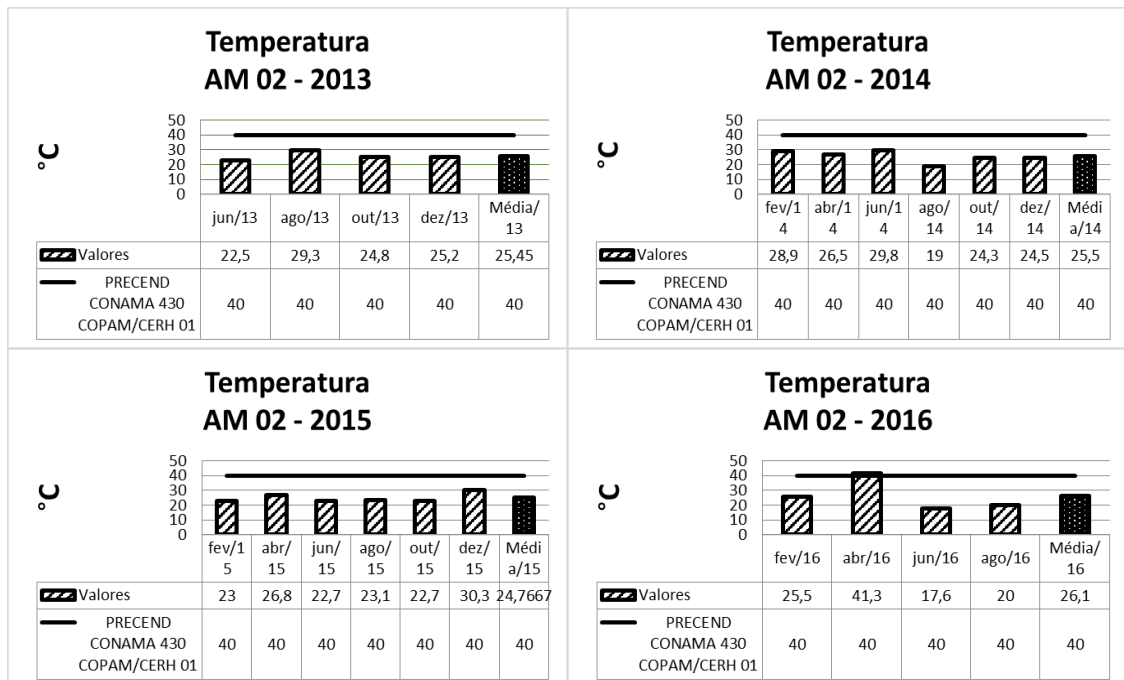
Figura 8: Valores coletados do parâmetro temperatura (AM 01).



Os valores de temperatura variaram entre 18°C e 28°C, não apresentando nenhuma preocupação, e não se justificando um estudo específico. Mesmo nos meses em que as temperaturas se encontram mais elevadas, devido ao período de verão, a temperatura se manteve abaixo dos 40°C, que é o limite estabelecido pelas três legislações.

Ponto de Amostragem - AM 02

A Figura 9 apresenta o gráfico dos valores coletados para o parâmetro temperatura no ponto de amostragem AM 02.

Figura 9: Valores coletados do parâmetro temperatura (AM 02).

As temperaturas encontradas no ponto de amostragem AM 02 variam de 17,6°C a 41,3°C, tendo uma margem de variação maior que aquele encontrado no AM 01.

Os valores amostrados neste ponto foram, em média, mais elevados do que aqueles encontrados no primeiro ponto, chegando a ultrapassar o limite no mês de abril de 2016. Estes valores maiores podem ser explicados pela natureza do efluente, uma vez que este é proveniente da lavanderia e centro de material esterilizado, em que as temperaturas são geralmente mais elevadas. Porém, se forem analisadas as médias anuais e os valores encontrados na maioria das amostragens, este parâmetro não vem a ser preocupante para o meio em que está sendo lançado.

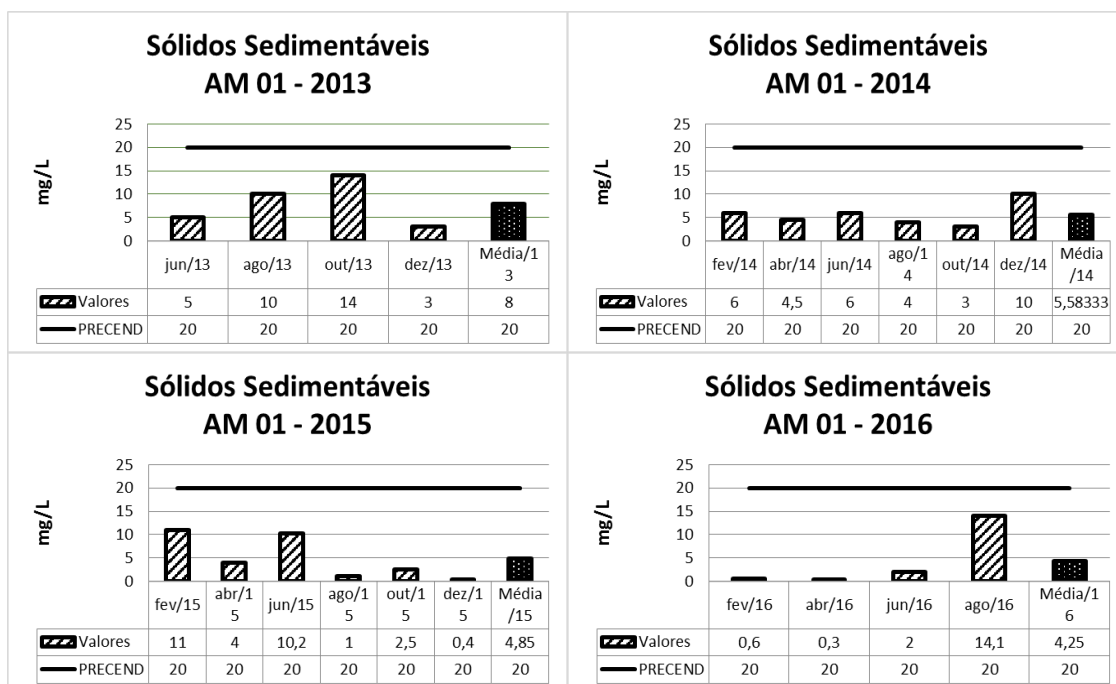
5.2.3 Sólidos Sedimentáveis

Para a comparação dos valores coletados de sólidos sedimentáveis, foi utilizado o padrão fornecido pela Nota Técnica T.187/4, uma vez que não há nenhuma legislação municipal, estadual ou federal que fixe valor para este parâmetro.

Ponto de Amostragem - AM 01

A Figura 10 apresenta o gráfico de sólidos sedimentáveis para o ponto de amostragem AM 01.

Figura 10: Valores coletados do parâmetro sólidos sedimentáveis (AM 01).

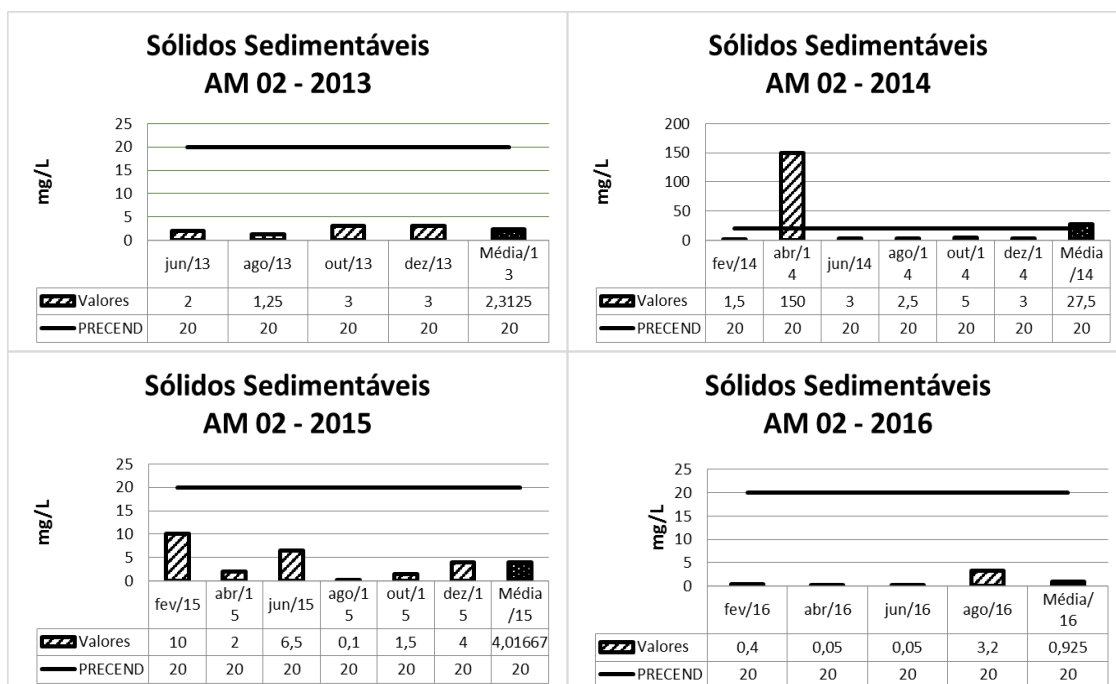


O parâmetro sólidos sedimentáveis variou, ao longo dos anos, entre 0,3 mg/L e 14,1 mg/L, tendo o limite de lançamento estabelecido pela Nota Técnica T.187/4 em 20 mg/L.

Analisando os gráficos, pode-se afirmar que, em todas as campanhas de coleta realizadas nos quatro anos analisados, os sólidos sedimentáveis em nenhum momento estiveram acima do limite estabelecido pela Nota Técnica que regulamenta o PRECEND. Logo, pelos dados obtidos, não é um parâmetro que pode vir a ocasionar maiores danos ao meio em que está sendo lançado.

Ponto de Amostragem - AM 02

A Figura 11 apresenta o gráfico obtido no ponto de amostragem AM 02, sendo os valores comparados ao limite estabelecido pela Nota Técnica T.187/4.

Figura 11: Valores coletados do parâmetro sólidos sedimentáveis (AM 02).

Para o ponto de amostragem AM 02, os valores variaram entre 0,05 mg/L e 150 mg/L, tendo um ponto de pico no ano de 2014, ultrapassando o limite de 20 mg/L estabelecido para o PRECEND.

Os valores obtidos neste ponto, de modo geral, se mostraram um pouco menores que aqueles coletados no ponto AM 01, porém, ultrapassaram o limite de tolerância em uma ocasião, no mês de abril de 2014. Devido ao alto valor encontrado neste mês, a média desse ano se encontra elevada, mesmo com os outros valores se mantendo abaixo do limite.

Portanto, apesar de haver um grande pico no ano de 2014, esse parâmetro não pode ser considerado de risco, visto que na série histórica ele se manteve abaixo do limite estabelecido para o PRECEND nas demais coletas, sendo descaracterizada a amostragem do mês de abril de 2014, podendo ter ocorrido algum erro no procedimento analítico ou amostral.

5.2.4 Óleos e Graxas Totais

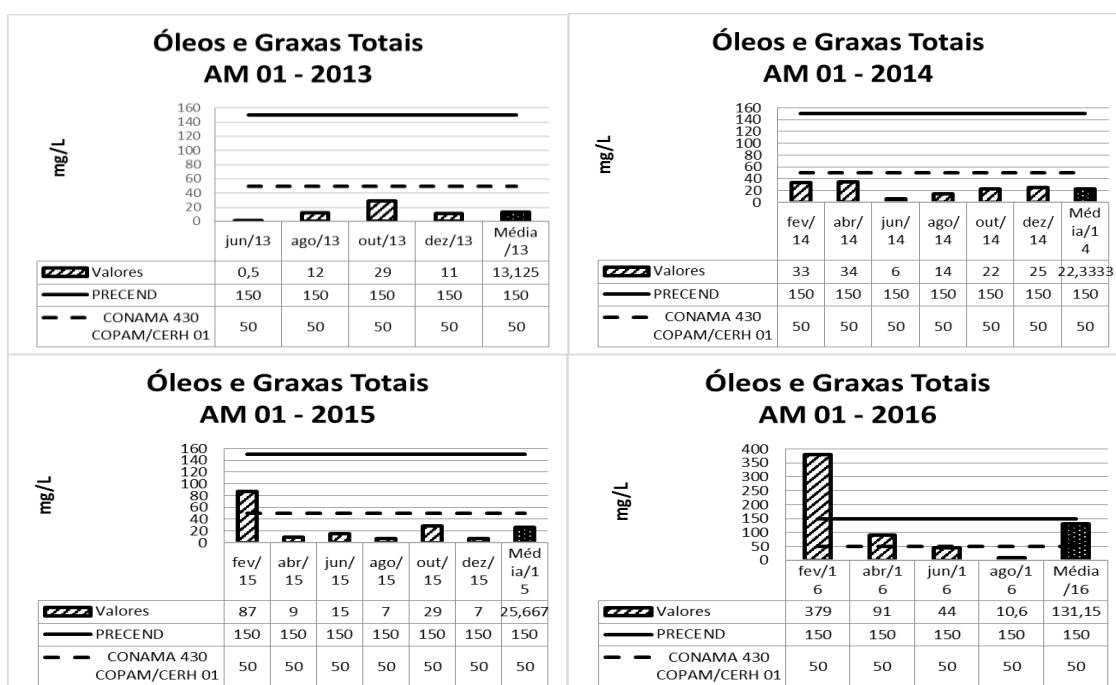
Os valores obtidos nas coletas, para o parâmetro óleos e graxas totais, foram comparados com a Nota Técnica T.187/4, com a Resolução CONAMA N° 430 e com

a DN COPAM/CERH N° 01, sendo que nas duas legislações, tanto federal quanto estadual, foram utilizados os padrões para óleos vegetais e gorduras animais, uma vez que este parâmetro é subdividido em óleo mineral e óleos vegetais/gorduras animais. Como o estudo se refere ao efluente gerado em um hospital, os óleos e graxas gerados serão, em sua maioria, de origem vegetal e humana.

Ponto de Amostragem - AM 01

Na Figura 12 são apresentados os gráficos referentes ao parâmetro óleos e graxas no ponto de amostragem AM 01.

Figura 12: Valores coletados do parâmetro óleos e graxas totais (AM 01).



O parâmetro óleos e graxas totais, durante os anos amostrados, variou entre 0,5 mg/L e 379 mg/L, tendo os limites de lançamento estabelecidos em 150 mg/L e 50 mg/L, sendo o primeiro pela Nota Técnica do PRECEND, e o segundo pela CONAMA 430 e pela COPAM/CERH 01.

Analisando o parâmetro ao longo dos anos, pode-se concluir que o hospital, apenas em uma amostragem, no ano de 2016, ultrapassou o limite estabelecido pelo PRECEND, no mês de fevereiro, já que nos meses anteriores e seguintes os valores mantiveram-se abaixo do limite.

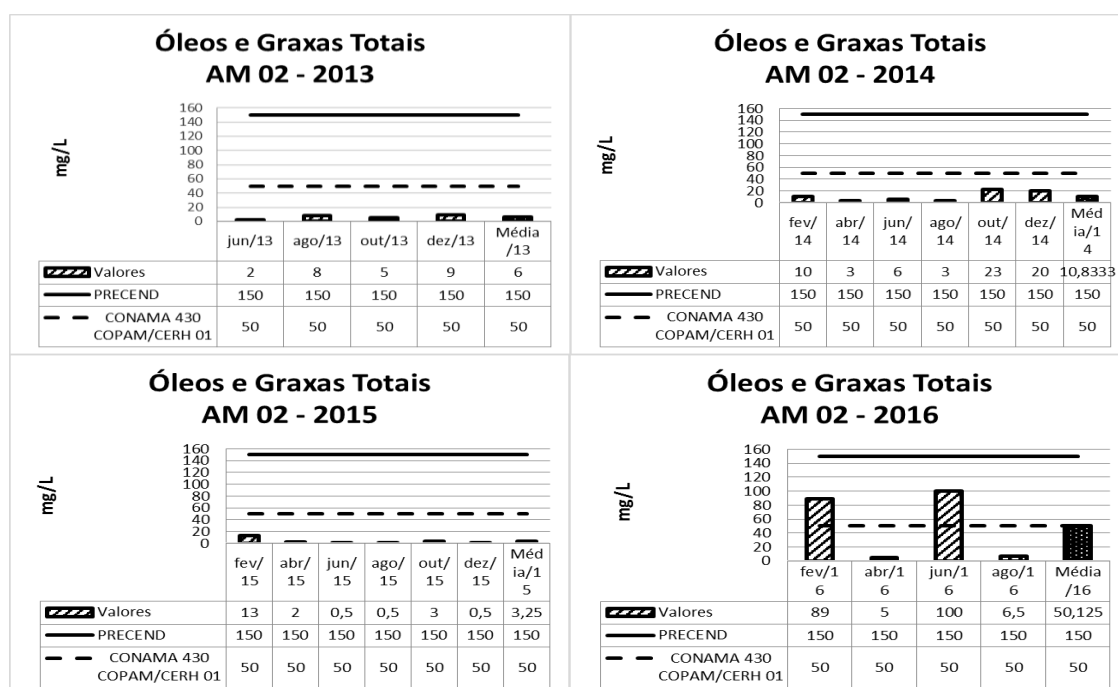
Porém, analisando as legislações federal e estadual, em que o limite de tolerância é menor, os valores encontrados se aproximaram mais do limite, e, em alguns casos, chegaram a ultrapassá-lo, como nos anos de 2015 e 2016.

Assim, conclui-se que este parâmetro poderá causar algum dano ao meio em que está sendo lançado, caso seja considerado o lançamento direto no corpo receptor e cumprindo os limites estabelecidos pela CONAMA e COPAM/CERH, principalmente devido a média encontrada no ano de 2016, necessitando de atenção especial. Mas, para o PRECEND, o atendimento acontece em sua maioria na série histórica, não sendo necessária nenhuma medida para se adequar ao programa, sendo descaracterizada a coleta realizada em fevereiro de 2016, visto que o valor se encontrou bastante alterado, se comparado à média histórica, podendo se inferir que tenha ocorrido algum erro na coleta ou análise realizadas.

Ponto de Amostragem - AM 02

Assim como analisado no ponto de amostragem AM 01, no AM 02 o parâmetro foi comparado à Nota Técnica do PRECEND, à CONAMA 430 e à COPAM/CERH 01. Os valores foram apresentados em forma de gráfico na Figura 13.

Figura 13: Valores coletados do parâmetro óleos e graxas totais (AM 02).



O parâmetro amostrado para o ponto AM 02 variou entre 0,5 mg/L e 100 mg/L, e, assim como no ponto AM 01, foi comparado aos limites de 150 mg/L e 50 mg/L.

Os valores obtidos de óleos e graxas para este ponto ao longo de todos os anos estiveram abaixo do limite de tolerância se comparados ao estabelecido para o PRECEND e às legislações, excetuando a coleta realizada em fevereiro e junho de 2016, em que os valores ultrapassaram o limite estabelecido pela CONAMA 430 e COPAM/CERH 01.

Logo, este parâmetro, no ano de 2016, tornou-se de importância, já que em duas coletas, 50% das amostragens do ano, ultrapassaram os limites estabelecidos pelas legislações federal e estadual. Necessita-se de atenção especial, visto que se o seu lançamento for realizado diretamente no corpo receptor, não irá atender às especificações estabelecidas, mesmo que atualmente esteja atendendo o estabelecido pela nota técnica do PRECEND.

5.2.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio, a única legislação que impõe limite é a COPAM/CERH 01, logo, os valores foram comparados apenas com o disposto nesta legislação.

Ponto de Amostragem - AM 01

A Figura 14 apresenta os gráficos gerados no *Excel* para este parâmetro no ponto de amostragem AM 01, e a Figura 15 os gráficos gerados no *Minitab*.

Figura 14: Valores coletados do parâmetro demanda bioquímica de oxigênio (AM 01).

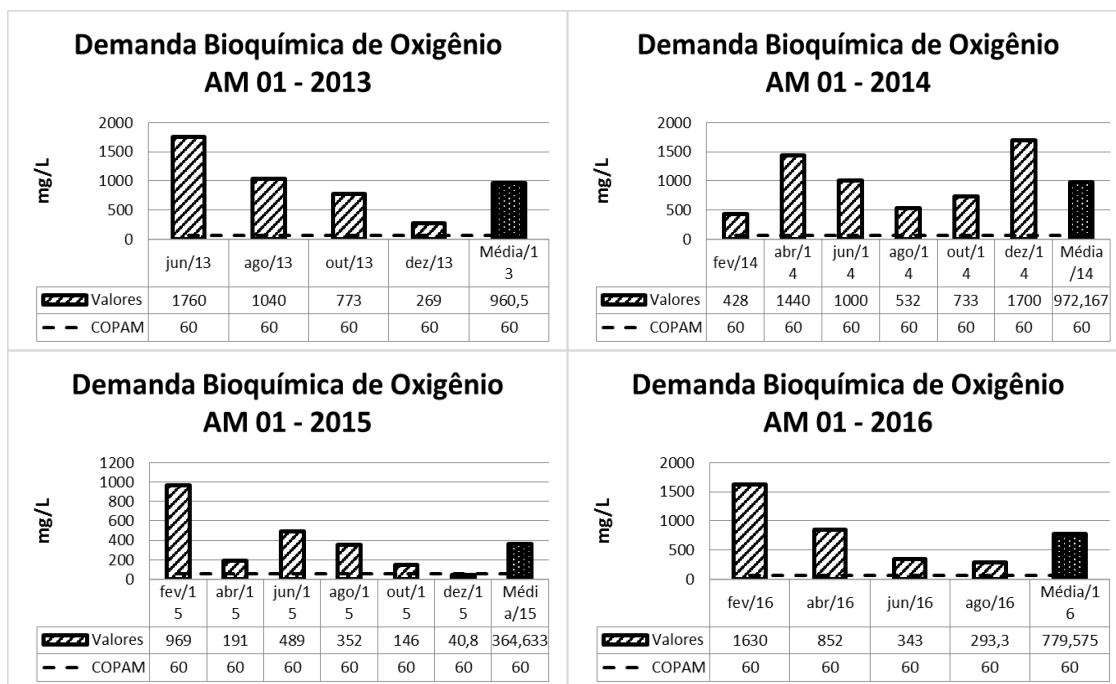
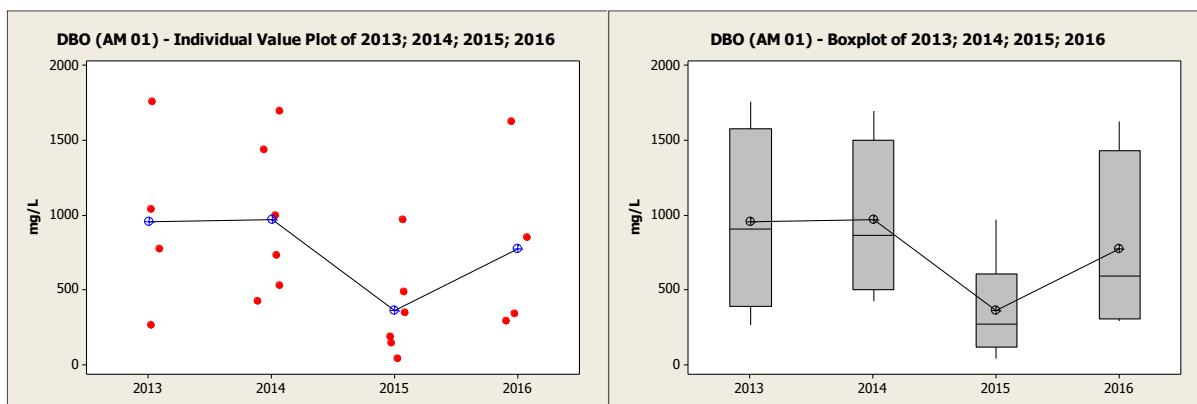


Figura 15: Análise de variância – ANOVA para o parâmetro DBO (AM 01).



O parâmetro DBO, ao longo dos anos de coletas realizadas, variou entre 40,8 mg/L e 1760 mg/L, e foi comparado ao valor estabelecido pela COPAM/CERH 01, que é de 60 mg/L.

Conforme pode-se visualizar nos gráficos da Figura 14, os valores ultrapassaram o limite estabelecido em todas as campanhas. Dessa forma, a partir desse dado, pode-se realizar uma crítica ao programa de recebimento de efluentes não domésticos da COPASA, visto que este parâmetro se encontrou bastante elevado e não há nenhum controle estabelecido pela nota técnica implementada pela companhia.

Comparando os valores obtidos aos valores de efluente bruto doméstico citado por Von Sperling (2005), há uma grande disparidade, em que os valores das campanhas se encontram entre 40,8-1760 mg/L, e o valor de referência deste autor se encontra entre 150-200 mg/L.

Pode-se concluir que para este parâmetro, no ponto de amostragem AM 01, que o efluente necessita de um maior controle, visto que os valores de DBO estão muito elevados quando comparados ao que é estabelecido pela Deliberação Normativa COPAM/CERH N° 01.

Realizando a análise pelos gráficos de ANOVA e pelo p valor (0,198) gerado nas comparações anuais, pode-se identificar que a hipótese nula não foi rejeitada, já que o p valor obtido foi maior que alpha. Assim sendo, os grupos de amostras são estatisticamente diferentes, identificando uma instabilidade nas amostragens realizadas e conseqüentemente, no lançamento do parâmetro ao longo dos anos.

Ponto de Amostragem - AM 02

A Figura 16 apresenta os gráficos anuais, gerados no *Excel*, da Demanda Bioquímica de Oxigênio para o ponto de amostragem AM 02 e a Figura 17 os gráficos da ANOVA gerado no Minitab.

Figura 16: Valores coletados do parâmetro demanda bioquímica de oxigênio (AM 02).

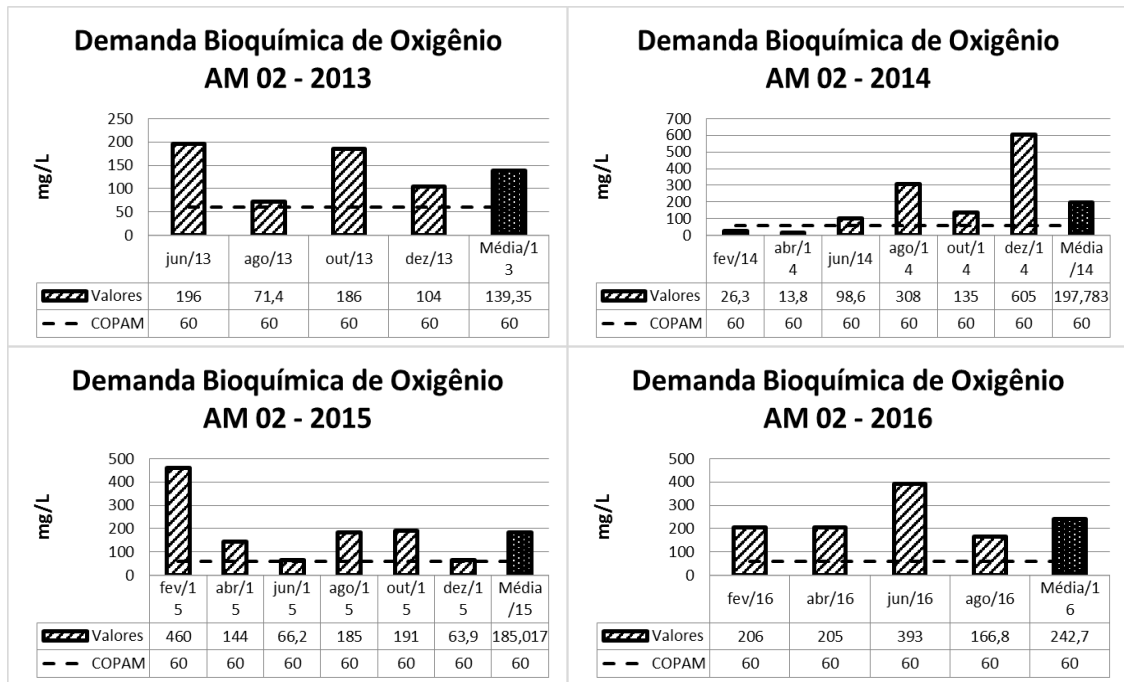
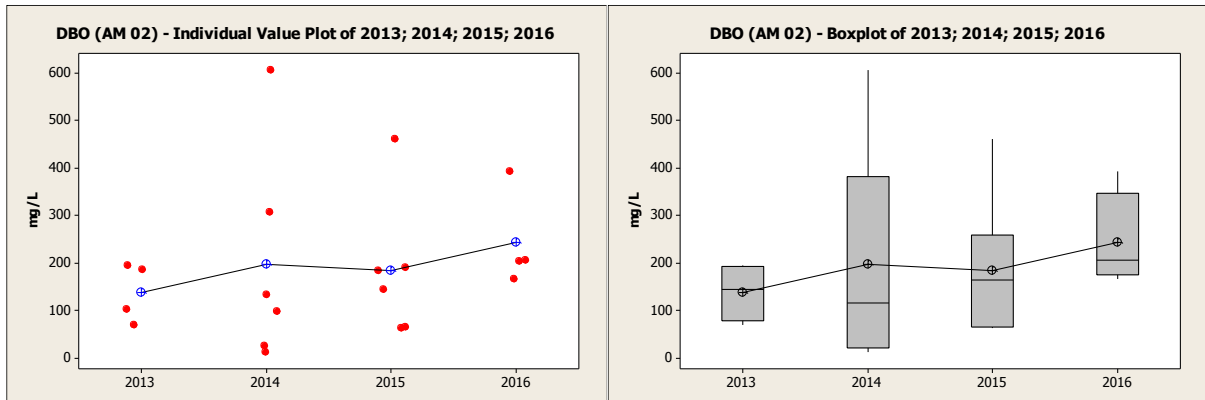


Figura 17: Análise de variância – ANOVA para o parâmetro DBO (AM 02).



Os valores encontrados no ponto AM 02, para DBO, estão variando entre 13,8 mg/L e 605 mg/L, comparados ao mesmo limite do ponto anterior.

Pelos valores obtidos neste ponto de amostragem, percebe-se que estes se encontraram inferiores àqueles encontrados no ponto AM 01. Isso pode ser explicado pela característica e natureza do efluente em cada ponto. Logo, pode-se inferir que a quantidade de matéria orgânica gerada no ponto AM 01 é bem maior que a gerada no AM 02, já que o primeiro efluente é provindo de todas as alas do hospital e o segundo apenas da lavanderia e do centro de material esterilizado.

Mesmo estes valores estando menores, se comparados ao primeiro ponto de amostragem, na maior parte das coletas realizadas, os valores se apresentaram acima do limite estabelecido pela legislação, sendo necessária, então, a adoção de medidas de controle para este parâmetro.

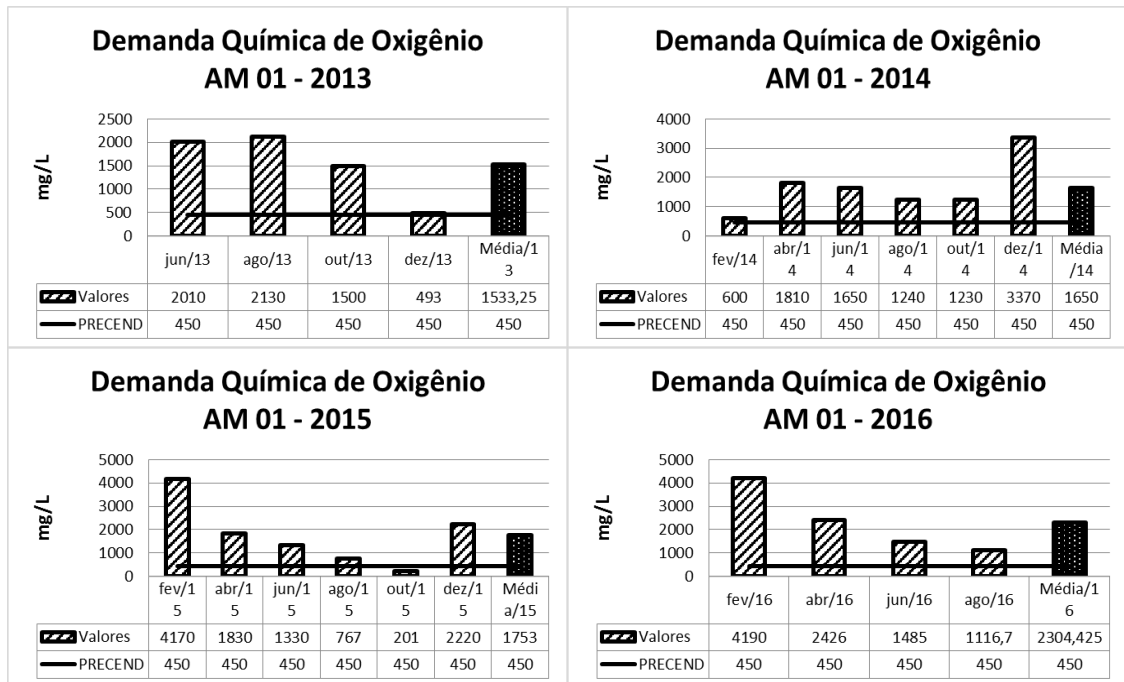
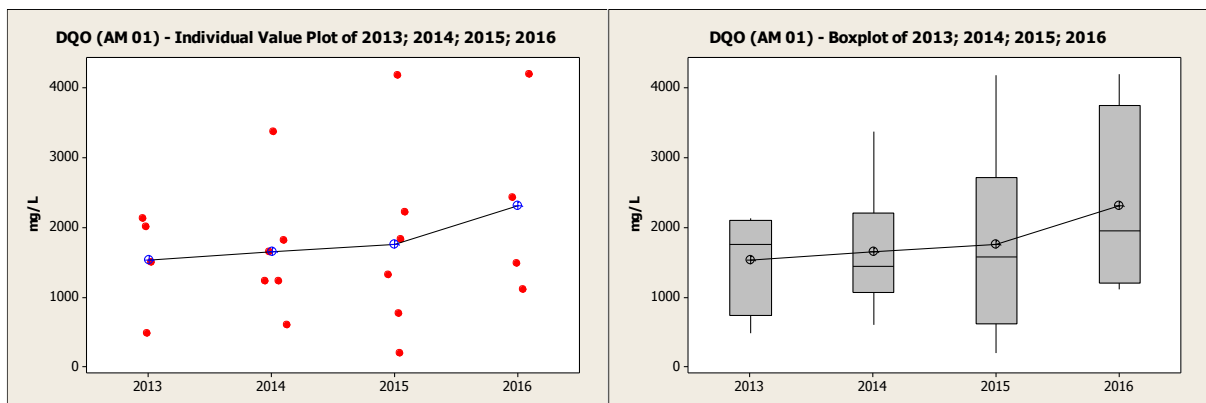
Pela análise da ANOVA, percebe-se uma tendência evolutiva do parâmetro ao longo dos anos. Porém pela análise do p valor (0,833), a hipótese nula não foi rejeitada e os grupos de amostras são estatisticamente diferentes, sinalizando com isso uma instabilidade das amostragens e dos lançamentos ao longo dos anos.

5.2.6 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Para a análise do parâmetro Demanda Química de Oxigênio, os valores obtidos nas coletas realizadas foram comparados ao limite estabelecido para o PRECEND. Este parâmetro é um dos utilizados para calcular o fator de carga poluidora “k”, que é o fator decorrente do despejo deste efluente na rede coletora da COPASA.

Ponto de Amostragem - AM 01

Os gráficos, gerados no *Excel*, referentes à Demanda Química de Oxigênio no ponto de amostragem AM 01, estão apresentados na Figura 18. E na Figura 19, estão os gráficos da análise de variância .

Figura 18: Valores coletados do parâmetro demanda química de oxigênio (AM 01).**Figura 19:** Análise de variância – ANOVA para o parâmetro DQO (AM 01).

Os valores, para o parâmetro estudado, variaram entre 201 mg/L e 4190 mg/L, adotando-se como limite para comparação, o estabelecido para o PRECEND, no fator “k”, ou seja, 450 mg/L.

Os valores obtidos, conforme análise do gráfico, apresentaram-se acima do limite estabelecido pelo PRECEND, exceto no mês de Outubro de 2015. Desta maneira, este parâmetro poderá ocasionar problemas ao meio ambiente e onerações extras ao hospital, uma vez que, extrapolado o limite, há a geração de encargos ao empreendimento devido ao fator de carga poluidora K.

Observando-se os gráficos da análise de variância, pode-se inferir que os grupos de amostras são estatisticamente diferentes, já que o p valor (0,782) foi maior que alpha, mostrando que há uma instabilidade nas amostragens realizadas e do lançamento deste parâmetro no efluente gerado.

Além destas constatações, Von Sperling (2005) cita que a relação DQO/DBO varia de 1,5 a 2,0 para o efluente doméstico, podendo esta relação trazer informações importantes sobre a natureza do efluente, tais como a presença de materiais biodegradáveis ou recalcitrantes. Valores na faixa de 1,5 a 2,5 sugerem que os poluentes presentes no efluente sejam majoritariamente biodegradáveis, já valores superiores a 5 sugerem a presença de poluentes recalcitrantes ou não biodegradáveis (METCALF e EDDY, 2013).

A Tabela 7 mostra a relação DQO/DBO calculada para as amostragens realizadas a partir de junho de 2013.

Tabela 7: Relação DQO/DBO do ponto de amostragem AM 01.

Relação DQO/DBO			
AM 01			
jun/13	1,1	fev/15	4,3
ago/13	2,0	abr/15	9,6
out/13	1,9	jun/15	2,7
dez/13	1,8	ago/15	2,2
fev/14	1,4	out/15	1,4
abr/14	1,3	dez/15	54,4
jun/14	1,7	fev/16	2,6
ago/14	2,3	abr/16	2,8
out/14	1,7	jun/16	4,3
dez/14	2,0	ago/16	3,8

No ponto de amostragem AM 01, analisando a relação entre a demanda química e bioquímica de oxigênio, pode-se inferir que a natureza da matéria presente neste ponto se trata, majoritariamente, de biodegradáveis, visto que apenas nas amostragens de abril e dezembro de 2015, a relação se caracterizou acima de 5,0.

Ponto de Amostragem - AM 02

Na Figura 20 são expressos os gráficos do *Excel* para o parâmetro Demanda Química de Oxigênio no ponto de amostragem AM 02, e na figura 21 os gráficos da ANOVA.

Figura 20: Valores coletados do parâmetro demanda química de oxigênio (AM 02).

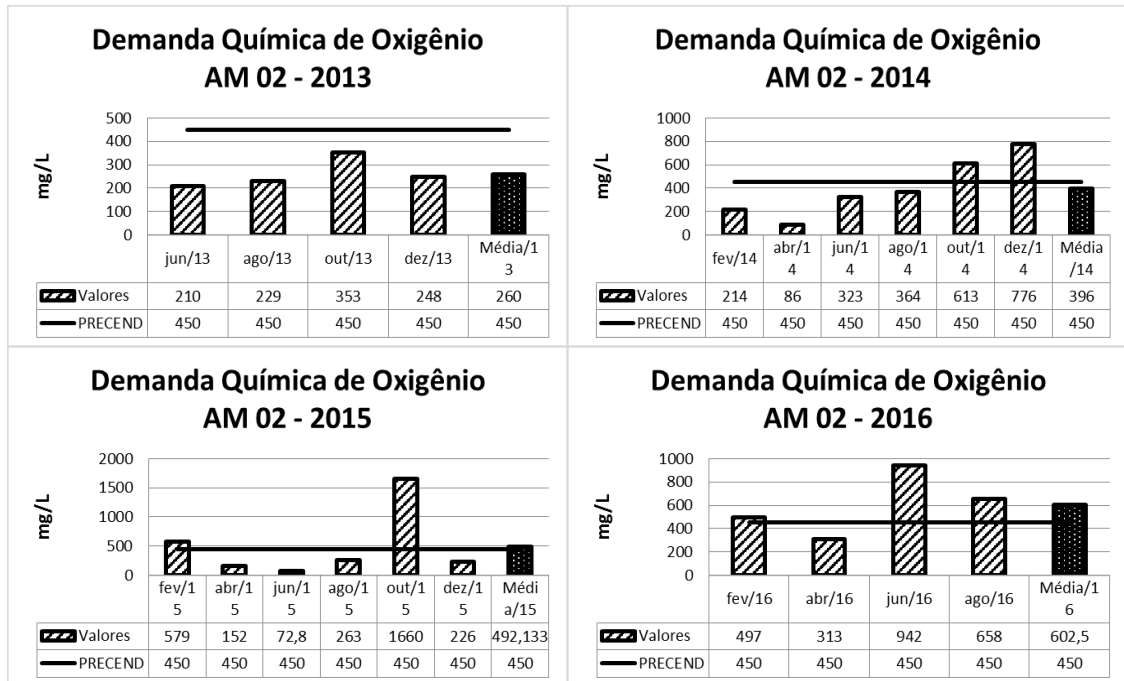
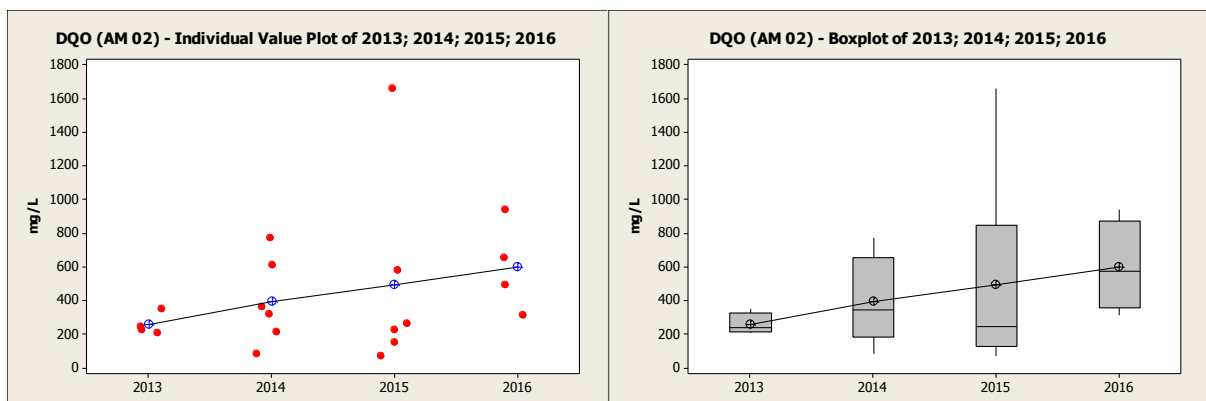


Figura 21: Análise de variância – ANOVA para o parâmetro DQO (AM 02).



Neste ponto de amostragem, os valores variaram de 72,8 mg/L a 1660 mg/L, valores muito inferiores àqueles encontrados no primento ponto, e os mesmos foram comparados ao limite estabelecido pela Nota Técnica T.187/4 que regulamenta o PRECEND .

Observa-se, para este ponto, que os valores obtidos para a DQO foram inferiores àqueles obtidos no AM 01. Apesar disso, em várias das campanhas realizadas, eles se mantiveram acima do limite estabelecido pelo PRECEND, podendo, desta maneira, também gerar encargos ao hospital e danos ao meio em que irá ser lançado. Por isso, medidas minizadoras de impactos devem ser adotadas.

Assim como na análise da DBO, a DQO mais elevada no ponto AM 01 indica uma maior quantidade de matéria orgânica neste ponto, explicada pela natureza do efluente de cada ponto de geração.

Já pela análise de variância, identifica-se a tendência evolutiva do parâmetro ao longo dos anos e a instabilidade das amostragens e da carga do mesmo no efluente, explicado pelo p valor (0,624) encontrado.

Na Tabela 8 estão contidas as relações DQO/DBO do ponto de amostragem AM 02.

Tabela 8: Relação DQO/DBO do ponto de amostragem AM 02.

Relação DQO/DBO			
AM 02			
jun/13	1,1	fev/15	1,3
ago/13	3,2	abr/15	1,1
out/13	1,9	jun/15	1,1
dez/13	2,4	ago/15	1,4
fev/14	8,1	out/15	8,7
abr/14	6,2	dez/15	3,5
jun/14	3,3	fev/16	2,4
ago/14	1,2	abr/16	1,5
out/14	4,5	jun/16	2,4
dez/14	1,3	ago/16	3,9

Analisando os resultados obtidos nesta relação, a matéria proveniente do ponto de amostragem AM 02, é majoritariamente biodegradável, já que os valores encontraram-se acima de 5,0 (matéria recalcitrante) apenas em três oportunidades (fevereiro e abril de 2014, e outubro de 2015).

5.2.7 Substâncias tensoativas

O parâmetro substâncias tensoativas foi comparado ao limite estabelecido pela Nota Técnica T.187/4, já que nem a Resolução CONAMA N° 430, nem a DN COPAM/CERH N° 01 estabelecem limites para este parâmetro.

Ponto de Amostragem - AM 01

A Figura 22 ilustra os gráficos para análise descritiva do parâmetro substâncias tensoativas no ponto de amostragem AM 01. Já a figura 23, traz os gráficos para análise de variância do mesmo.

Figura 22: Valores coletados do parâmetro substâncias tensoativas (AM 01).

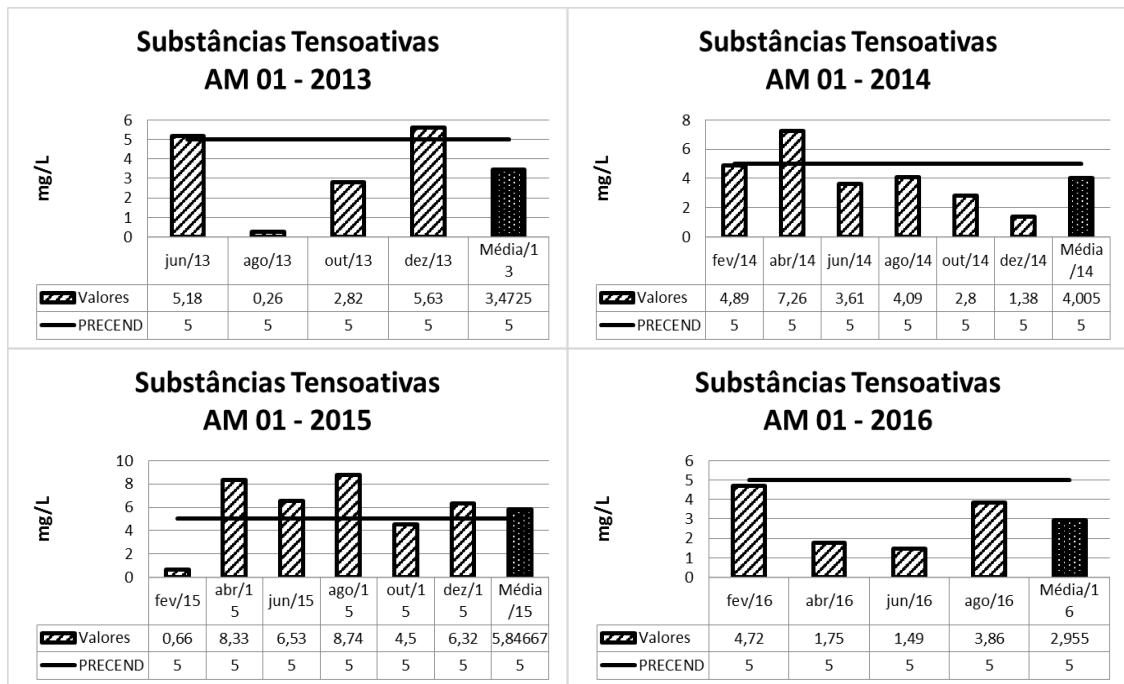
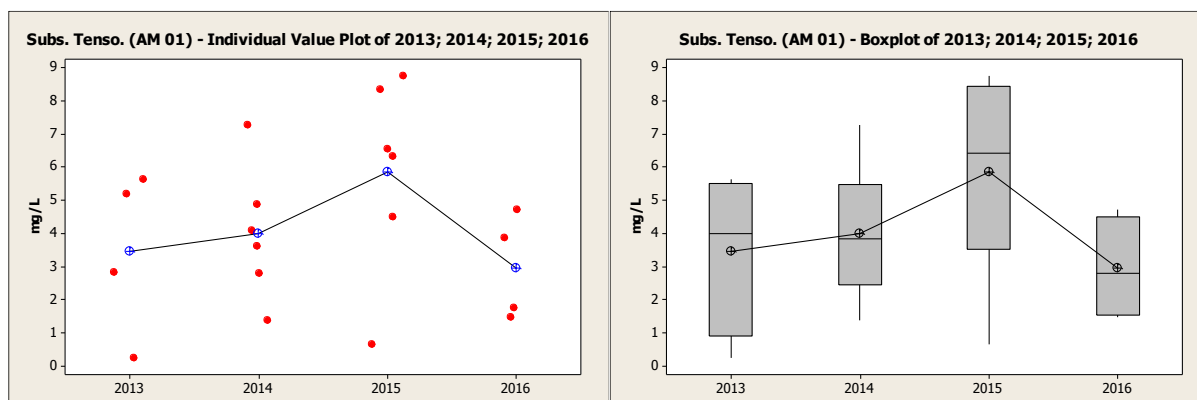


Figura 23: Análise de variância – ANOVA para o parâmetro substâncias tensoativas (AM 01).



Os valores encontrados nas amostragens ao longo dos anos variaram de 0,26 mg/L a 8,74 mg/L, sendo o limite de comparação utilizado de 5 mg/L estabelecido pela nota técnica que regulamenta o PRECEND.

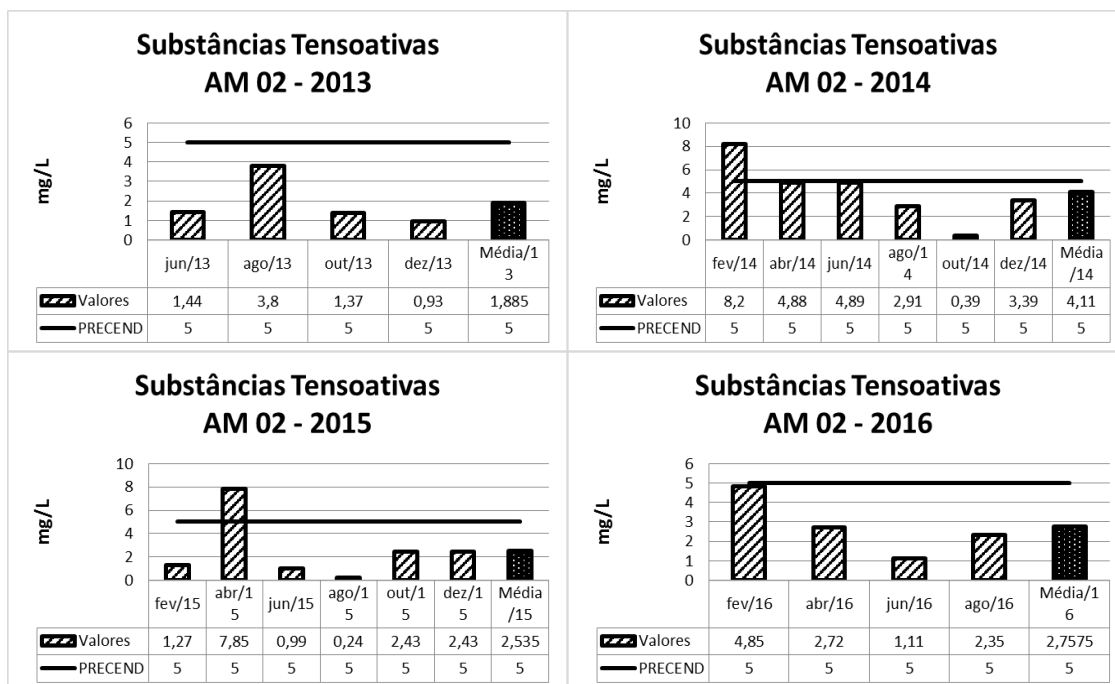
Pela análise dos gráficos de barra, percebe-se que este parâmetro, em muitos casos, ultrapassou ou chegou próximo ao limite de lançamento estabelecido pelo programa. Logo, neste ponto de amostragem, o efluente necessita de um cuidado especial com relação a este parâmetro antes do seu lançamento na rede coletora.

Este extrapolamento pode ser explicado pela alta carga de material desinfetante utilizada no hospital, visto que estas substâncias tensoativas estão presentes em vários produtos de limpeza, como desinfetantes, sabão em pó, detergente, e pela questão da assepsia do ambiente, necessitam de ser muito utilizados em todas as alas do hospital.

Na análise de variância o p valor (0,259) indica que os valores identificados ao longo do ano estão instáveis, não se percebendo uma tendência de evolução ou involução do lançamento ao longo dos anos, já que os grupos de amostra são estatisticamente diferentes.

Ponto de Amostragem - AM 02

Na Figura 24 estão ilustrados os gráficos de barra para o parâmetro substâncias tensoativas no ponto de amostragem AM 02.

Figura 24: Valores coletados do parâmetro substâncias tensoativas (AM 02).

Para o ponto AM 02, os valores variaram entre 0,24 mg/L e 8,2 mg/L, e são comparados com os 5 mg/L, estabelecidos para o PRECEND.

Os valores obtidos neste ponto foram menores que aqueles encontrados no ponto AM 01, ultrapassando o limite apenas em duas oportunidades (fev/14 e abr/15). Logo, este parâmetro não vem a ser uma preocupação para o hospital e para o meio no ponto de amostragem AM 02, levando-se em conta a série histórica de amostragens.

Este valor inferior encontrado, quando comparado ao primeiro ponto, pode ser explicado pela diluição dos produtos, como detergente, sabão, que são utilizados na lavanderia e no centro de material esterilizado, já que os mesmos são dispostos juntamente com uma maior quantidade de água. Já para a assepsia estes produtos necessitam ser mais concentrados e em maiores quantidades para garantir a segurança e a esterilização do ambiente.

5.2.8 Sólidos Suspensos Totais (SST)

O parâmetro sólidos suspensos totais, assim como a DQO, é utilizado para o cálculo do fator de carga poluidora “k”, tendo um papel muito importante neste trabalho, visto que, pela análise da DBO e da DQO, a carga de matéria orgânica se

encontra bastante elevada no efluente gerado no hospital, principalmente para o ponto de amostragem AM 01.

Este parâmetro foi comparado à Norma Técnica T.187/4 que regulamenta o PRECEND, uma vez que é a única referência normativa para limite de lançamento destes sólidos.

Ponto de Amostragem - AM 01

Os gráficos para análise descritiva e análise de variância contendo as informações e avaliações do parâmetro SST no ponto de amostragem AM 01 estão presentes nas Figuras 25 e 26, respectivamente.

Figura 25: Valores coletados do parâmetro sólidos suspensos totais (AM 01).

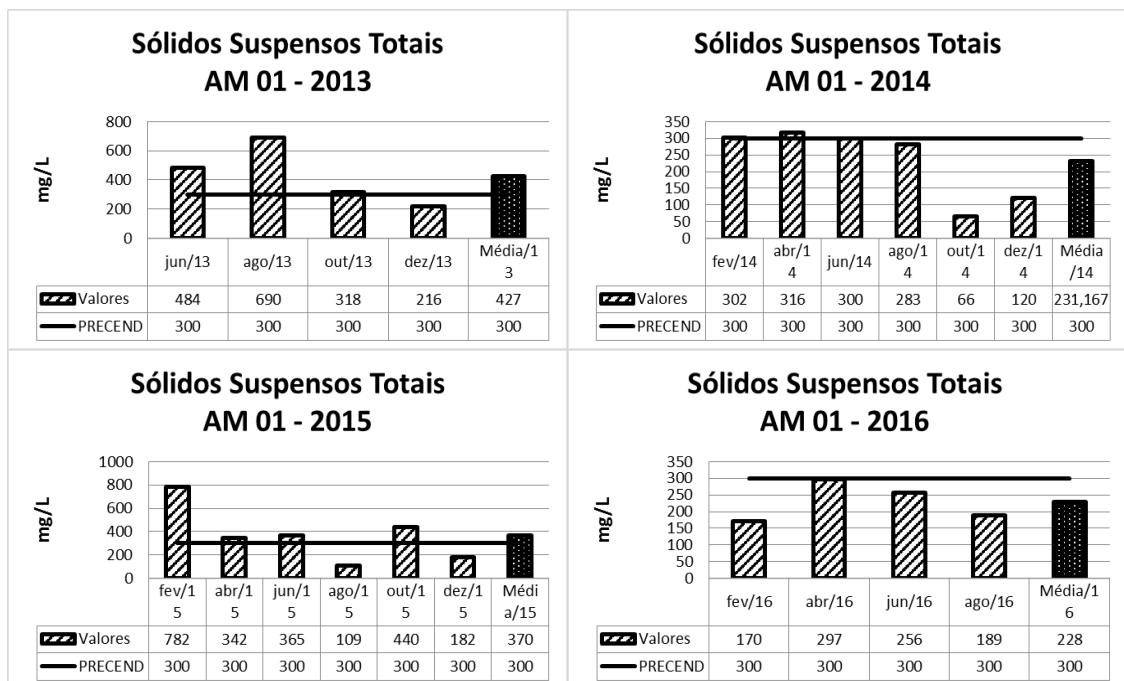
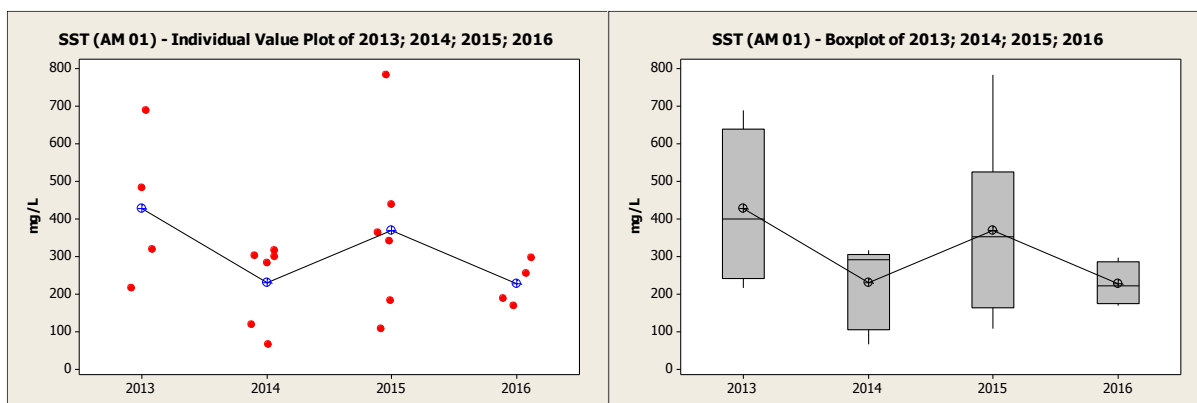


Figura 26: Análise de variância – ANOVA para o parâmetro sólidos suspensos totais (AM 01).



Os sólidos suspensos totais têm como limite estabelecido pelo PRECEND o valor de 300 mg/L, e durante as amostragens os valores variaram de 66 mg/L a 782 mg/L.

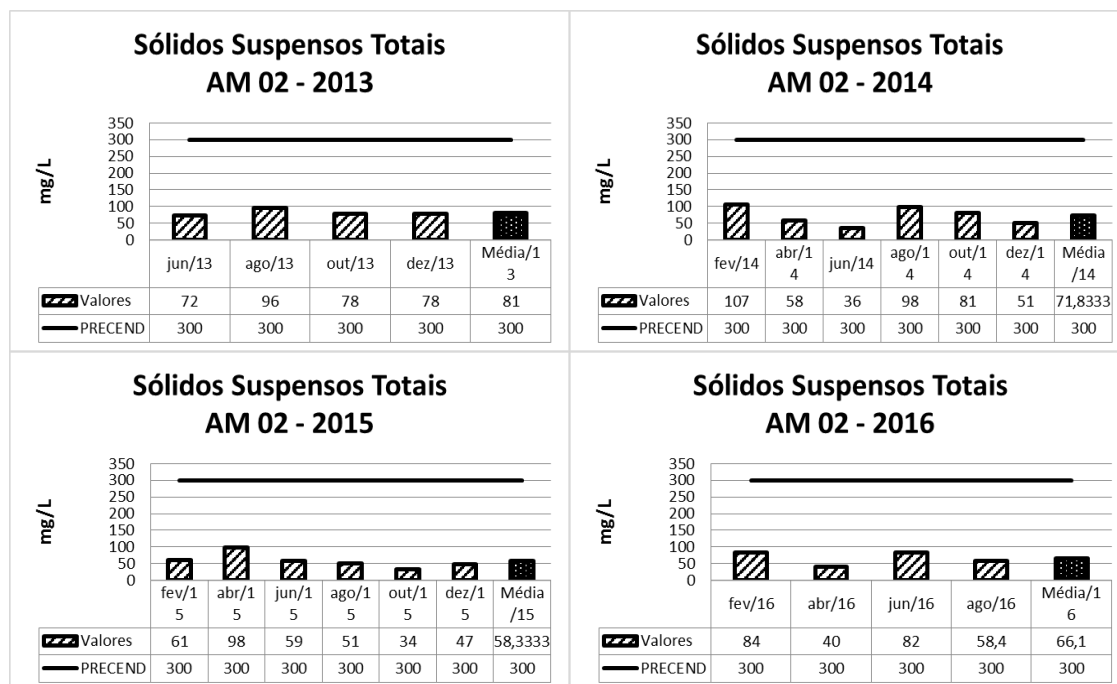
Assim sendo, o limite para lançamento foi ultrapassado em algumas oportunidades, e em outras ficaram próximas ao limite. Logo, a alteração deste fator gera encargos extras ao hospital e pode vir a gerar algum dano ao meio.

Analisando os gráficos gerados pelo Minitab na análise de variância, pode-se inferir pelo p valor (0,236) que há uma instabilidade no lançamento deste parâmetro no efluente estudado, em que os grupos de amostras são estatisticamente diferentes, não se caracterizando nem uma tendência evolutiva, nem uma tendência regressiva.

Logo, é necessária uma proposta de ação para minimizar o lançamento deste parâmetro no efluente do ponto AM 01, visando a diminuição da oneração com o fator “k” e a prevenção de algum impacto que possa ser gerado.

Ponto de Amostragem - AM 02

A Figura 27 contém os gráficos do parâmetro sólidos suspensos totais para o ponto de amostragem AM 02, em que o mesmo é comparado ao limite estabelecido pelo PRECEND.

Figura 27: Valores coletados do parâmetro sólidos suspensos totais (AM 02).

Com os valores variando entre 34 mg/L e 107 mg/L e o limite estabelecido igual a 300 mg/L, pode-se inferir que os valores encontrados no ponto de amostragem AM 02 são inferiores àqueles encontrados no primeiro ponto, quando comparadas as médias anuais.

Em todas as campanhas realizadas, os valores estão abaixo do limite, assim sendo, este parâmetro não traz nenhum risco e nenhum encargo extra ao hospital, nem a cobrança do fator de carga poluidora “k” se levado em conta o SST. Porém, como este fator inclui também a DQO, é necessária uma análise dos dois parâmetros em conjunto, o que foi realizado e será retratado posteriormente.

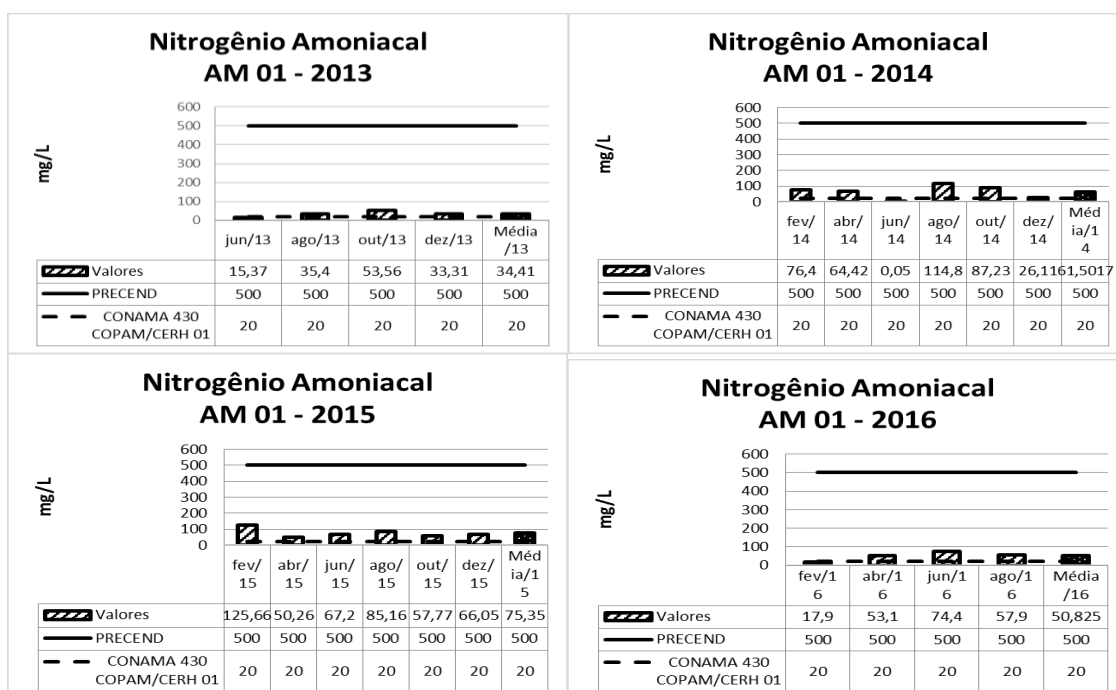
5.2.9 Nitrogênio Amoniacal

O nitrogênio amoniacal possui diferentes limites para o PRECEND, a CONAMA 430 e a COPAM/CERH 01. Logo, este parâmetro foi comparado a estas três legislações, com o objetivo de visualizar se o mesmo pode vir a ocasionar algum dano ao meio em que está sendo lançado.

Ponto de Amostragem - AM 01

Na Figura 28 estão representados os gráficos de barra para o parâmetro nitrogênio amoniacal e os limites de lançamento estabelecidos pelo PRECEND, pela CONAMA 430 e COPAM/CERH 01.

Figura 28: Valores coletados do parâmetro nitrogênio amoniacal (AM 01).



Os valores das coletas realizadas entre os anos de 2013 e 2016 variaram de 0,05 mg/L a 125,66 mg/L, sendo comparados ao limite de 500 mg/L estabelecido pela norma técnica do PRECEND e de 20 mg/L estabelecido pela CONAMA 430 e COPAM/CERH 01.

Se comparados ao limite estabelecido pelo PRECEND, os valores encontrados em nenhum momento ultrapassaram este, cumprindo o que é estabelecido pela companhia para o lançamento de efluente em sua rede coletora.

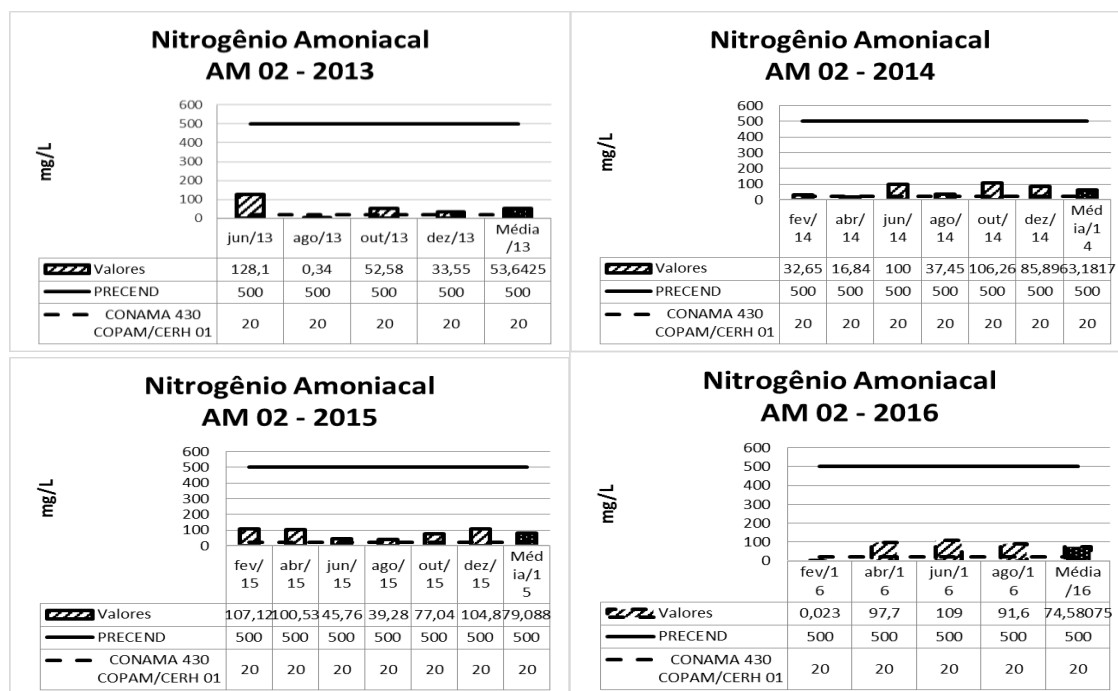
Porém, se comparados ao limite estabelecido pela CONAMA e COPAM/CERH, os valores ultrapassaram o limite em diversas coletas, visto que este limite é muito mais restritivo que aquele imposto pela companhia de saneamento atuante no município.

Logo, levando em conta que este efluente venha a ser lançado diretamente em um corpo receptor, ele estaria ultrapassando o limite de lançamento em várias coletas, e necessitaria de um cuidado especial para que não pudesse ocasionar maiores problemas ao meio. Mas como o lançamento ocorre na rede coletora da COPASA, e o efluente atende à norma técnica estabelecida por ela, o hospital não está infringindo a lei.

Ponto de Amostragem - AM 02

Os gráficos do parâmetro nitrogênio amoniacal para o ponto de amostragem AM 02, com seus respectivos limites, estão representados na Figura 29.

Figura 29: Valores coletados do parâmetro nitrogênio amoniacal (AM 02).



Para este ponto de amostragem, os valores encontrados variaram de 0,34 mg/L a 128,1 mg/L, e, assim como no ponto anterior, foram comparados ao limite de 500 mg/L e 20 mg/L, estabelecidos pelo PRECEND, CONAMA e COPAM.

Comparando os valores amostrados ao limite do PRECEND, pode-se concluir que, neste ponto de amostragem, o valor não extrapolou o limite em nenhuma ocasião. Desta maneira, está atendendo o que é disposto na norma técnica para o lançamento de efluentes na rede coletora da companhia.

Porém, assim como ocorreu no ponto de amostragem AM 01, em várias coletas realizadas, o valor deste parâmetro ultrapassou o limite estabelecido pela CONAMA e COPAM/CERH. Desta maneira, deve-se ter uma atenção especial com este efluente, visto que ele não poderia ser lançado diretamente no corpo receptor em nenhum dos pontos de amostragens.

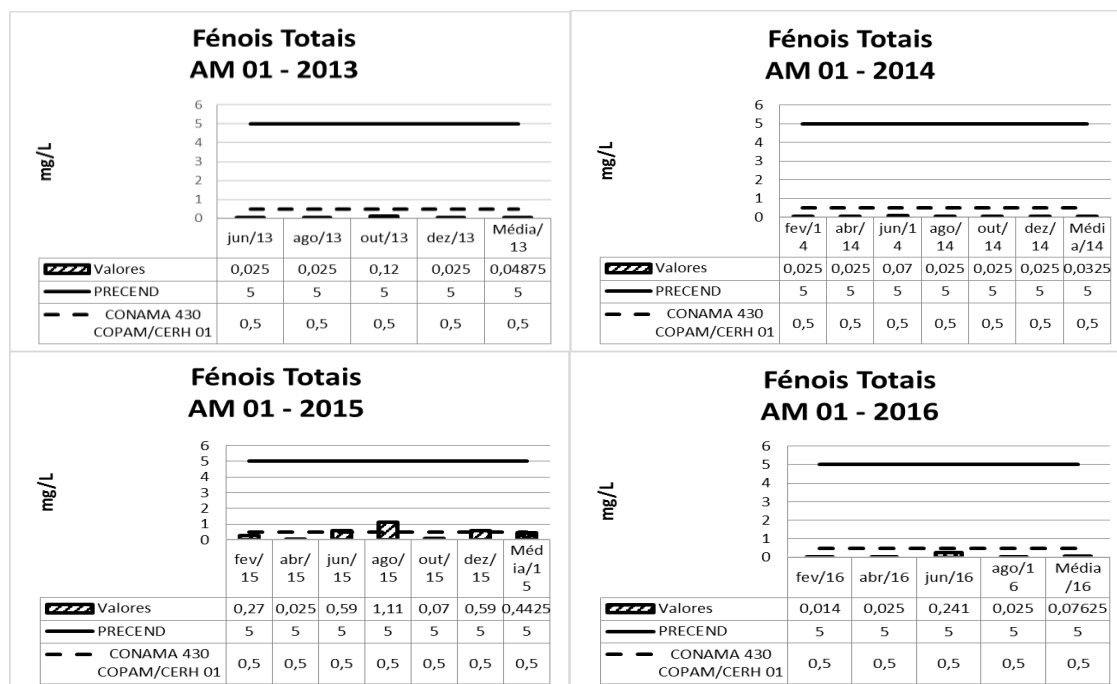
5.2.10 Fenóis Totais

Para o parâmetro fenóis totais, os valores encontrados nas coletas foram comparados aos limites do PRECEND, da CONAMA 430 e da COPAM/CERH 01.

Ponto de Amostragem - AM 01

A Figura 30 apresenta os gráficos do parâmetro fenóis totais para o ponto de amostragem AM 01, comparados aos limites estabelecidos pelas três legislações.

Figura 30: Valores coletados do parâmetro fenóis totais (AM 01).



Os valores encontrados nas amostragens variaram entre 0,014 mg/L e 1,11 mg/L, e os limites utilizados para comparação foram de 5 mg/L para o PRECEND e 0,5 mg/L para a CONAMA 430 e COPAM/CERH 01.

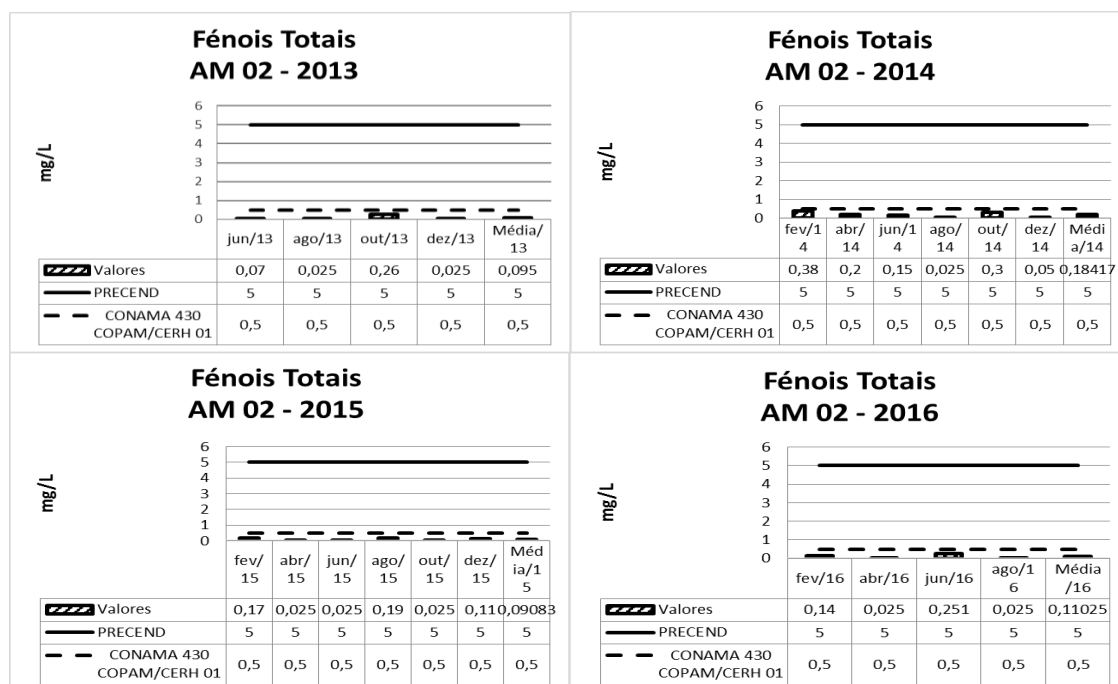
Quando comparados ao limite estabelecido pelo PRECEND, todos os valores amostrados se encontraram dentro da faixa aceitável, não ultrapassando o limite em nenhuma oportunidade e estando de acordo com o que determina a COPASA.

Já se comparados à CONAMA 430 e COPAM/CERH 01, os valores encontrados ficaram acima do limite em três amostragens (junho, agosto e dezembro de 2015), podendo inferir que, neste ano de 2015, o efluente poderia ocasionar algum dano ao meio, caso fosse lançado diretamente no corpo receptor sem nenhum tipo de tratamento prévio.

Ponto de Amostragem - AM 02

Na Figura 31, os valores amostrados e os limites de tolerância para o PRECEND, CONAMA 430 e COPAM/CERH 01 são apresentados em forma de gráficos, para o ponto de amostragem AM 02.

Figura 31: Valores coletados do parâmetro fenóis totais (AM 02).



Os valores para este ponto de amostragem variaram de 0,025 mg/L a 0,38 mg/L, sendo comparados ao mesmo limite do ponto de amostragem AM 01.

Conforme a análise dos gráficos, pode-se inferir que os valores encontrados para este ponto de amostragem se encontraram abaixo daqueles encontrados no primeiro. Além disso, todos os valores se encontraram também abaixo de todos os limites de tolerância.

Logo, este parâmetro, neste ponto de amostragem, não vem a ser motivo de preocupação para o hospital e para o meio em que está sendo lançado.

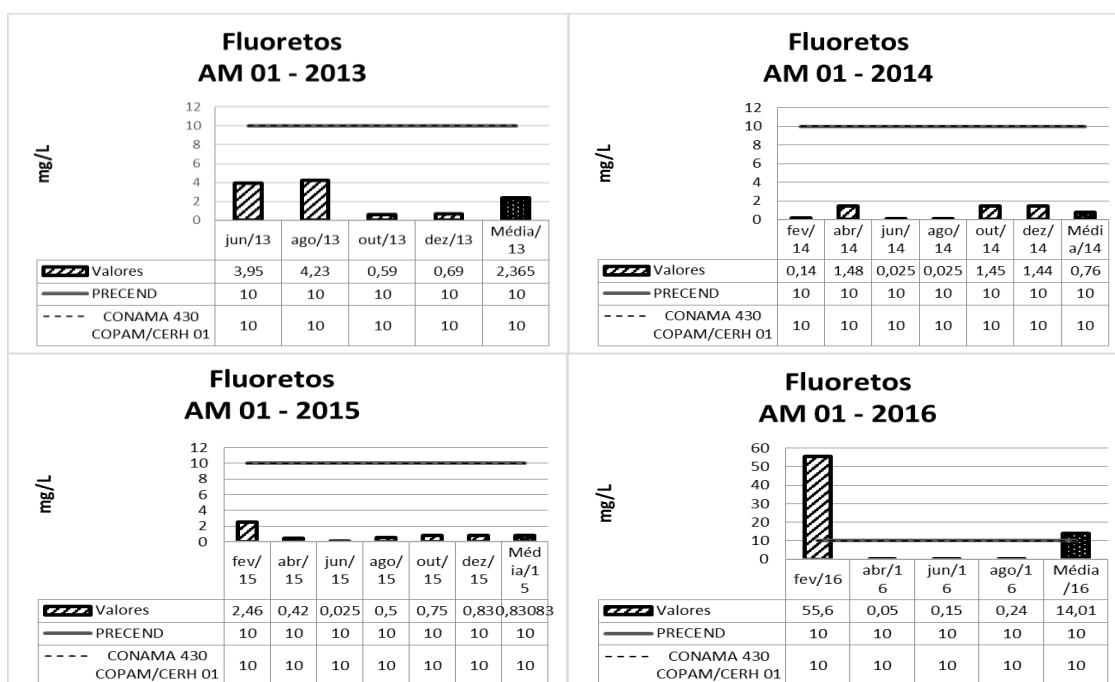
5.2.11 Fluoretos

O parâmetro fluoretos foi comparado aos limites estabelecidos pelo PRECEND, CONAMA 430 e COPAM/CERH 01.

Ponto de Amostragem - AM 01

Os valores encontrados nas amostras para o parâmetro fluoretos e os limites de tolerância para as três legislações são apresentados em forma de gráficos, para o ponto de amostragem AM 01, na figura 32.

Figura 32: Valores coletados do parâmetro fluoretos (AM 01).



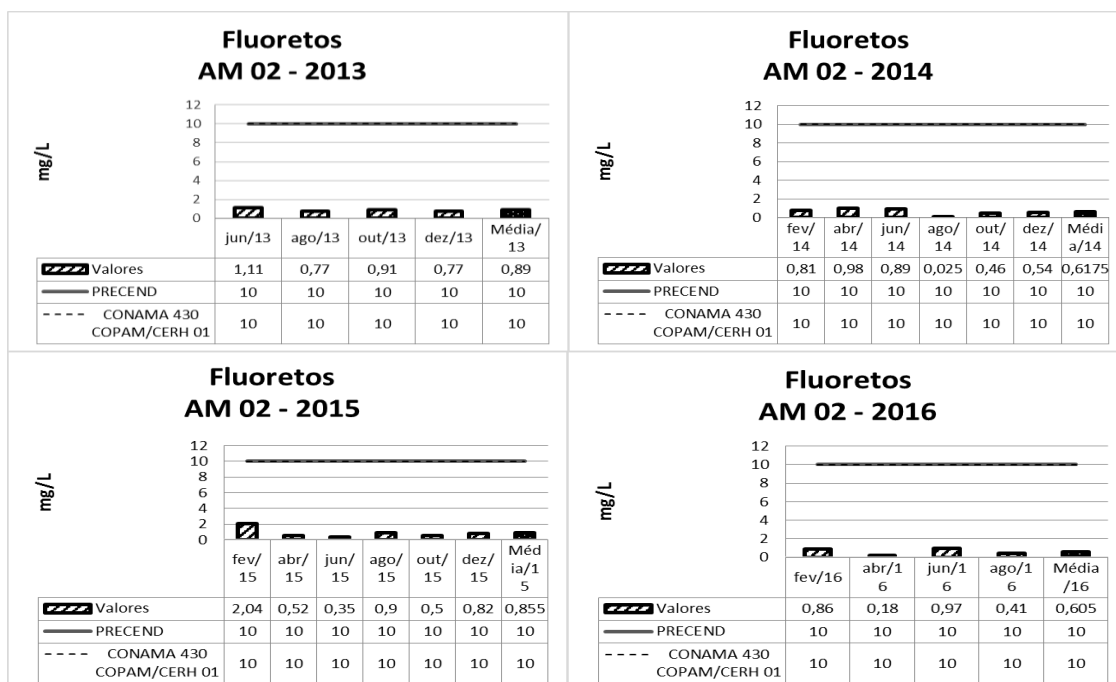
Os valores das amostragens realizadas durante os anos se encontraram entre 0,025 mg/L e 55,6 mg/L, sendo o limite de lançamento estabelecido tanto para o PRECEND, quanto pela CONAMA 430 e COPAM/CERH 01, igual a 10 mg/L.

Analisando os gráficos, identifica-se que o limite foi ultrapassado apenas uma vez, na coleta realizada em fevereiro de 2016, o que contribuiu para que a média deste ano também ficasse elevada. Logo, não há como inferir que este parâmetro irá causar algum dano ao meio, visto que na série histórica ela se manteve abaixo do limite em todas as coletas, excetuando-se em uma oportunidade.

Ponto de Amostragem - AM 02

A Figura 33 ilustra os gráficos anuais do parâmetro fluoretos e os limites estabelecidos para o PRECEND, CONAMA 430 e COPAM/CERH 01 para o ponto de amostragem AM 02.

Figura 33: Gráfico valores coletados do parâmetro fluoretos (AM 02).



Neste ponto de amostragem, os valores variaram de 0,025 mg/L a 2,04 mg/L. Como o limite de lançamento estabelecido pelas três legislações é de 10 mg/L, em nenhuma amostragem este limite foi atingido, concluindo que, no ponto estudado, não há risco de contaminação do meio e nem a necessidade de preocupação quanto a este parâmetro.

5.2.12 Sulfeto Total

O parâmetro sulfeto total foi comparado, neste trabalho, aos limites estabelecidos pela Nota Técnica T.187/4, pela Resolução CONAMA N° 430 e pela DN COPAM/CERH N° 01.

Ponto de Amostragem - AM 01

A Figura 34 traz os gráficos elaborados para comparação dos valores encontrados do parâmetro sulfeto total, com os limites estabelecidos pelas legislações, no ponto de amostragem AM 01. E a Figura 35, os gráficos para análise de variância do mesmo.

Figura 34: Valores coletados do parâmetro sulfeto total (AM 01).

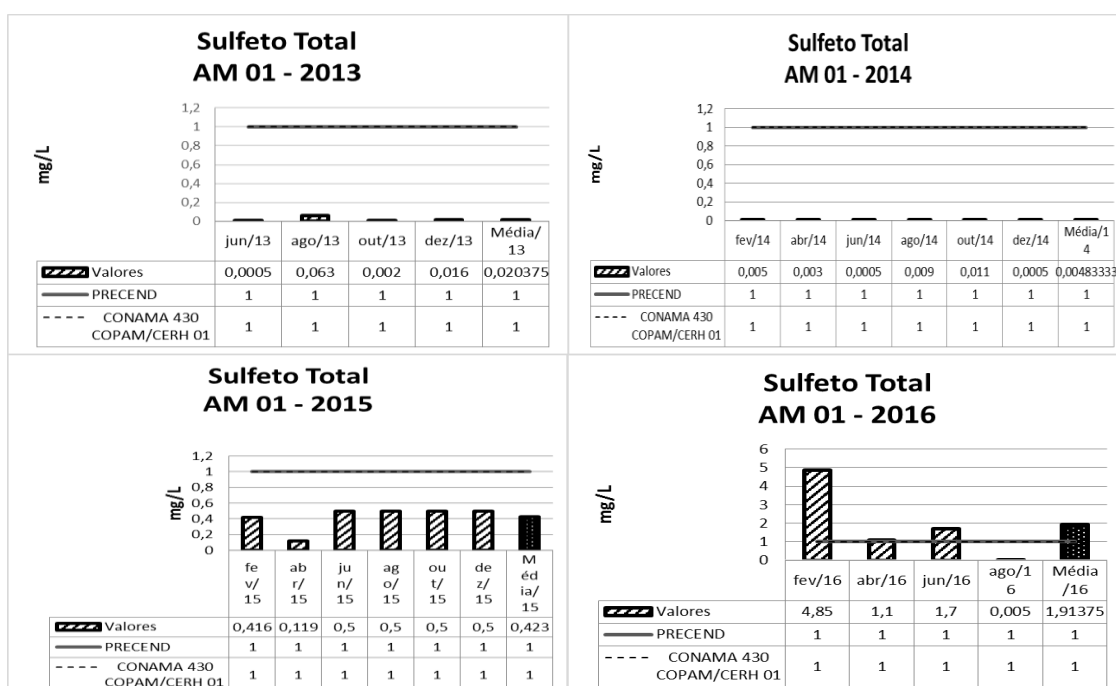
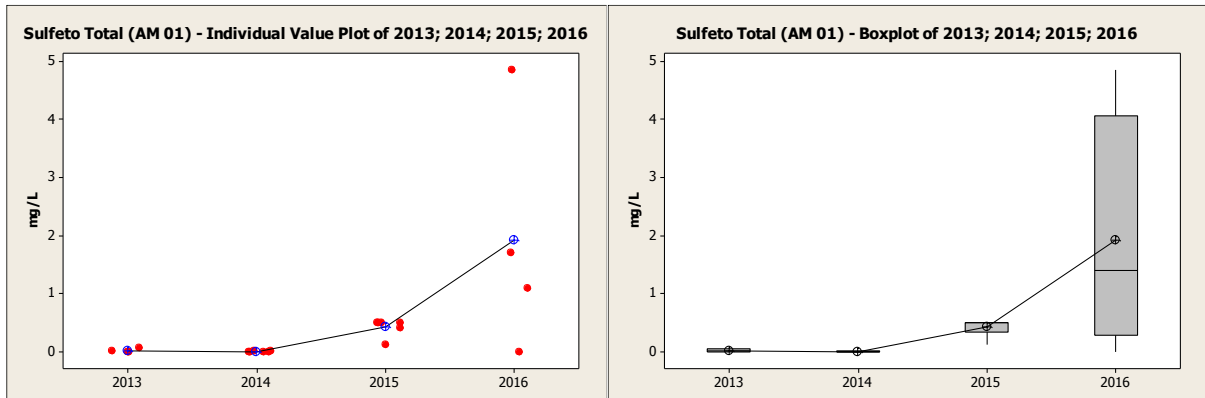


Figura 35: Análise de variância – ANOVA para o parâmetro sulfeto total (AM 01).



Os valores para este parâmetro variaram de 0,005 mg/L a 4,85 mg/L, e o limite de lançamento, para as três legislações estudadas, é de 1 mg/L.

Analisando os gráficos gerados, durante os anos de 2013, 2014 e 2015, o parâmetro sulfeto total se manteve dentro do limite estabelecido, porém, no ano de 2016, passou a ser motivo de preocupação, já que o mesmo ultrapassou o limite em três amostragens das quatro realizadas no ano.

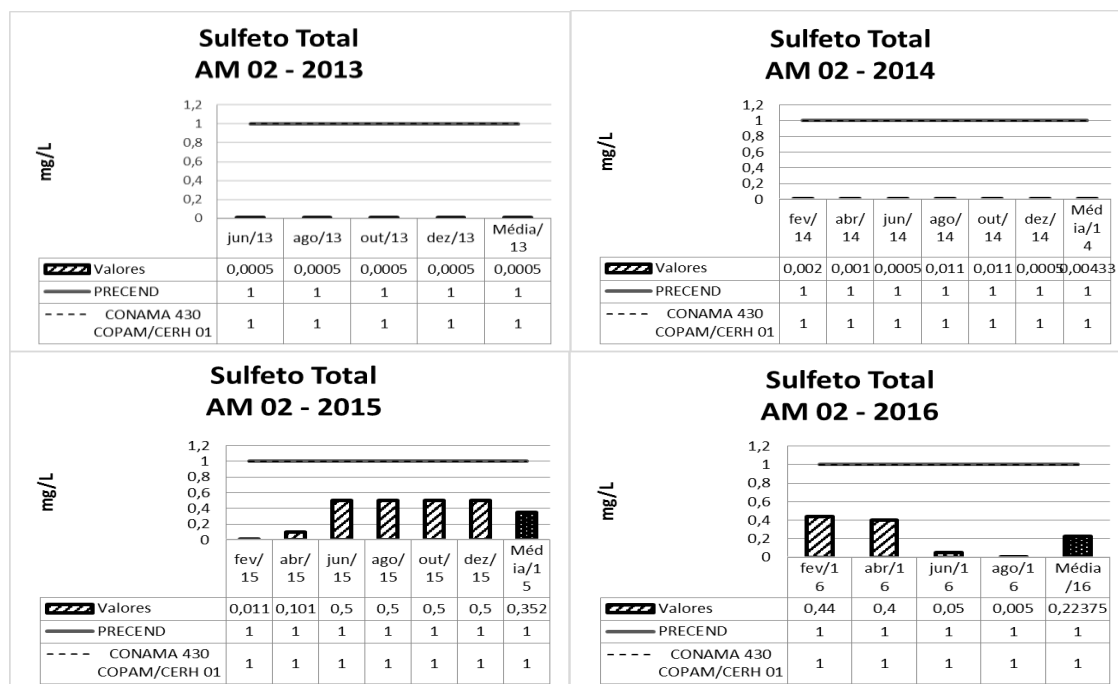
Todavia, pela análise de variância realizada pelo software Minitab, o p valor (0,025) encontrado indica que os grupos de amostras não são estatisticamente diferentes. Logo há uma estabilidade no lançamento deste parâmetro ao longo dos anos, indicando que para o mesmo, é necessária uma maior quantidade de dados para um melhor estudo com relação a este aumento ocorrido no ano de 2016, visto que a variância identificada foi tão grande, que provavelmente pode ter ocorrido algum descontrole na amostragem ou no procedimento analítico realizado.

Desta maneira, mesmo que no ano em vigência os valores tenham sido extrapolados em três coletas, pela análise de variância necessita de um estudo mais detalhado.

Ponto de Amostragem - AM 02

Na Figura 36 são apresentados os gráficos para o parâmetro sulfeto total no ponto de amostragem AM 02, e os limites de lançamento impostos pelas três legislações estudadas.

Figura 36: Valores coletados do parâmetro sulfeto total (AM 02).



Este parâmetro variou durante o período amostrado entre 0,0005 mg/L e 0,5 mg/L, tendo o limite de lançamento igual a 1 mg/L. Logo, em nenhuma amostragem, os valores encontrados ultrapassaram este limite, não trazendo nenhum risco ao meio caso seja levado em conta os limites e a série histórica apresentada.

5.3 Estudo de adequação dos parâmetros

Os parâmetros discutidos na etapa de caracterização físico-química do efluente foram aqueles que apresentaram alguma alteração em seu valor, e que desta forma, extrapolaram o limite de lançamento estabelecido por uma das três legislações estudadas.

Nesta etapa do trabalho, foi realizado um estudo para adequação dos parâmetros que foram identificados como problema para o hospital, e que possam vir a gerar algum dano ao meio em que está sendo lançado, seguindo o estabelecido no Programa de Recebimento de Efluentes Não Domésticos da COPASA. Assim sendo, este estudo não abordou todos os parâmetros discutidos anteriormente, e sim aqueles que pela análise descritiva e de variância

se enquadraram como de risco ao meio e que acarretem problemas ao hospital, gerando encargos extras.

Conforme análise dos gráficos, pode-se inferir que os parâmetros que causaram maior preocupação com relação ao seu lançamento na rede coletora da COPASA se tratam da DBO e DQO, nos pontos de amostragem AM 01 e AM 02, e das substâncias tensoativas e sólidos suspensos totais, no ponto AM 01.

Desta maneira, será analisado, nesta etapa do trabalho, apenas o parâmetro substâncias tensoativas lançado no ponto de amostragem AM 01. Como a DQO e sólidos suspensos totais são utilizados para o cálculo do fator de carga poluidora “k”, são abordados no próximo tópico. Já que a DBO, no PRECEND, não há nenhum limite estabelecido para lançamento, não havendo um padrão para comparação de valores, não é possível uma análise direcionada a esse programa.

Conforme as médias anuais (2013, 2014, 2015 e 2016) do parâmetro substâncias tensoativas, no ponto de amostragem AM 01, mostrados na Tabela 9, foi calculado o percentual de redução do mesmo para cada ano, visando o atendimento ao programa de recebimento e a identificação de qual a melhor proposta de melhoria para o hospital minimizar os encargos gerados com este parâmetro no efluente.

Tabela 9: Médias anuais do parâmetro substâncias tensoativas, período 2013 a 2016.

Estatística descritiva - Amostra 01 - Alas Norte, Sul, Leste e Oeste do Hospital.										
Parâmetro	Unidade	Limite PRECEND	2013		2014		2015		2016	
			n	Média	n	Média	n	Média	n	Média
Substâncias tensoativas	mg/L	5	4	3,473	6	4,005	6	5,847	4	2,955

Pela análise das médias anuais, identifica-se que apenas no ano de 2015 a mesma se encontrou acima do limite estabelecido pelo PRECEND, sendo necessário um percentual de redução de 14,186% para este valor se adequar ao limite. Desta maneira, pode-se inferir que a porcentagem de redução é baixa, visto que apesar de durante os anos os limites terem sido ultrapassados algumas vezes, a média anual se manteve inferior ao estabelecido na maioria das amostragens.

Estas extrapolações de valores podem ser explicadas devido ao alto uso de substâncias desinfetantes, antissépticas, considerando que em um hospital a assepsia é muito importante

para evitar a proliferação de germes, bactérias, vírus, dentre outros microorganismos patogênicos.

5.4 Proposta de melhoria

A proposta de melhoria tem como objetivo minimizar os impactos que podem vir a ser gerados ao meio, caso o parâmetro seja lançado fora dos padrões estabelecidos, e também evitar que o hospital tenha despesas extras, provindas de multas que podem vir a ser aplicadas pela COPASA.

No estudo em questão, como foi identificado, apenas o parâmetro substâncias tensoativas, no ponto de amostragem AM 01, traz alguma preocupação para o hospital, visto que, em algumas amostragens, se manteve acima do limite de tolerância estabelecido pelo PRECEND.

Porém, o mesmo não se alterou de forma significativa, ou seja, não ultrapassou o limite em grandes proporções, sendo esta afirmação comprovada pela média nos anos de 2013, 2014 e 2016 estarem abaixo do limite, e apenas no ano de 2015 se encontrar acima. Mesmo assim, para que a média de 2015 se enquadre dentro do estabelecido pelo PRECEND, a eficiência de remoção é de apenas 14,2%.

Desta maneira, para controle deste parâmetro e melhoria da qualidade do efluente do hospital, a proposta se baseia em uma Campanha de Conscientização e Controle quanto ao uso de desinfetantes, antissépticos, sabões, detergentes, dentre outros produtos de limpeza, já que possuem substâncias tensoativas e são os principais causadores desta extrapolação.

Assim sendo, os funcionários seriam instruídos na utilização destes produtos, através da confecção de cartazes, distribuição de folders e realização de palestras instrutivas, evitando, com isso, o uso excessivo e a utilização incorreta, podendo contribuir na diminuição do lançamento destas substâncias no efluente, e conseqüentemente, contribuindo para o meio ambiente e para o hospital, visto que a concentração destas substâncias, acima do limite estabelecido pelo PRECEND, é pequena, podendo ser controlada por um mecanismo de prevenção de lançamento, que no caso seria a campanha preventiva e instrutiva da utilização destes produtos.

5.5 Estudo do impacto do fator “k”

Conforme discutido anteriormente, os parâmetros Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Sólidos Suspensos Totais (SST) encontraram-se acima do limite estabelecido pelo PRECEND, e pelo estudo realizado conclui-se que são os parâmetros que mais preocupam, principalmente a DQO, visto que a mesma se encontrou alterada em quase todos os lançamentos realizados, em ambos os pontos de amostragem.

A extrapolação destes parâmetros pode ser explicada pela alta carga de matéria orgânica presente no efluente lançado no hospital, principalmente no ponto de amostragem AM 01, em que são lançados os efluentes gerados nas alas de todo o hospital, ou seja, possui uma alta quantidade de dejetos humanos, principalmente devido ao tamanho e estrutura do hospital, que está entre um dos maiores de Belo Horizonte.

Sendo assim, o estudo do impacto do fator “k” se torna de extrema relevância para o hospital e para os impactos que podem vir a ser gerados, já que a minimização deste fator, irá contribuir para ambos.

Foi realizado um cálculo visando a determinação do percentual de diminuição do fator “k”, para que desta maneira o hospital possa também diminuir os encargos provindos deste fator. Este cálculo também foi ideal para que fosse determinado o tipo de tratamento preliminar, visto que para a proposição de um tratamento é de extrema importância a determinação da eficiência.

Conforme identificado na tabela de fator de carga poluidora “k”, presente no anexo da Norma Técnica da COPASA, Figura 2, o limite para DQO é igual a 450 mg/L e para SST 300 mg/L. Quaisquer valores acima destes, gera o pagamento do fator de correção pela COPASA. O estudo deste fator foi realizado através de cálculo do percentual, utilizando as médias anuais para cada ponto de amostragem, e visando a diminuição destes valores, já que o trabalho tem como objetivo a minimização do impacto e não a mitigação completa, no primeiro momento.

A Tabela 10 mostra os valores médios encontrados das amostragens de DQO e SST durante os anos de 2013, 2014, 2015 e 2016, para os pontos de amostragem AM 01 e AM 02.

Tabela 10: Médias anuais dos parâmetros DQO e SST, período 2013 a 2016.

Estadística descritiva - Amostra 01 - Alas Norte, Sul, Leste e Oeste do Hospital.										
Parâmetro	Unidade	Limite PRECEND	2013		2014		2015		2016	
			n	Média	n	Média	n	Média	n	Média
DQO	mg/L	450	4	960,500	6	972,167	6	364,633	4	779,575
SST	mg/L	300	4	427,000	6	231,167	6	370,000	4	228,000
Estadística descritiva - Amostra 02 – Lavanderia e Centro de Material Esterilizado.										
DQO	mg/L	450	4	260,000	6	396,000	6	492,133	4	602,500
SST	mg/L	300	4	81,000	6	71,833	6	58,333	4	66,100

Como pode ser identificado nas tabelas apresentadas, as médias anuais de DQO ficaram acima do limite estabelecido pelo PRECEND no ponto AM 01, nos anos de 2013, 2014 e 2016, e no ponto AM 02 nos anos de 2015 e 2016. Já os valores de SST, extrapolaram os valores no primeiro ponto em 2013 e 2015, e no segundo em nenhuma amostragem.

Com esses valores determinados, foram confeccionadas tabelas, Tabelas 12 e 13, em que estão contidos os fatores “k” para cada ano, se baseando nos valores médios de DQO e SST descritos nas Tabela 10, e os fatores que o trabalho almeja alcançar em cada ano, ou seja, os fatores para minimizar os impactos e as onerações. Além disso, foi calculada a diferença percentual necessária para cada um dos parâmetros, visando que aquele fator seja alcançado e que seja determinada a eficiência necessária para proposição do tratamento.

Tabela 11: Fator “k” real e desejado e percentual de redução dos parâmetros no ponto de amostragem AM 01.

AM 01 - Alas Norte, Sul, Leste e Oeste do hospital.								
	2013		2014		2015		2016	
	Real	Desejado	Real	Desejado	Real	Desejado	Real	Desejado
Fator K	1,31	1,15	1,19	1,10	1,05	1,02	1,19	1,10
DQO	960,500	765,000	972,167	765,000	364,633	364,633	779,575	765,000
% de Redução DQO	20,354		21,310		0,000		1,870	
SST	427,000	425,000	231,167	231,167	370,000	354,000	228,000	228,000
% de Redução SST	0,468		0,000		4,324		0,000	

Tabela 12: Fator “k” real e desejado e percentual de redução dos parâmetros no ponto de amostragem AM 02.

AM 02 - Lavanderia e Centro de Material Esterilizado									
	2013		2014		2015		2016		
	Real	Desejado	Real	Desejado	Real	Desejado	Real	Desejado	
Fator K	1,00	1,00	1,00	1,00	1,03	1,00	1,10	1,03	
DQO	260,000	260,000	396,000	396,000	492,133	450,000	602,500	591,000	
% de Redução DQO	0,000		0,000		8,561		1,909		
SST	81,000	81,000	71,833	71,833	58,333	58,333	66,100	66,100	
% de Redução SST	0,000		0,000		0,000		0,000		

Analisando os dados obtidos nos dois pontos de amostragem, identifica-se que o maior percentual de redução de DQO necessário para que o fator “k” alcance o valor desejado é de 21,31% em 2014 e o de SST é de 4,324% em 2015, ambos no ponto de amostragem AM 01. Logo, a proposta de melhoria foi baseada nestes valores, visto que são os valores críticos de redução, necessitando de uma eficiência igual ou superior a estes valores para atendimento ao que é proposto no trabalho.

5.6 Proposta de redução do impacto do fator “k”

Com o objetivo de redução de DQO e sólidos suspensos totais no efluente lançado na rede coletora da COPASA, e visando minimizar os impactos que possam a vir ser gerados pelo lançamento acima do limite estabelecido pelo PRECEND, foram propostos dois sistemas para o pré-tratamento deste efluente antes do lançamento.

Além disso, foi levado em consideração o custo de implantação e manutenção de um sistema de pré-tratamento, já que o hospital é da rede pública de saúde e não dispõe de verbas específicas para estes fins. Logo, esta proposta além de atender aos requisitos de eficiência necessários para que o hospital não extrapole o fator “k” de maneira significativa, também levou em conta os fatores econômicos do hospital e a disponibilidade de área, visto que o mesmo se encontra instalado na região hospitalar de Belo Horizonte, uma região totalmente saturada, na qual não há a disponibilidade de uma grande área para instalação de uma ETE.

Conforme previsto anteriormente, a eficiência mínima de tratamento para o efluente gerado no hospital tem de ser de 21,31% para DQO e de 4,324% para SST, desta maneira o sistema proposto levou em consideração estes percentuais de redução que foram calculados nas etapas anteriores do estudo.

1º Sistema de pré-tratamento → Sistema tanque séptico-filtro

A eficiência de remoção dos parâmetros necessária para atendimento ao que o estudo propõe é baixa, se comparadas às altas eficiências que são necessárias em uma estação de tratamento de efluentes, que se encontra na faixa dos 70-90%.

Assim sendo, conforme NBR 7229 (1993) e NBR 13969 (1997) o sistema em conjunto tanque séptico e filtro podem alcançar uma eficiência acima das necessárias, passando a ser de interesse do estudo. Na Tabela 14, estão as eficiências de remoção dos diferentes parâmetros com três filtros distintos que podem ser implantados em conjunto com o tanque.

Tabela 13: Faixas prováveis de remoção de poluentes, conforme o tipo de tratamento, se considerado em conjunto com o tanque séptico.

Processo Parâmetro	Filtro anaeróbio submerso	Filtro aeróbio	Filtro de areia
DBO	40 a 75 %	60 a 95 %	50 a 85 %
DQO	40 a 70 %	50 a 80 %	40 a 75 %
SST	60 a 90 %	80 a 95 %	70 a 95 %

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997).

Baseado na tabela adaptada da NBR 13969, pode-se inferir que o tratamento em conjunto tanque séptico e qualquer das opções de filtro irá ser eficiente para o efluente gerado no hospital, visto que sua eficiência mínima de remoção de poluentes está na faixa dos 40%, que é praticamente o dobro do necessário para o empreendimento.

Como há a opção de utilização de três tipos, surge a necessidade do estudo daquele que irá gerar o menor gasto para o hospital, tanto de instalação quanto de manutenção. Assim sendo, a mesma NBR traz dados referentes a algumas características da implantação destes filtros, que serão mostradas na Tabela 15.

Tabela 14: Características dos processos de tratamento com os diferentes tipos de filtro.

Processo Parâmetro	Filtro anaeróbio	Filtro aeróbio	Filtro de areia
Área necessária	Reduzida	Reduzida	Média
Operação	Simples	Simples	Simples
Custo operacional	Baixo	Alto	Médio
Manutenção	Simples	Simples	Simples
Odor/cor no efluente	Sim	Não	Não

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997).

Se levar-se em consideração os aspectos de cada tipo de tratamento, pode-se concluir que aquele que mais se adapta as características do hospital é o filtro anaeróbio, visto que o mesmo necessita de uma área reduzida, simples operação, baixo custo operacional e uma simples manutenção. E se comparado ao filtro aeróbio, que possui um alto custo operacional, e ao filtro de areia, que possui uma demanda de área média e um custo operacional médio, é aquele que possui as maiores vantagens, sendo o escolhido para a proposta de melhoria do hospital em estudo.

Logo, conclui-se que este sistema será composto pelo tanque séptico que é, geralmente, uma unidade cilíndrica de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão, em conjunto com filtro anaeróbio, que consiste em um reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microorganismos não aeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante.

2º Sistema de pré-tratamento → Filtro Biológico Percolador

O filtro biológico percolador é um sistema de tratamento de efluentes por processo biológico, sendo constituído de um meio suporte de material grosseiro, tal como pedras, ripas ou material plástico, sobre o qual o efluente será aplicado continuamente por distribuidores rotativos. Após essa aplicação, o efluente irá percolar pelo meio suporte, que permitirá o crescimento bacteriano na superfície do material de enchimento, formando a película percoladora que é a essência de todo o processo (NASCIMENTO, 2001).

A aplicabilidade deste sistema de tratamento é baseada em toda a tecnologia compacta utilizada, sendo operacionalmente simples, com baixo consumo energético e custo operacional reduzido, que vem a se encaixar nas características do empreendimento, já que o mesmo não dispõe de grande área e necessita de uma tecnologia com baixo custo (SANTOS, 2005).

Para finalizar a escolha desta tecnologia, é necessário o estudo da eficiência deste tipo de tratamento e conforme estudos realizados por Alem e Sobrinho (1983) apud Nascimento (2001), utilizando os filtros percoladores, com leito de profundidade de 1,8 metros, as eficiências obtidas variaram de 43% a 82% na remoção de DBO e DQO, dependendo da taxa de aplicação utilizada, sendo compatíveis com os estudos realizados para o hospital, visto que o mínimo de redução obtido nos filtros percoladores é o dobro do necessário para o tratamento do efluente do estabelecimento.

Logo, conclui-se que o sistema de tratamento baseado na utilização de um filtro biológico percolador também pode ser proposto para o hospital, já que o mesmo atende os requisitos de eficiência, e também possui um baixo custo de instalação e operação.

Desta maneira, pode-se observar que ambos os sistemas escolhidos para propostas de redução de impacto do fator “k” são eficientes e podem vir a trazer benefícios para o hospital, visto que poderão levar a diminuição dos encargos extras, podendo os custos do pagamento do fator “k” serem abatidos com a instalação e operação de um sistema simplificado como os indicados acima, já que estes sistemas demandam de uma área pequena, um baixo custo e tem uma ótima eficiência.

Como vantagem, também pode ser citado a remoção de DBO, que é um parâmetro que também se encontrou elevado nas amostragens do hospital, sendo de extrema preocupação quando comparados aos valores limites estabelecidos pela COPAM/CERH 01, tendo os dois sistemas propostos uma ótima eficiência para remoção também deste parâmetro, além dos estudados no fator “k”.

6 CONCLUSÕES

O efluente hospitalar é bastante variável, podendo conter alta carga poluidora e elevada toxicidade. Sistemas de tratamento que minimizem o impacto deste efluente devem ser utilizados visando a diminuição dos riscos de contaminação do meio e os encargos que podem vir a ser gerados pela extrapolação dos parâmetros de lançamento estipulados em legislação. Apesar de algumas características físico-químicas serem inferiores aos demais efluentes industriais, este efluente não pode ser comparado ao efluente gerado em um domicílio, visto que possui uma carga poluidora muito mais elevada, uma vazão maior, envolvendo com isso altos volumes e a possibilidade de toxicidade ao meio.

Baseado nos resultados apresentados neste trabalho, conclui-se que:

- A amostra que possui o maior impacto poluidor é a amostra provinda do ponto de amostragem AM 01, ou seja, a de todas as alas do hospital, uma vez que sua carga orgânica e sólidos em suspensão são elevados, identificado pela extrapolação dos limites dos parâmetros DBO, DQO e SST.
- No ponto de amostragem AM 01 o parâmetro substâncias tensoativas também se encontrou alterado em algumas amostragens realizadas, desta maneira se tornou de preocupação no estudo, mesmo com os valores extrapolando o limite em quantidades pequenas ou mínimas.
- Para diminuição dos parâmetros DBO, DQO e SST foram propostos dois sistemas de tratamento, o primeiro se trata de um sistema tanque séptico em conjunto com filtro anaeróbio e o segundo de um filtro biológico percolador. Estes sistemas visam a minimização dos encargos gerados pelo fator “k” ao hospital e dos impactos que podem vir a ser ocasionados ao meio.
- Para as substâncias tensoativas a proposta de melhoria se baseou em uma Campanha de Conscientização e Controle da utilização de produtos que contenham estas substâncias, como, detergentes, antissépticos, sabões, dentre outros.

7 PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados encontrados na pesquisa, pode-se inferir que a continuidade do trabalho é de extrema importância, visto que os estudos dos sistemas de tratamento propostos para o hospital podem vir a gerar grandes ganhos ao estabelecimento e menores impactos ao meio ambiente.

Para isto, caso seja de interesse do hospital, deve-se estudar os sistemas propostos de maneira detalhada, realizando o dimensionamento e a comparação de custo de instalação e operação com o que é gasto com os encargos gerados pelo fator “k”.

Logo, para realização deste estudo, é demandado um maior tempo, uma maior quantidade de recursos e dados, visto que é necessário um dimensionamento exato para o tratamento do efluente gerado no hospital e nenhuma etapa pode ser realizada equivocadamente, pois pode vir a gerar transtornos ao estabelecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004**. Brasil, 2004.

APHA/AWWA/WEF. EATON, A.D (2005) *et al.*. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21ª ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - ARSAE. 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 MG. **Resolução ARSAE-MG 015, de 24 de janeiro de 2012**. Minas Gerais, 2012.

AREND, R. G. e HENKES J. A. Efluentes Hospitalares: Avaliação da Forma de Disposição dos Efluentes Hospitalares em Quatro Municípios da Região do Vale dos Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p.263 – 308, out.2013/mar.2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9800**: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. 60 p.

AUGUSTINHO, L.; FERREIRA, A. R.. **Impactos ambientais dos efluentes líquidos hospitalares no rio Paraguai, Cáceres, MT.** In: Anais do IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, Corumbá/MS, 2004.

BARBOSA, G. S.. O Desafio de Desenvolvimento Sustentável. **Revista Visões**, 4ª edição, v.1, n.4, Jan/Jun 2008. 11 pgs.

BRASIL. **Lei Federal nº 9433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF, 1997. Publicado em Diário Oficial da União – Seção 1 – 09/01/1997, página 470.

BRASIL. **Lei Federal nº9605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Brasília, DF, 1998. Publicado em Diário Oficial da União – Seção 1 – 13/02/1998, página 1.

BRASIL. **Lei Federal nº 9984, de 17 de julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA. Brasília, DF, 2000. Publicado em Diário Oficial da União – 18/07/2000.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Estabelece as responsabilidades por parte de quem produz a água, a quem cabe o exercício do controle de qualidade da água e das autoridades sanitárias, a quem cabe a missão de “vigilância da qualidade da água” para consumo humano. **Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.** Brasil, 2004. Publicado em Diário Oficial da União – 07/04/2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de Lavanderia Hospitalar.** Centro de documentação do Ministério da Saúde, Brasília, 1986. 40 pgs

CARVALHO, J. P. V. *et al.* Os Efeitos da Degradação dos Recursos Hídricos nos Espaços Urbanos de Vitória da Conquista – BA. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.6, n.10, 2010. 9 pgs.

CASSETI, V.. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo: Editora Geografia Contexto, 1995. 84 pgs.

CAVALCANTI, J. E. W. de A.. **Manual de Tratamento de Efluentes Industriais**. Brasil: Editora J.E. Cavalcanti, 2009. 453 p.

CERQUEIRA, G. A. *et al.* **A Crise Hídrica e suas Consequências**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, abril/2015 (Boletim Legislativo nº 27, de 2015). Disponível em: www.senado.leg.br/estudos. Acesso em 16 de abril de 2015.

CERREÑO, A. L. C.; PANERO, M.; BOEHME, S. Pollution Prevention and Management Strategies for Mercury in the New York/New Jersey Harbor. **New York Academy of Sciences**, New York, 2002. 116 pgs.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. São Paulo, Série Relatórios, 2009. 48 pgs.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. **Deliberação Normativa nº 74, de 09 de setembro de 2004**. Minas Gerais, 2004. Publicado no DOE em 02/10/2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 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 efluente, e dá outras providências. **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005**. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, pgs. 58-63.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de

março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011**. Publicada no DOU n° 92, de 16/05/2011, pag. 89.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **Programa Chuá: Educação Sanitária e Ambiental da COPASA**. 2016. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/media2/pesquisaescolar/copasa_institucional.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **PRECEND – PROGRAMA DE RECEBIMENTO E CONTROLE DE EFLUENTES PARA USUÁRIOS NÃO DOMÉSTICOS**. Belo Horizonte-MG, 2016. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/esgotamento-sanitario/os-programas/conteudos/precend>>. Acesso em: 21 de março de 2016.

DINIZ, L. M.. **Avaliação do Reagente de Fenton e Foto-Fenton na Remoção de Matéria Orgânica e Toxicidade em um Efluente Hospitalar**. 2015. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

EMMANUEL, E.; PERRODIN, Y.; KECK, G.; BLANCHARD, J. M.; VERMANDE P.. (2005). Ecotoxicological risk assessment of hospital wastewater: a proposed framework for raw effluents discharging into urban sewer network. **Journal of Hazardous Materials** A117.

ESCHER, B. I. *et al.*. Environmental toxicology and risk assessment of pharmaceuticals from hospital wastewater. **Water Resistance**, v.45, p. 75–92. 2011.

FELIPPE, S. W.. **Caracterização e Tratabilidade do Efluente Líquido da Indústria de Laticínio Fortuna Ltda, Rio Fortuna-SC**. 2009. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

KUMMERER, K.. Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources – a review. **Chemosphere**, v.45, p. 957-969, 2001.

MÂCEDO, J. A. B. de. **Águas & Águas**. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 505 p.

MACÊDO, Jorge. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2. ed. Minas gerais: CRQ, 2003. 1055 p.

METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery**. New York: AECOM, 2013, fifth edition. 2018 p.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM. **Deliberação Normativa nº 20, de 24 de junho de 1997**. Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas. Belo Horizonte, MG, 1997. Publicado em Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 27/06/1997.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH. **Deliberação Normativa Conjunta nº 01, de 05 de maio de 2008**. 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. Belo Horizonte, MG, 2008. Publicado em Diário Executivo – “Minas Gerais” – 13/05/2008.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, Mato Grosso do Sul, v.36, n.3, p. 370-374, 2002.

MORENO, P; CALLISTO, M.. **Bioindicadores de qualidade de água ao longo da Bacia do Rio das Velhas (MG)**. In: Bioindicadores de qualidade de água. 5a ed. Brasília: Embrapa. p. 95-116.

NASCIMENTO, M. C. P.. **Filtro biológico percolador de pequena altura de meio suporte aplicado ao pós-tratamento de efluente de reator uasb**. 2001. 181 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

NUVOLARI, A. *et al.* **Esgoto Sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Blucher, 2011, 2º ed. rev. 565 p.

POLIGNANO, M.V. *et al.* **Uma viagem ao projeto Manuelzão e à bacia do Rio das Velhas –Manuelzão vai à Escola**. Belo Horizonte: Coleção Revitalizar, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte 2012/2015**. Belo Horizonte, v. I/II, fev 2015. 127 pgs.

REIS, J. A. T. dos; MENDONÇA, A.S. F. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Vitória-ES, v.14, n.3, p. 353-362, jul/set 2009.

RODRIGUES, K.A. **Uso de reatores biológicos com fungos para remoção de fenol de água residuária sintética**. 130f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

SANTOS, A. S. P.. **Avaliação de desempenho de um filtro biológico percolador em diferentes meios suporte plásticos**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL - SNSA. **SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 22 de março de 2016.

SILVA, D. G. K. C.; MACÊDO, R. G.; LADCHUMANANANDASIVAM, R. Efluentes Hospitalares: Caracterização Físico-Química e Microbiológica em um Hospital no Município de Natal-RN. **Revista de Biologia e Farmácia BIOFAR**, ISSN 1983-4209, v. 6, n. 2, 2011.

SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R.. **Manual de análises físico-químicas de Águas de abastecimento e residuárias**. Campina grande, 2001. 87.p

SILVA, B. N. P. da. **Avaliação da eficiência da Estação de Tratamento de Efluentes sanitários do Baldo-Natal/RN.** 2015. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

SILVESTRE, M.. **O Princípio do Desenvolvimento Sustentável no Direito Ambiental e instrumentos legais de sustentabilidade no que tange a algumas atividades geradoras de energia elétrica.** Disponível em:

<http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT06/mariel_silvestre.pdf>.

Acesso em: 22 mar 2016.

SIMEC. **Relatório Produção Média Mensal.** 2013. Disponível em: <www.ebserh.gov.br/>.

Acesso em: 21 mar 2016.

SISTEMA DE NORMALIZAÇÃO TÉCNICA COPASA. **NORMA TÉCNICA T.187/4:** Lançamento de Efluentes Não Domésticos no Sistema de Esgotamento Sanitário da Copasa. Minas Gerais, 2012. 10 p.

SOUSA, H. A. de; ROESER, H. M. P.; MATOS, A. T. de. Métodos e técnicas aplicados na avaliação ambiental do aterro da BR-040 da Prefeitura Municipal de Belo Horizont-MG. **Revista Escola de Minas**, v. 55, n. 4, Ouro Preto, out/dez 2002.

VON SPERLING, M.. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. v.1, 3ª ed. 243 p.

ZACARIAS, C. H.. Exposição Ocupacional a Cianetos – Uma Breve Revisão. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, ISSN 1984-3577, v.2, n.3, jul/out 2009.

APÊNDICE A – Tabelas análise descritiva (2013, 2014, 2015 e 2016)

Tabela 16: Estatística descritiva com número de amostras, máximo, mínimo, média, desvio padrão e quartis inferior e superior para o ponto de amostragem AM 01 (2013).

AMOSTRA 01 - Alas Norte, Sul, Leste e Oeste do hospital - 2013											
Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Condições de lançamento de efluentes/PRECEAD											
pH	-	6 a 10	5 a 9	6 a 9	4	6,87	6,41	6,670	0,226863	6,52	6,86
Temperatura	°C	<= 40	<= 40	<= 40	4	25,2	22,9	23,775	1,021029	23,13	24,15
Sólidos sedimentáveis	mg/L	20	-	-	4	14	3	8,000	4,966555	4,50	11,00
Óleos e Graxas Totais	mg/L	150	50*	50*	4	29	0,5	13,125	11,79248	8,38	16,25
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	-	-	-	4	1760	269	960,500	621,5167	647,00	1220,00
Demanda química de oxigênio	mg/L	450	-	-	4	2130	493	1533,250	745,3471	1248,25	2040,00
Substâncias tensoativas	mg/L	5	-	-	4	5,63	0,26	3,473	2,470916	2,18	5,29
Sólidos suspensos totais	mg/L	300	-	-	4	690	216	427,000	207,2197	292,50	535,50
Parâmetros Inorgânicos											
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	500	20	20	4	53,56	15,37	34,410	15,61446	28,83	39,94
Alumínio Total	mg/L	3	-	-	4	1,47	0,31	0,838	0,567179	0,39	1,24
Boro Total	mg/L	5	5	5	4	0,1	0,03	0,055	0,033166	0,03	0,07
Cianetos Totais	mg/L	5	1	-	4	0,021	0,001	0,007	0,009251	0,00	0,01
Cobre Total	mg/L	10	1,0 - dissolvido	1,0 - dissolvido	4	0,057	0,02	0,032	0,017176	0,02	0,03
Cromo Hexavalente	mg/L	1,5	0,1	0,5	4	0,005	0,005	0,005	0	0,01	0,01

Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Cromo Total	mg/L	10	-	-	4	0,005	0,005	0,005	0	0,01	0,01
Fenóis Totais	mg/L	5	0,5	0,5	4	0,12	0,025	0,049	0,0475	0,03	0,05
Ferro Dissolvido	mg/L	15	15	15	4	0,75	0,52	0,633	0,102429	0,57	0,70
Fluoretos	mg/L	10	10	10	4	4,23	0,59	2,365	1,995553	0,67	4,02
Mercúrio Total	mg/L	1,5	0,01	0,01	4	0,0003	0,0001	0,000	0,0001	0,00	0,00
Níquel Total	mg/L	5	2	1	4	0,008	0,0005	0,004	0,003092	0,00	0,01
Prata Total	mg/L	5	0,1	0,1	4	0,004	0,001	0,002	0,0015	0,00	0,00
Sulfatos	mg/L	1000	-	-	4	29,8	0,5	18,250	13,20114	12,20	27,40
Sulfeto Total	mg/L	1	1	1	4	0,063	0,0005	0,020	0,029261	0,00	0,03
Zinco Total	mg/L	5	5	5	4	0,19	0,07	0,108	0,056789	0,07	0,12
Parâmetros Orgânicos											
Benzeno	µg/L	1,2	1,2	-	4	16,45	1	7,173	8,179158	2,54	10,26
Etilbenzeno	µg/L	0,84	0,84	-	4	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Tolueno	µg/L	1,2	1,2	-	4	27,65	1	11,420	14,24334	3,31	16,63
Xileno	µg/L	1,6	1,6	-	4	1	1	1,000	0	1,00	1,00

Tabela 17: Estatística descritiva com número de amostras, máximo, mínimo, média, desvio padrão e quartis inferior e superior para o ponto de amostragem AM 01 (2014).

AMOSTRA 01 - Alas Norte, Sul, Leste e Oeste do hospital - 2014											
Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Condições de lançamento de efluentes/PRECEAD											
pH	-	6 a 10	5 a 9	6 a 9	6	7,99	6,21	7,065	0,622278	6,69	7,31
Temperatura	°C	<= 40	<= 40	<= 40	6	27	18	24,117	3,248025	23,68	25,90
Sólidos sedimentáveis	mg/L	20	-	-	6	10	3	5,583	2,45798	4,13	6,00
Óleos e Graxas Totais	mg/L	150	20/50*	20/51*	6	34	6	22,333	10,89342	16,00	31,00
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	-	-	-	6	1700	428	972,167	509,205	582,25	1330,00
Demanda química de oxigênio	mg/L	450	-	-	6	3370	600	1650,000	941,382	1232,50	1770,00
Substâncias tensoativas	mg/L	5	-	-	6	7,26	1,38	4,005	1,994199	3,00	4,69
Sólidos suspensos totais	mg/L	300	-	-	6	316	66	231,167	108,8824	160,75	301,50
Parâmetros Inorgânicos											
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	500	20	20	6	114,8	0,05	61,502	41,86171	35,69	84,52
Alumínio Total	mg/L	3	-	-	6	0,93	0,27	0,517	0,245737	0,36	0,63
Boro Total	mg/L	5	5	5	6	0,11	0,005	0,040	0,040373	0,01	0,06
Cianetos Totais	mg/L	5	1	-	6	0,016	0,001	0,005	0,005857	0,00	0,00
Cobre Total	mg/L	10	1,0 - dissolvido	1,0 - dissolvido	6	0,042	0,005	0,029	0,013308	0,03	0,04
Cromo Hexavalente	mg/L	1,5	0,1	0,5	6	0,005	0,005	0,005	0	0,01	0,01
Cromo Total	mg/L	10	-	-	6	0,02	0,005	0,008	0,006124	0,01	0,01
Fenóis Totais	mg/L	5	0,5	0,5	6	0,07	0,025	0,033	0,018371	0,03	0,03
Ferro Dissolvido	mg/L	15	15	15	6	1,74	0,07	0,715	0,678373	0,17	1,09

Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Fluoretos	mg/L	10	10	10	6	1,48	0,025	0,760	0,764428	0,05	1,45
Mercúrio Total	mg/L	1,5	0,01	0,01	6	0,0001	0,0001	0,000	0	0,00	0,00
Níquel Total	mg/L	5	2	1	6	0,1	0,003	0,022	0,038426	0,00	0,01
Prata Total	mg/L	5	0,1	0,1	6	0,001	0,001	0,001	0	0,00	0,00
Sulfatos	mg/L	1000	-	-	6	52	1,04	24,308	19,62438	8,58	33,53
Sulfeto Total	mg/L	1	1	1	6	0,011	0,0005	0,005	0,004389	0,00	0,01
Zinco Total	mg/L	5	5	5	6	0,2	0,06	0,128	0,055648	0,10	0,17
Parâmetros Orgânicos											
Benzeno	µg/L	1,2	1,2	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Etilbenzeno	µg/L	0,84	0,84	-	6	5,8	1	1,800	1,959592	1,00	1,00
Tolueno	µg/L	1,2	1,2	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Xileno	µg/L	1,6	1,6	-	6	2,93	1	1,322	0,787919	1,00	1,00

Tabela 18: Estatística descritiva com número de amostras, máximo, mínimo, média, desvio padrão e quartis inferior e superior para o ponto de amostragem AM 01 (2015).

AMOSTRA 01 - Alas Norte, Sul, Leste e Oeste do hospital - 2015											
Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Condições de lançamento de efluentes/PRECEAD											
pH	-	6 a 10	5 a 9	6 a 9	6	7,12	6,48	6,918	0,228597	6,92	7,05
Temperatura	°C	<= 40	<= 40	<= 40	6	28	23	26,333	1,71775	26,60	27,00
Sólidos sedimentáveis	mg/L	20	-	-	6	11	0,4	4,850	4,632818	1,38	8,65
Óleos e Graxas Totais	mg/L	150	20/50*	20/51*	6	87	7	25,667	31,18119	7,50	25,50
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	-	-	-	6	969	40,8	364,633	335,7686	157,25	454,75
Demanda química de oxigênio	mg/L	450	-	-	6	4170	201	1753,000	1387,497	907,75	2122,50
Substâncias tensoativas	mg/L	5	-	-	6	8,74	0,66	5,847	2,964602	4,96	7,88
Sólidos suspensos totais	mg/L	300	-	-	6	782	109	370,000	236,1855	222,00	421,25
Parâmetros Inorgânicos											
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	500	20	20	6	125,66	50,26	75,350	27,272	59,84	80,67
Alumínio Total	mg/L	3	-	-	6	0,95	0,27	0,495	0,252012	0,31	0,55
Boro Total	mg/L	5	5	5	6	0,32	0,005	0,063	0,126363	0,01	0,02
Cianetos Totais	mg/L	5	1	-	6	0,039	0,001	0,008	0,015316	0,00	0,00
Cobre Total	mg/L	10	1,0 - dissolvido	1,0 - dissolvido	6	0,041	0,008	0,024	0,01379	0,01	0,04
Cromo Hexavalente	mg/L	1,5	0,1	0,5	6	0,005	0,005	0,005	0	0,01	0,01
Cromo Total	mg/L	10	-	-	6	0,005	0,005	0,005	0	0,01	0,01
Fenóis Totais	mg/L	5	0,5	0,5	6	1,11	0,025	0,443	0,407894	0,12	0,59
Ferro Dissolvido	mg/L	15	15	15	6	0,92	0,19	0,447	0,276887	0,24	0,56

Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Fluoretos	mg/L	10	10	10	6	2,46	0,025	0,831	0,847151	0,44	0,81
Mercúrio Total	mg/L	1,5	0,01	0,01	6	0,0001	0,0001	0,000	0	0,00	0,00
Níquel Total	mg/L	5	2	1	6	0,01	0,0005	0,006	0,003441	0,00	0,01
Prata Total	mg/L	5	0,1	0,1	6	0,001	0,001	0,001	0	0,00	0,00
Sulfatos	mg/L	1000	-	-	6	37,5	0,5	14,398	16,09757	0,75	25,80
Sulfeto Total	mg/L	1	1	1	6	0,5	0,119	0,423	0,152433	0,44	0,50
Zinco Total	mg/L	5	5	5	6	0,17	0,025	0,094	0,047793	0,08	0,11
Parâmetros Orgânicos											
Benzeno	µg/L	1,2	1,2	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Etilbenzeno	µg/L	0,84	0,84	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Tolueno	µg/L	1,2	1,2	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Xileno	µg/L	1,6	1,6	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00

Tabela 19: Estatística descritiva com número de amostras, máximo, mínimo, média, desvio padrão e quartis inferior e superior para o ponto de amostragem AM 01 (2016).

AMOSTRA 01 - Alas Norte, Sul, Leste e Oeste do hospital - 2016											
Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Condições de lançamento de efluentes/PRECEM											
pH	-	6 a 10	5 a 9	6 a 9	4	7,12	6,58	6,948	0,25157835	6,89	7,11
Temperatura	°C	<= 40	<= 40	<= 40	4	27,5	23,1	25,550	1,8266545	24,98	26,38
Sólidos sedimentáveis	mg/L	20	-	-	4	14,1	0,3	4,250	6,60832808	0,53	5,03
Óleos e Graxas Totais	mg/L	150	20/50*	20/50*	4	379	10,6	131,150	168,492403	35,65	163,00
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	-	-	-	4	1630	293,3	779,575	620,625804	330,58	1046,50
Demanda química de oxigênio	mg/L	450	-	-	4	4190	1116,7	2304,425	1372,62784	1392,93	2867,00
Substâncias tensoativas	mg/L	5	-	-	4	4,72	1,49	2,955	1,58456093	1,69	4,08
Sólidos suspensos totais	mg/L	300	-	-	4	297	170	228,000	58,9632654	184,25	266,25
Parâmetros Inorgânicos											
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	500	20	20	4	74,4	17,9	50,825	23,7702019	44,30	62,03
Alumínio Total	mg/L	3	-	-	4	0,783	0,04	0,403	0,32880934	0,19	0,61
Boro Total	mg/L	5	5	5	4	0,24	0,005	0,099	0,10184752	0,04	0,14
Cianetos Totais	mg/L	5	1	-	4	0,0192	0,01	0,015	0,00525452	0,01	0,02
Cobre Total	mg/L	10	1,0 - dissolvido	1,0 - dissolvido	4	0,0263	0,008	0,018	0,00822329	0,01	0,02
Cromo Hexavalente	mg/L	1,5	0,1	0,5	4	0,025	0,005	0,010	0,01	0,01	0,01
Cromo Total	mg/L	10	-	-	4	0,005	0,0049	0,005	5E-05	0,00	0,01
Fenóis Totais	mg/L	5	0,5	0,5	4	0,241	0,014	0,076	0,10995567	0,02	0,08
Ferro Dissolvido	mg/L	15	15	15	4	2,06	0,05	0,780	0,9316294	0,11	1,18

Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Fluoretos	mg/L	10	10	10	4	55,6	0,05	14,010	27,7267753	0,13	14,08
Mercúrio Total	mg/L	1,5	0,01	0,01	4	0,006	0,0001	0,002	0,00285248	0,00	0,00
Níquel Total	mg/L	5	2	1	4	0,005	0,0038	0,005	0,0006	0,00	0,01
Prata Total	mg/L	5	0,1	0,1	4	0,005	0,000667	0,003	0,00218581	0,00	0,01
Sulfatos	mg/L	1000	-	-	4	56,8	1,5	21,185	24,4449497	8,63	25,78
Sulfeto Total	mg/L	1	1	1	4	4,85	0,005	1,914	2,07948461	0,83	2,49
Zinco Total	mg/L	5	5	5	4	0,527	0,025	0,203	0,22159874	0,10	0,23
Parâmetros Orgânicos											
Benzeno	µg/L	1,2	1,2	-	4	58,2	0,00025	14,551	29,099625	0,00	14,55
Etilbenzeno	µg/L	0,84	0,84	-	4	83,43	0,00025	20,858	41,714625	0,00	20,86
Tolueno	µg/L	1,2	1,2	-	4	72,06	0,00025	18,016	36,029625	0,00	18,02
Xileno	µg/L	1,6	1,6	-	4	196,16	0,00025	49,041	98,079625	0,00	49,04

Tabela 20: Estatística descritiva com número de amostras, máximo, mínimo, média, desvio padrão e quartis inferior e superior para o ponto de amostragem AM 02 (2013).

AMOSTRA 02 - Lavanderia e Centro de Material Esterilizado (CMA) – 2013.											
Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Condições de lançamento de efluentes/PRECEM											
pH	-	6 a 10	5 a 9	6 a 9	4	9,85	7	8,598	1,449376	7,56	9,81
Temperatura	°C	<= 40	<= 40	<= 40	4	29,3	22,5	25,450	2,829016	24,23	26,23
Sólidos sedimentáveis	mg/L	20	-	-	4	3	1,25	2,313	0,850857	1,81	3,00
Óleos e Graxas Totais	mg/L	150	20/50*	20/51*	4	9	2	6,000	3,162278	4,25	8,25
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	-	-	-	4	196	71,4	139,350	61,24342	95,85	188,50
Demanda química de oxigênio	mg/L	450	-	-	4	353	210	260,000	63,9114	224,25	274,25
Substâncias tensoativas	mg/L	5	-	-	4	3,8	0,93	1,885	1,29647	1,26	2,03
Sólidos suspensos totais	mg/L	300	-	-	4	96	72	81,000	10,3923	76,50	82,50
Parâmetros Inorgânicos											
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	500	20	20	4	128,1	0,34	53,643	54,12921	25,25	71,46
Alumínio Total	mg/L	3	-	-	4	0,68	0,36	0,555	0,138924	0,51	0,64
Boro Total	mg/L	5	5	5	4	0,1	0,02	0,053	0,039476	0,02	0,08
Cianetos Totais	mg/L	5	1	-	4	0,009	0,003	0,005	0,002828	0,00	0,01
Cobre Total	mg/L	10	1,0 - dissolvido	1,0 - dissolvido	4	0,024	0,01	0,016	0,005888	0,01	0,02
Cromo Hexavalente	mg/L	1,5	0,1	0,5	4	0,005	0,005	0,005	0	0,01	0,01
Cromo Total	mg/L	10	-	-	4	0,005	0,005	0,005	0	0,01	0,01
Fenóis Totais	mg/L	5	0,5	0,5	4	0,26	0,025	0,095	0,112027	0,03	0,12
Ferro Dissolvido	mg/L	15	15	15	4	0,15	0,01	0,085	0,057446	0,07	0,11

Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Fluoretos	mg/L	10	10	10	4	1,11	0,77	0,890	0,160831	0,77	0,96
Mercúrio Total	mg/L	1,5	0,01	0,01	4	0,001	0,0002	0,001	0,0004	0,00	0,00
Níquel Total	mg/L	5	2	1	4	0,006	0,0005	0,002	0,002496	0,00	0,00
Prata Total	mg/L	5	0,1	0,1	4	0,001	0,001	0,001	0	0,00	0,00
Sulfatos	mg/L	1000	-	-	4	88,4	2,3	42,125	37,32911	18,73	62,30
Sulfeto Total	mg/L	1	1	1	4	0,0005	0,0005	0,001	0	0,00	0,00
Zinco Total	mg/L	5	5	5	4	0,81	0,05	0,275	0,362721	0,05	0,35
Parâmetros Orgânicos											
Benzeno	µg/L	1,2	1,2	-	4	24,4	1	10,933	12,09352	4,20	15,90
Etilbenzeno	µg/L	0,84	0,84	-	4	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Tolueno	µg/L	1,2	1,2	-	4	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Xileno	µg/L	1,6	1,6	-	4	1	1	1,000	0	1,00	1,00

Tabela 21: Estatística descritiva com número de amostras, máximo, mínimo, média, desvio padrão e quartis inferior e superior para o ponto de amostragem AM 02 (2014).

AMOSTRA 02 - Lavanderia e Centro de Material Esterilizado (CMA) - 2014											
Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Condições de lançamento de efluentes/PRECEM											
pH	-	6 a 10	5 a 9	6 a 9	6	8,36	7,54	7,913	0,325064	7,64	8,12
Temperatura	°C	<= 40	<= 40	<= 40	6	29,8	19	25,500	3,892043	24,35	28,30
Sólidos sedimentáveis	mg/L	20	-	-	6	150	1,5	27,500	60,02333	2,63	4,50
Óleos e Graxas Totais	mg/L	150	20/50*	20/51*	6	23	3	10,833	8,704405	3,75	17,50
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	-	-	-	6	605	13,8	197,783	225,8356	44,38	264,75
Demanda química de oxigênio	mg/L	450	-	-	6	776	86	396,000	255,76	241,25	550,75
Substâncias tensoativas	mg/L	5	-	-	6	8,2	0,39	4,110	2,59716	3,03	4,89
Sólidos suspensos totais	mg/L	300	-	-	6	107	36	71,833	27,98154	52,75	93,75
Parâmetros Inorgânicos											
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	500	20	20	6	106,26	16,84	63,182	38,64933	33,85	96,47
Alumínio Total	mg/L	3	-	-	6	0,41	0,1	0,228	0,103037	0,19	0,25
Boro Total	mg/L	5	5	5	6	2,85	0,05	0,887	1,27252	0,08	1,65
Cianetos Totais	mg/L	5	1	-	6	0,011	0,001	0,003	0,004021	0,00	0,00
Cobre Total	mg/L	10	1,0 - dissolvido	1,0 - dissolvido	6	0,038	0,01	0,021	0,01069	0,01	0,03
Cromo Hexavalente	mg/L	1,5	0,1	0,5	6	0,05	0,005	0,013	0,018371	0,01	0,01
Cromo Total	mg/L	10	-	-	6	0,05	0,005	0,020	0,023238	0,01	0,04
Fenóis Totais	mg/L	5	0,5	0,5	6	0,38	0,025	0,184	0,138939	0,08	0,28
Ferro Dissolvido	mg/L	15	15	15	6	0,17	0,01	0,070	0,067231	0,03	0,12

Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Fluoretos	mg/L	10	10	10	6	0,98	0,025	0,618	0,353437	0,48	0,87
Mercúrio Total	mg/L	1,5	0,01	0,01	6	0,0001	0,0001	0,000	0	0,00	0,00
Níquel Total	mg/L	5	2	1	6	0,2	0,003	0,042	0,078073	0,00	0,03
Prata Total	mg/L	5	0,1	0,1	6	0,001	0,001	0,001	0	0,00	0,00
Sulfatos	mg/L	1000	-	-	6	76,9	5,84	38,827	29,7269	12,87	61,20
Sulfeto Total	mg/L	1	1	1	6	0,011	0,0005	0,004	0,005193	0,00	0,01
Zinco Total	mg/L	5	5	5	6	0,2	0,025	0,115	0,081609	0,04	0,19
Parâmetros Orgânicos											
Benzeno	µg/L	1,2	1,2	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Etilbenzeno	µg/L	0,84	0,84	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Tolueno	µg/L	1,2	1,2	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Xileno	µg/L	1,6	1,6	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00

Tabela 22: Estatística descritiva com número de amostras, máximo, mínimo, média, desvio padrão e quartis inferior e superior para o ponto de amostragem AM 02 (2015).

AMOSTRA 02 - Lavanderia e Centro de Material Esterilizado (CMA) - 2015											
Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Condições de lançamento de efluentes/PRECEAD											
pH	-	6 a 10	5 a 9	6 a 9	6	7,7	6,54	7,190	0,525966	6,73	7,62
Temperatura	°C	<= 40	<= 40	<= 40	6	30,3	22,7	24,767	3,136665	22,78	25,88
Sólidos sedimentáveis	mg/L	20	-	-	6	10	0,1	4,017	3,6799	1,63	5,88
Óleos e Graxas Totais	mg/L	150	20/50*	20/51*	6	13	0,5	3,250	4,886205	0,50	2,75
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	-	-	-	6	460	63,9	185,017	145,685	85,65	189,50
Demanda química de oxigênio	mg/L	450	-	-	6	1660	72,8	492,133	597,7154	170,50	500,00
Substâncias tensoativas	mg/L	5	-	-	6	7,85	0,24	2,535	2,739546	1,06	2,43
Sólidos suspensos totais	mg/L	300	-	-	6	98	34	58,333	21,70407	48,00	60,50
Parâmetros Inorgânicos											
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	500	20	20	6	107,12	39,28	79,088	30,35222	53,58	103,73
Alumínio Total	mg/L	3	-	-	6	0,41	0,15	0,220	0,1	0,15	0,23
Boro Total	mg/L	5	5	5	6	0,92	0,005	0,258	0,402178	0,01	0,45
Cianetos Totais	mg/L	5	1	-	6	0,006	0,001	0,003	0,002345	0,00	0,00
Cobre Total	mg/L	10	1,0 - dissolvido	1,0 - dissolvido	6	0,034	0,018	0,022	0,006121	0,02	0,02
Cromo Hexavalente	mg/L	1,5	0,1	0,5	6	0,06	0,005	0,014	0,022454	0,01	0,01
Cromo Total	mg/L	10	-	-	6	0,005	0,005	0,005	0	0,01	0,01
Fenóis Totais	mg/L	5	0,5	0,5	6	0,19	0,025	0,091	0,076773	0,03	0,16
Ferro Dissolvido	mg/L	15	15	15	6	0,25	0,12	0,162	0,046224	0,14	0,16

Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Fluoretos	mg/L	10	10	10	6	2,04	0,35	0,855	0,616563	0,51	0,88
Mercúrio Total	mg/L	1,5	0,01	0,01	6	0,0001	0,0001	0,000	0	0,00	0,00
Níquel Total	mg/L	5	2	1	6	0,01	0,0005	0,006	0,004144	0,00	0,01
Prata Total	mg/L	5	0,1	0,1	6	0,001	0,001	0,001	0	0,00	0,00
Sulfatos	mg/L	1000	-	-	6	76,86	3,7	34,553	24,77081	21,60	39,98
Sulfeto Total	mg/L	1	1	1	6	0,5	0,011	0,352	0,23104	0,20	0,50
Zinco Total	mg/L	5	5	5	6	0,26	0,025	0,081	0,09162	0,03	0,08
Parâmetros Orgânicos											
Benzeno	µg/L	1,2	1,2	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Etilbenzeno	µg/L	0,84	0,84	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Tolueno	µg/L	1,2	1,2	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00
Xileno	µg/L	1,6	1,6	-	6	1	1	1,000	0	1,00	1,00

Tabela 23: Estatística descritiva com número de amostras, máximo, mínimo, média, desvio padrão e quartis inferior e superior para o ponto de amostragem AM 02 (2016).

AMOSTRA 02 - Lavanderia e Centro de Material Esterilizado (CMA) - 2016											
Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Condições de lançamento de efluentes/PRECEND											
pH	-	6 a 10	5 a 9	6 a 9	4	9,71	6,73	8,428	1,491405936	7,40	9,67
Temperatura	°C	<= 40	<= 40	<= 40	4	41,3	17,6	26,100	10,65926827	19,40	29,45
Sólidos sedimentáveis	mg/L	20	-	-	4	3,2	0,05	0,925	1,52561463	0,05	1,10
Óleos e Graxas Totais	mg/L	150	20/50*	20/51*	4	100	5	50,125	51,43989211	6,13	91,75
Demanda bioquímica de oxigênio	mg/L	-	-	-	4	393	166,8	242,700	101,8480568	195,45	252,75
Demanda química de oxigênio	mg/L	450	-	-	4	942	313	602,500	266,6339563	451,00	729,00
Substâncias tensoativas	mg/L	5	-	-	4	4,85	1,11	2,758	1,555664381	2,04	3,25
Sólidos suspensos totais	mg/L	300	-	-	4	84	40	66,100	20,9262196	53,80	82,50
Parâmetros Inorgânicos											
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	500	20	20	4	109	0,023	74,581	50,22515123	68,71	100,53
Alumínio Total	mg/L	3	-	-	4	0,24	0,04	0,145	0,082259751	0,12	0,18
Boro Total	mg/L	5	5	5	4	2,27	0,005	1,019	1,051620773	0,23	1,69
Cianetos Totais	mg/L	5	1	-	4	0,011	0,0018	0,008	0,004292629	0,01	0,01
Cobre Total	mg/L	10	1,0 - dissolvido	1,0 - dissolvido	4	0,011	0,006	0,009	0,002196968	0,01	0,01
Cromo Hexavalente	mg/L	1,5	0,1	0,5	4	0,025	0,005	0,010	0,01	0,01	0,01
Cromo Total	mg/L	10	-	-	4	0,011	0,005	0,007	0,003	0,01	0,01
Fenóis Totais	mg/L	5	0,5	0,5	4	0,251	0,025	0,110	0,108367815	0,03	0,17
Ferro Dissolvido	mg/L	15	15	15	4	0,36	0,05	0,170	0,1333676	0,10	0,20

Parâmetros	Unidade	Requisito Técnico/Legal			Estatística Descritiva						
		Copasa PRECEND	Resolução CONAMA Nº 430/2011	Deliberação Normativa COPAM-CERH Nº 1/2008	n	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	Quartil Inferior	Quartil Superior
Fluoretos	mg/L	10	10	10	4	0,97	0,18	0,605	0,372782331	0,35	0,89
Mercúrio Total	mg/L	1,5	0,01	0,01	4	0,006	0,0001	0,002	0,002852484	0,00	0,00
Níquel Total	mg/L	5	2	1	4	0,0062	0,005	0,005	0,0006	0,01	0,01
Prata Total	mg/L	5	0,1	0,1	4	0,005	0,001	0,003	0,002061553	0,00	0,01
Sulfatos	mg/L	1000	-	-	4	115	37	67,705	33,26461734	52,99	74,13
Sulfeto Total	mg/L	1	1	1	4	0,44	0,005	0,224	0,227939137	0,04	0,41
Zinco Total	mg/L	5	5	5	4	0,19	0,025	0,099	0,070044629	0,06	0,13
Parâmetros Orgânicos											
Benzeno	µg/L	1,2	1,2	-	4	58	0,00025	14,501	28,999625	0,00	14,50
Etilbenzeno	µg/L	0,84	0,84	-	4	83	0,00025	20,751	41,499625	0,00	20,75
Tolueno	µg/L	1,2	1,2	-	4	72	0,00025	18,001	35,999625	0,00	18,00
Xileno	µg/L	1,6	1,6	-	4	196	0,00025	49,001	97,999625	0,00	49,00

*** Observações...**

Para os valores abaixo do limite de detecção serão utilizados metade do valor, para que assim possa ser calculado a máxima, mínima, média e desvio padrão. O limite de tolerância para óleos e graxas totais foi utilizado o limite de óleos vegetais.

APÊNDICE B – Gráficos valores coletados (2013, 2014, 2015 e 2016)

Alumínio Total

Figura 37: Valores coletados do parâmetro alumínio total (AM 01).

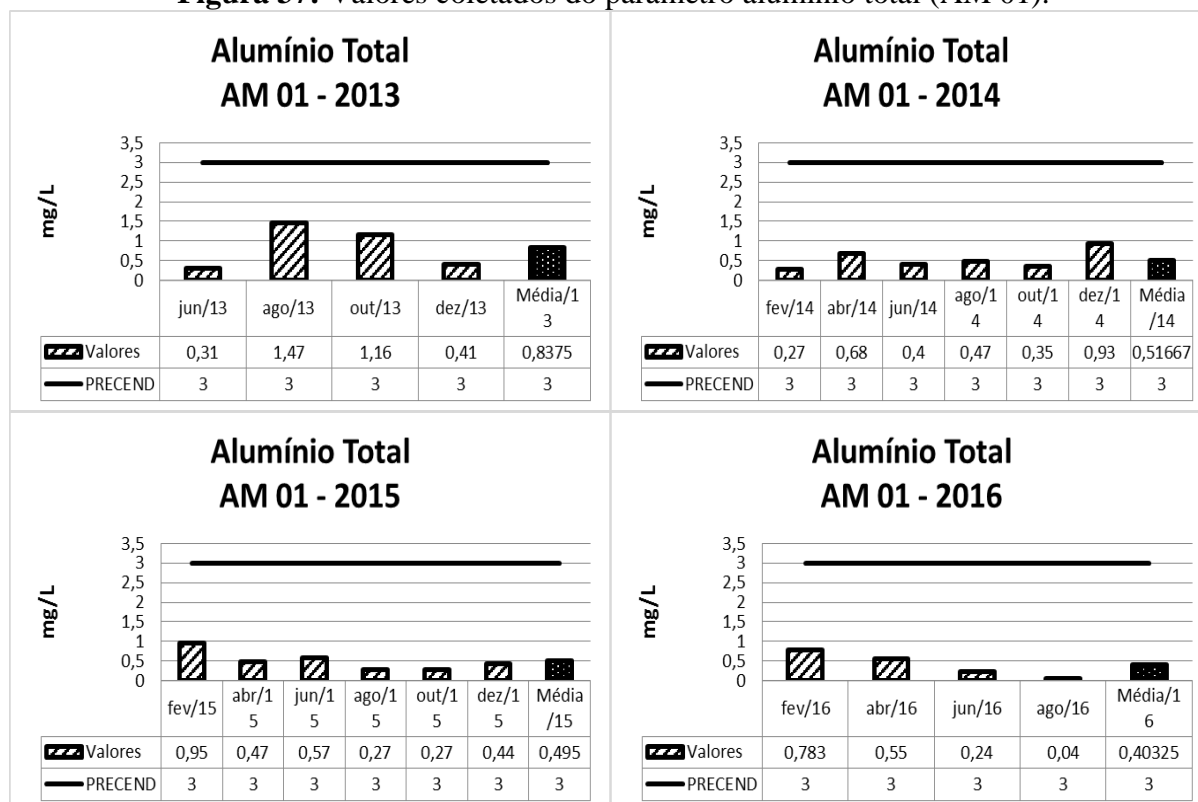
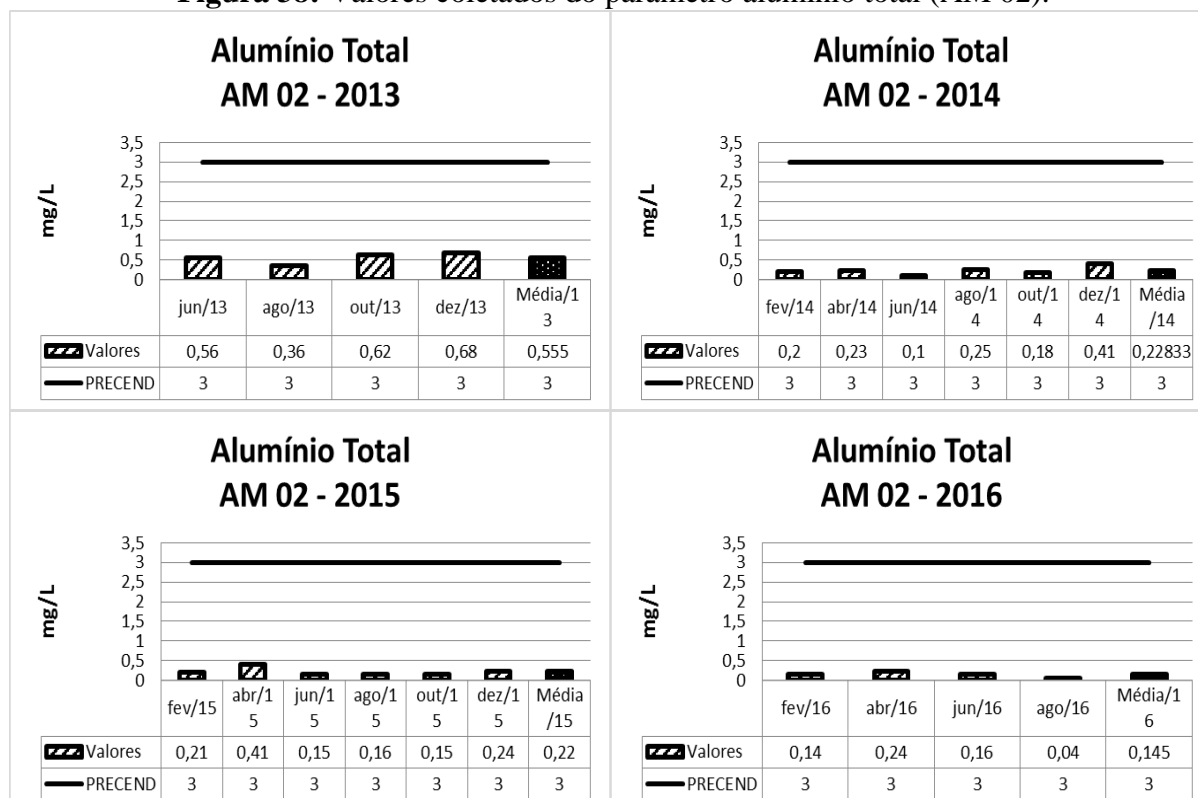


Figura 38: Valores coletados do parâmetro alumínio total (AM 02).



Boro Total

Figura 39: Valores coletados do parâmetro boro total (AM 01).

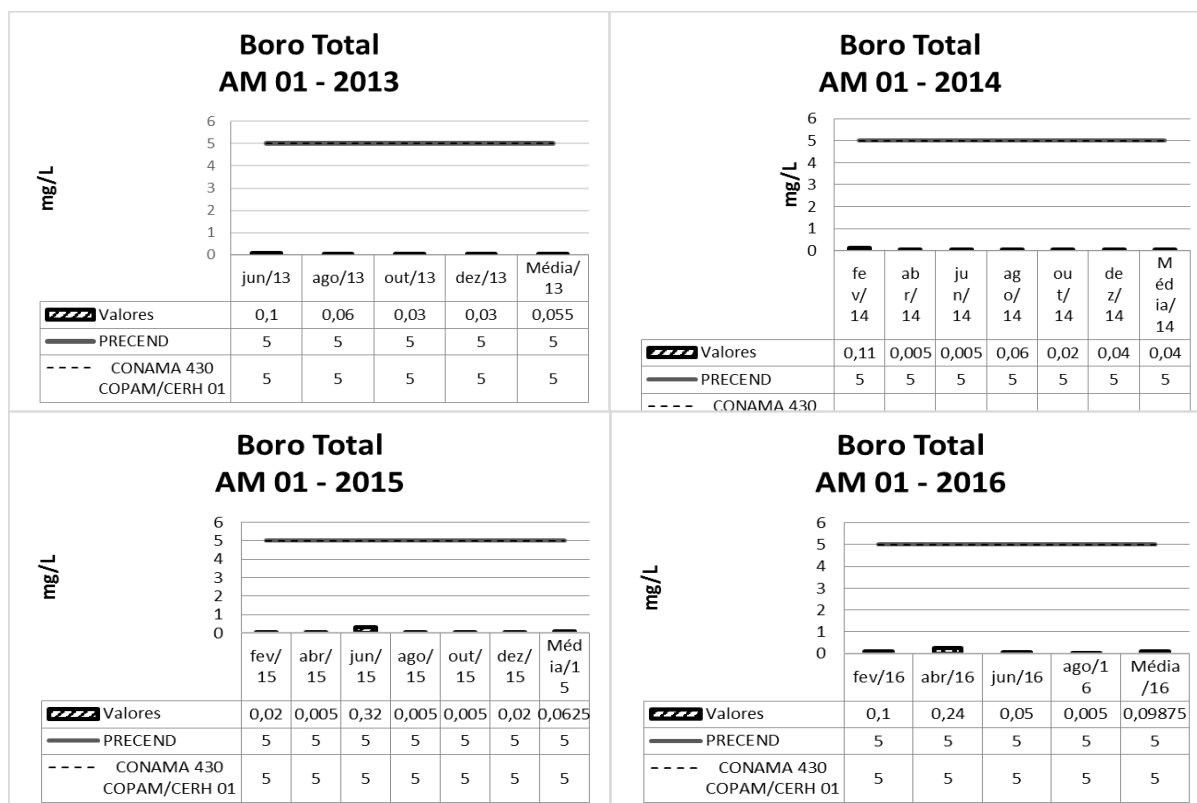
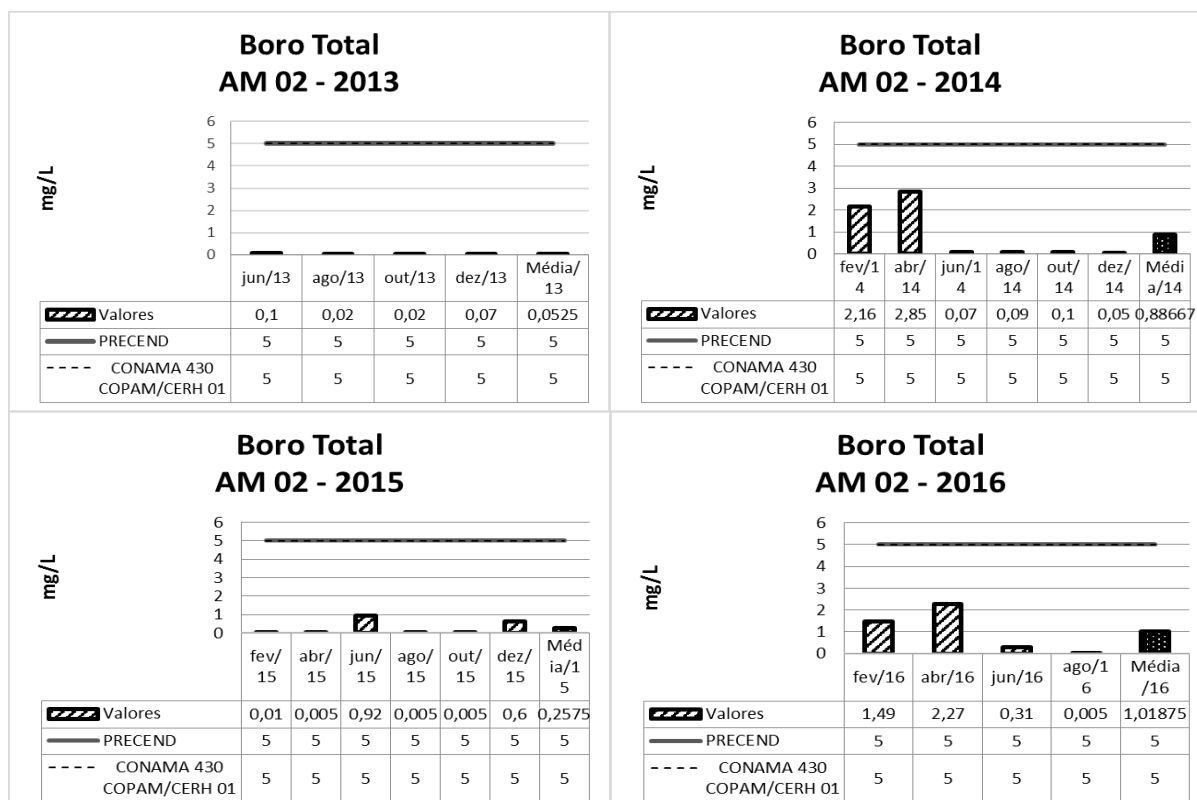


Figura 40: Valores coletados do parâmetro boro total (AM 02).



Cianetos Totais

Figura 41: Valores coletados do parâmetro cianetos totais (AM 01).

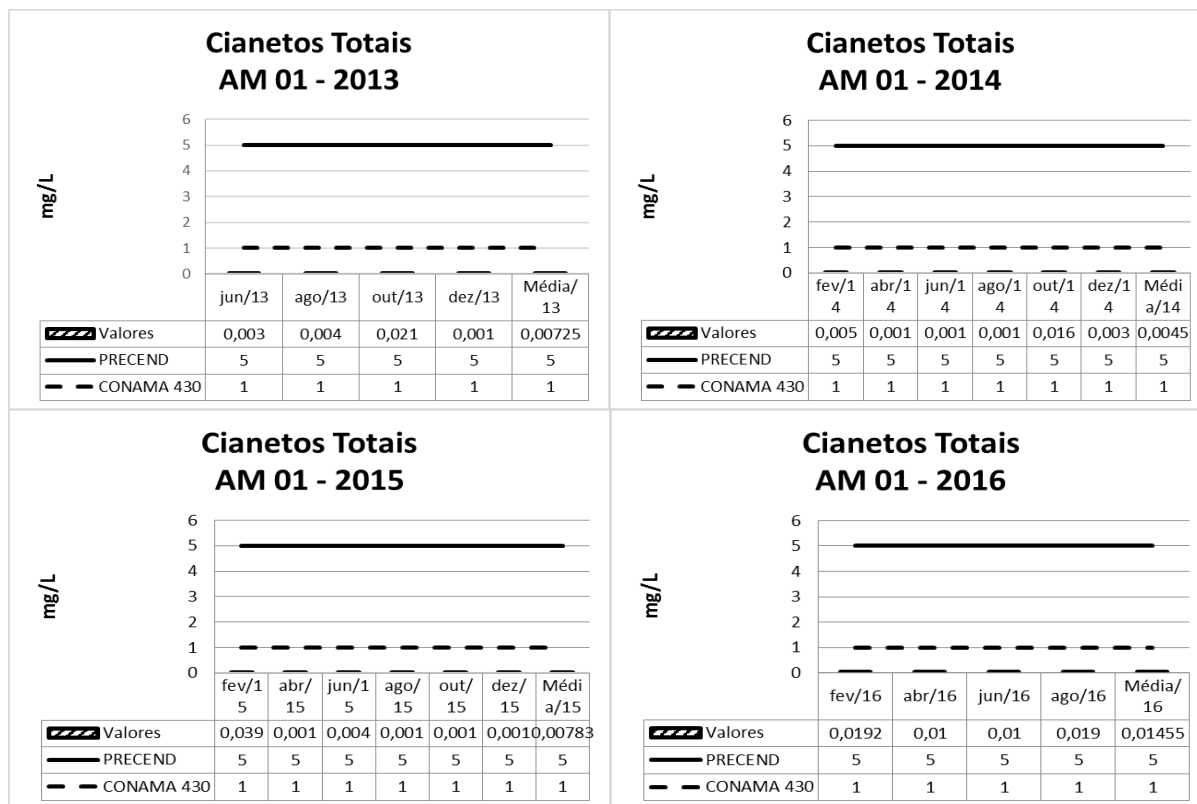
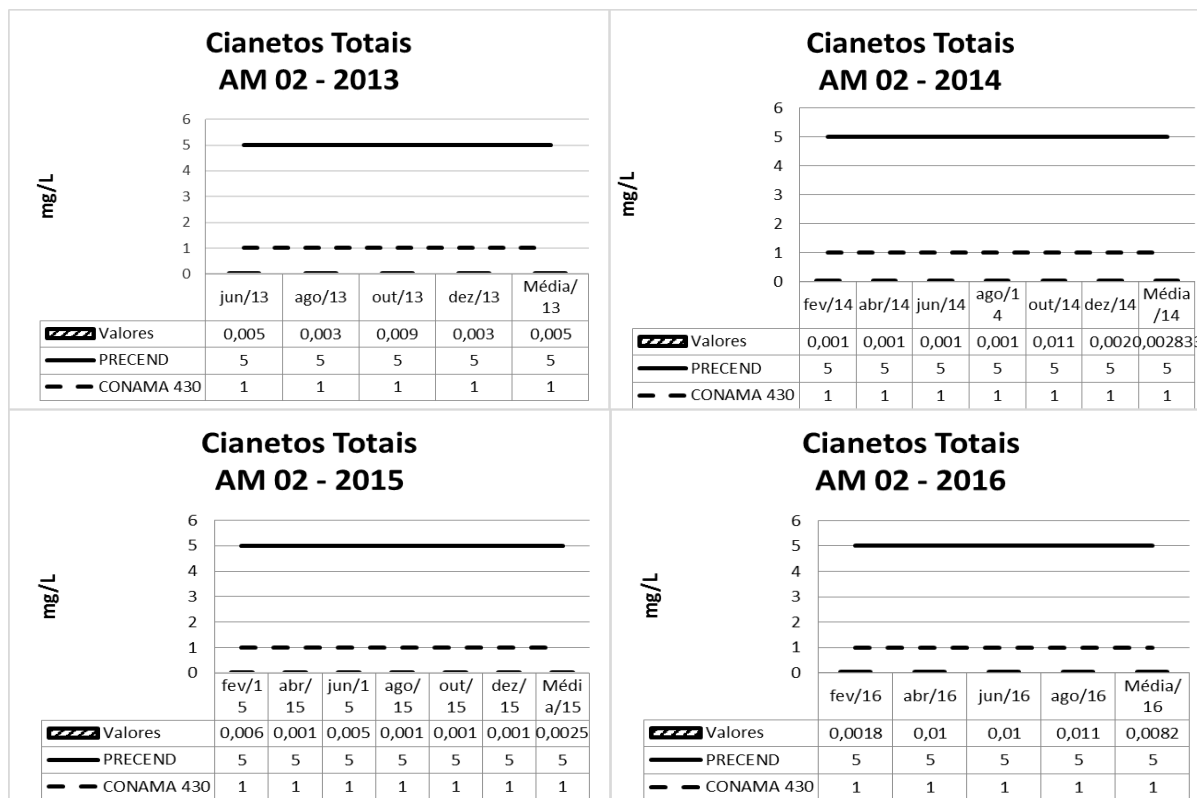


Figura 42: Valores coletados do parâmetro cianetos totais (AM 02).



Cobre total

Figura 43: Valores coletados do parâmetro cobre total (AM 01).

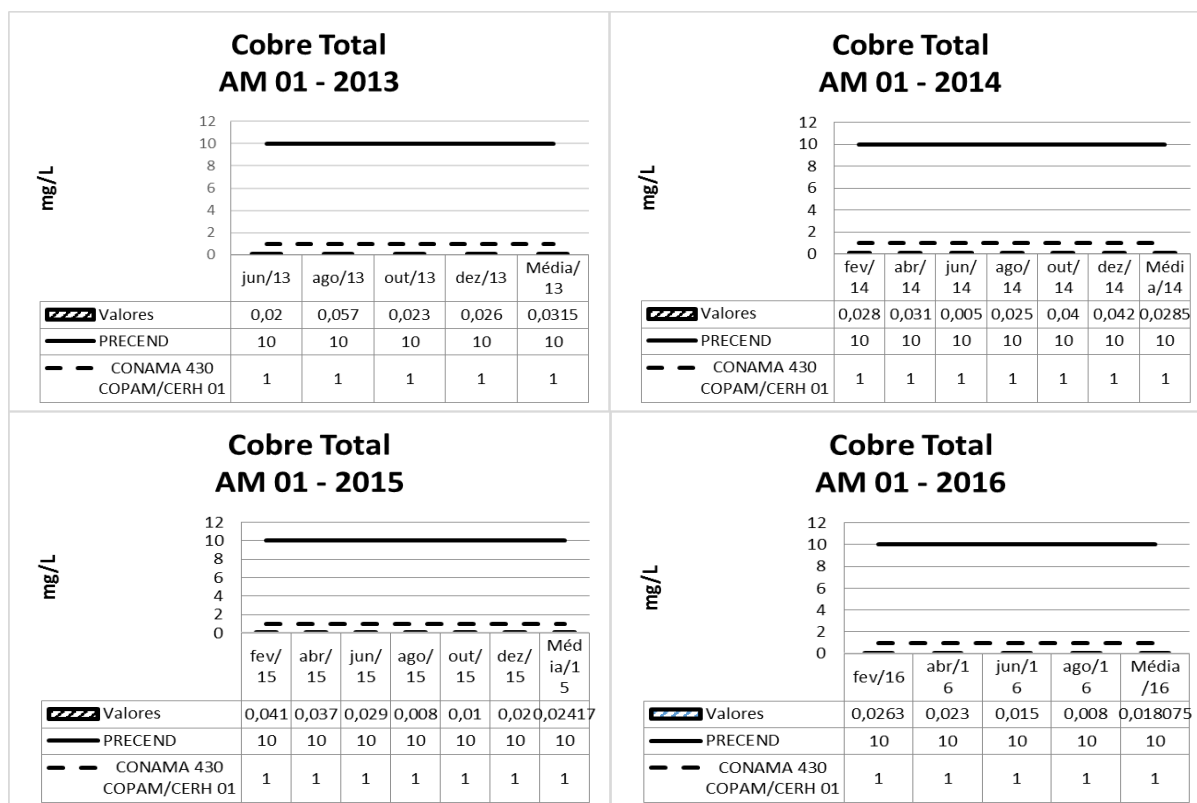
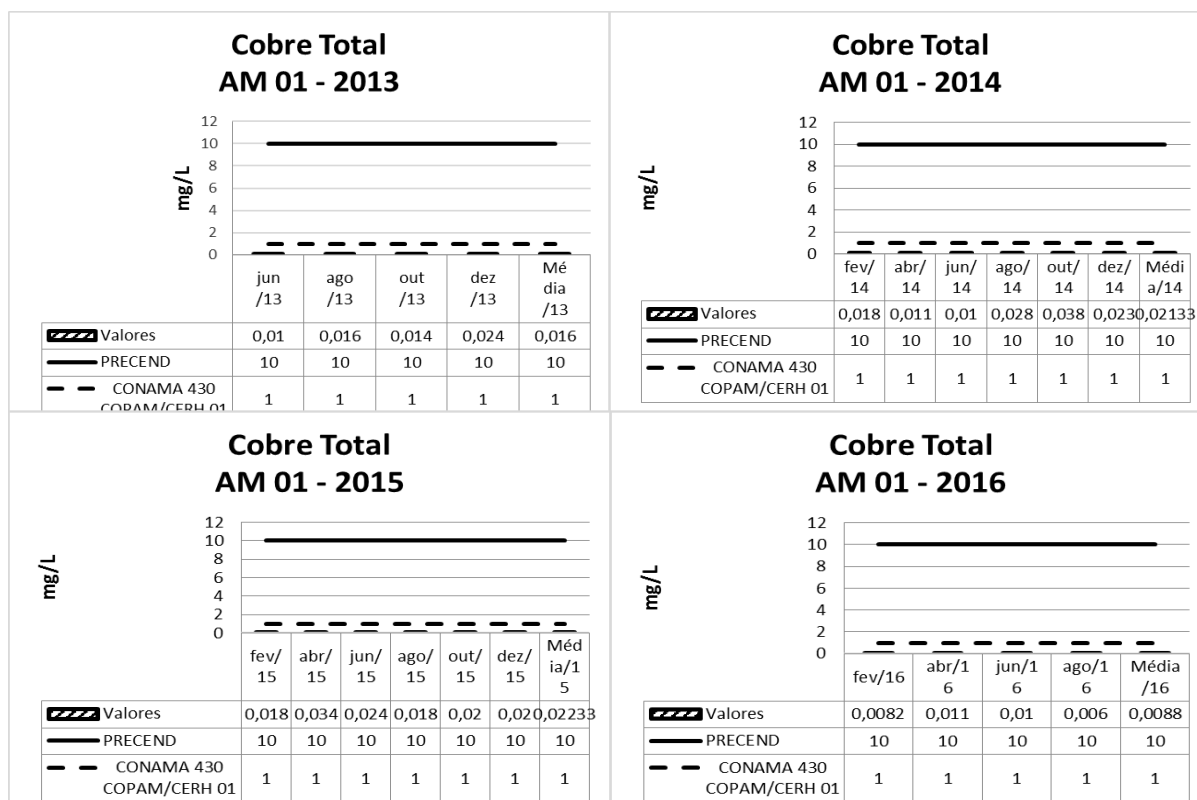


Figura 44: Valores coletados do parâmetro cobre total (AM 02).



Cromo Hexavalente

Figura 45: Valores coletados do parâmetro cromo hexavalente (AM 01).

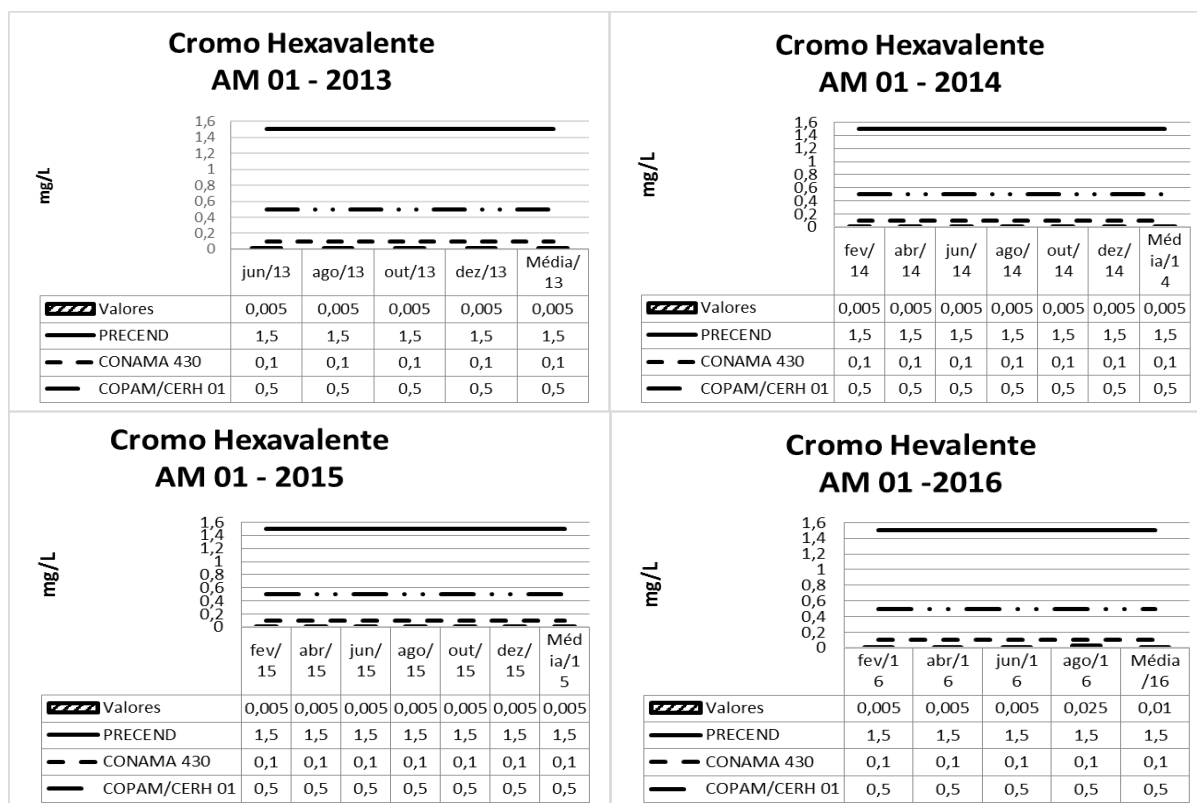
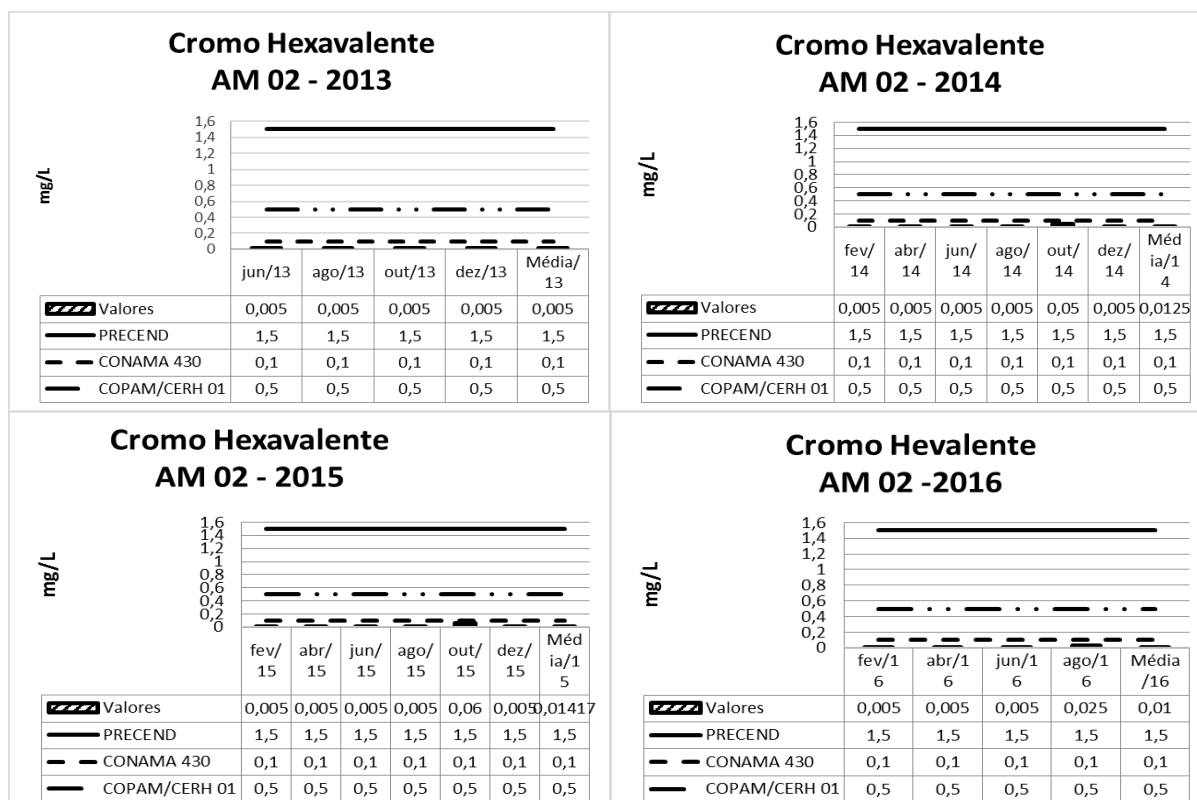


Figura 46: Valores coletados do parâmetro cromo hexavalente (AM 02).



Cromo Total

Figura 47: Valores coletados do parâmetro cromo total (AM 01).

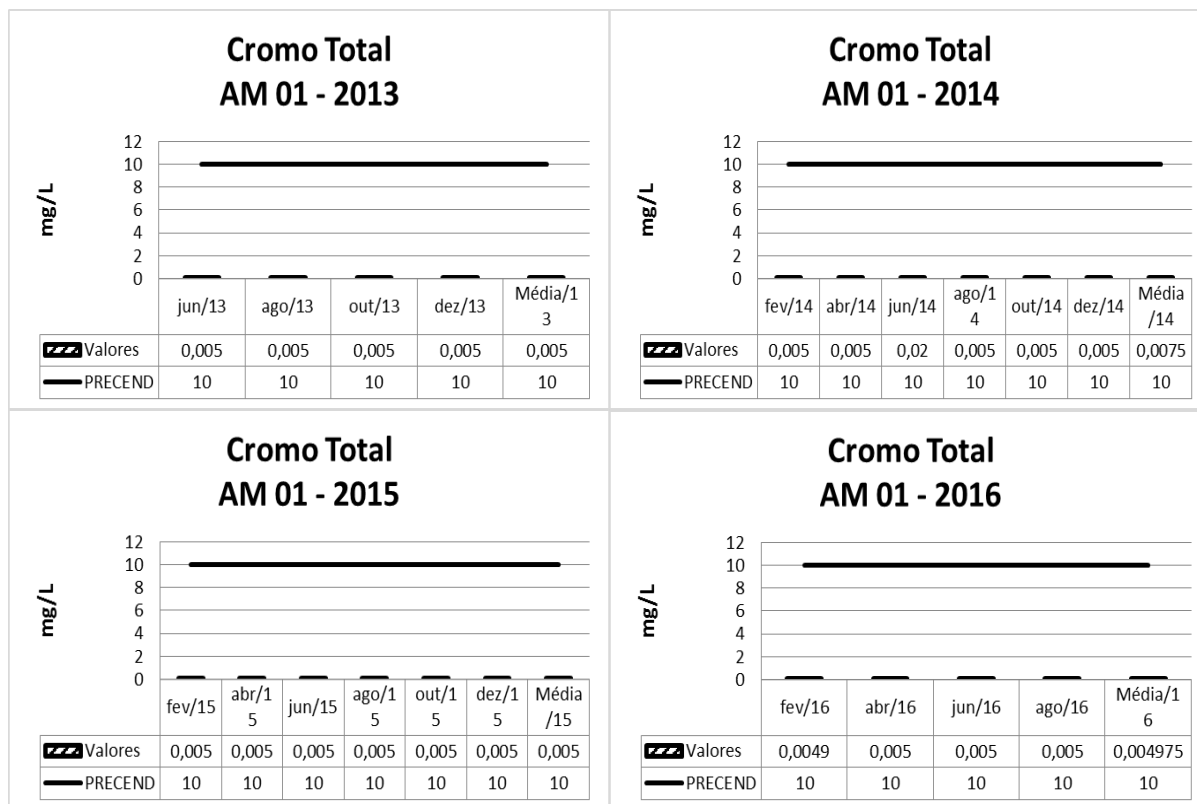
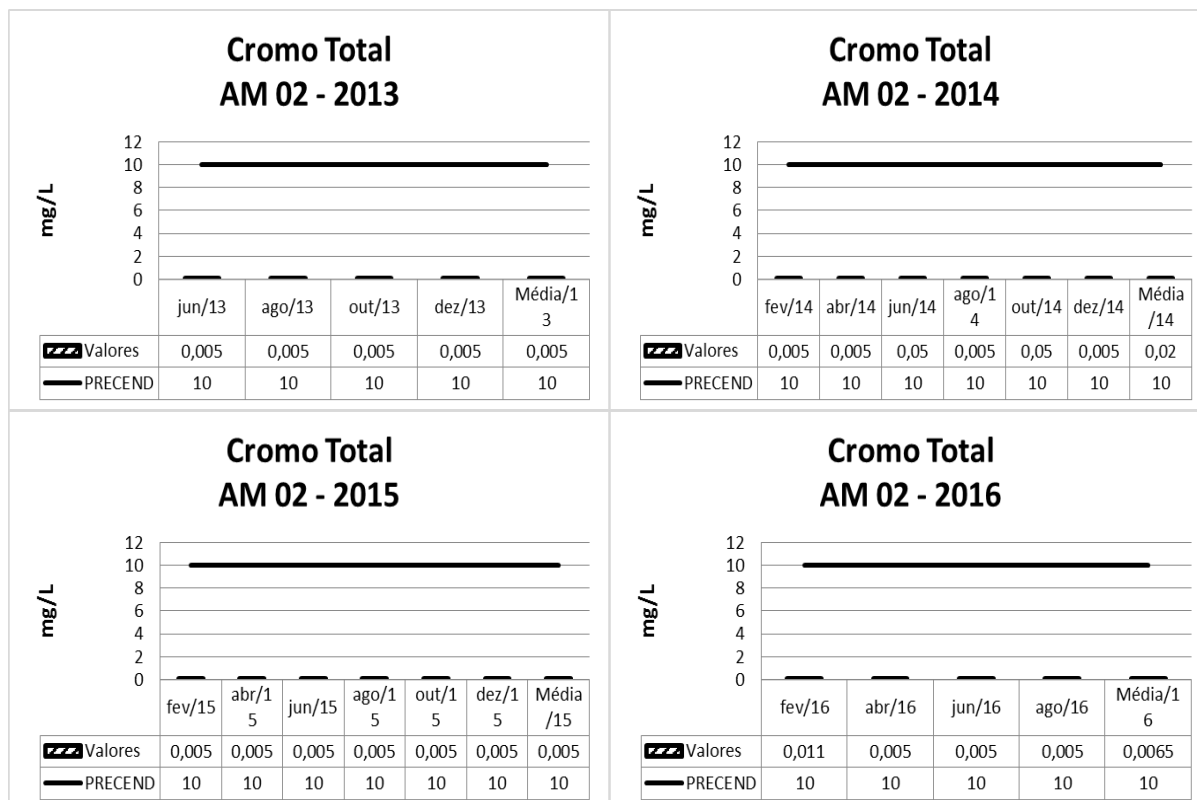


Figura 48: Valores coletados do parâmetro cromo total (AM 02).



Ferro Dissolvido

Figura 49: Valores coletados do parâmetro ferro dissolvido (AM 01).

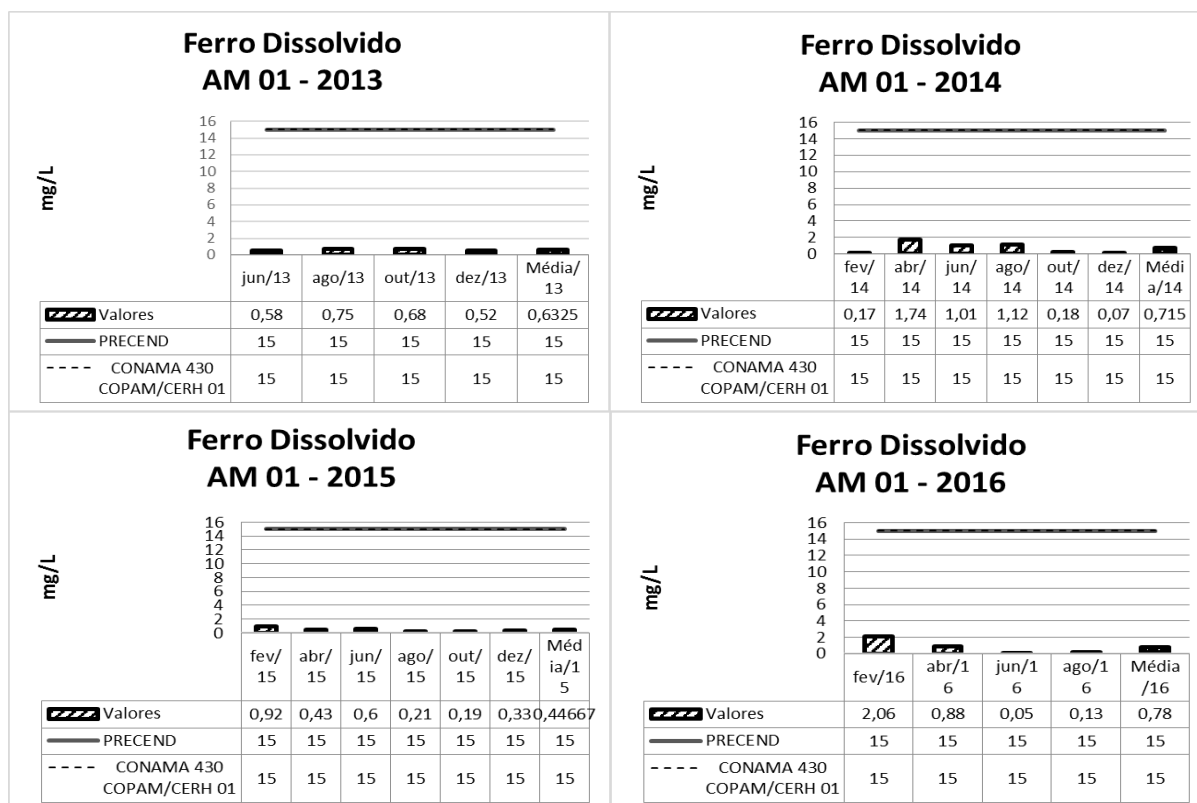
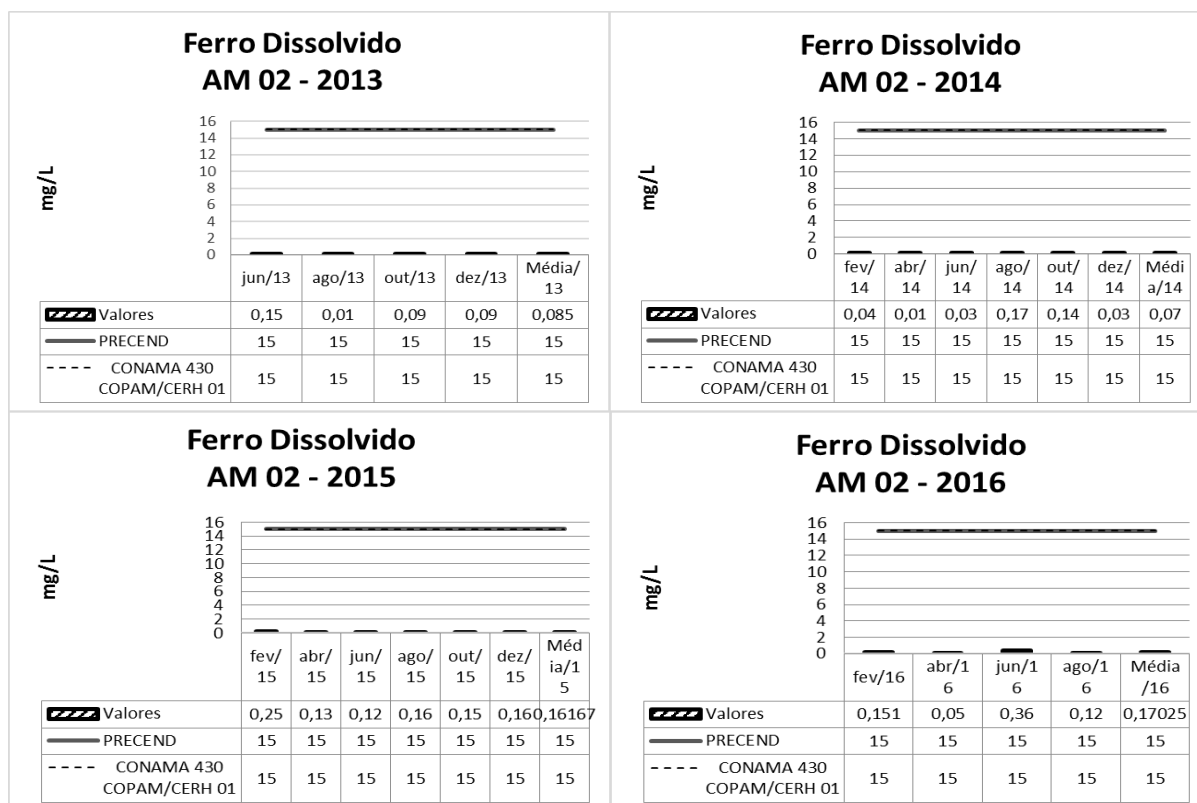
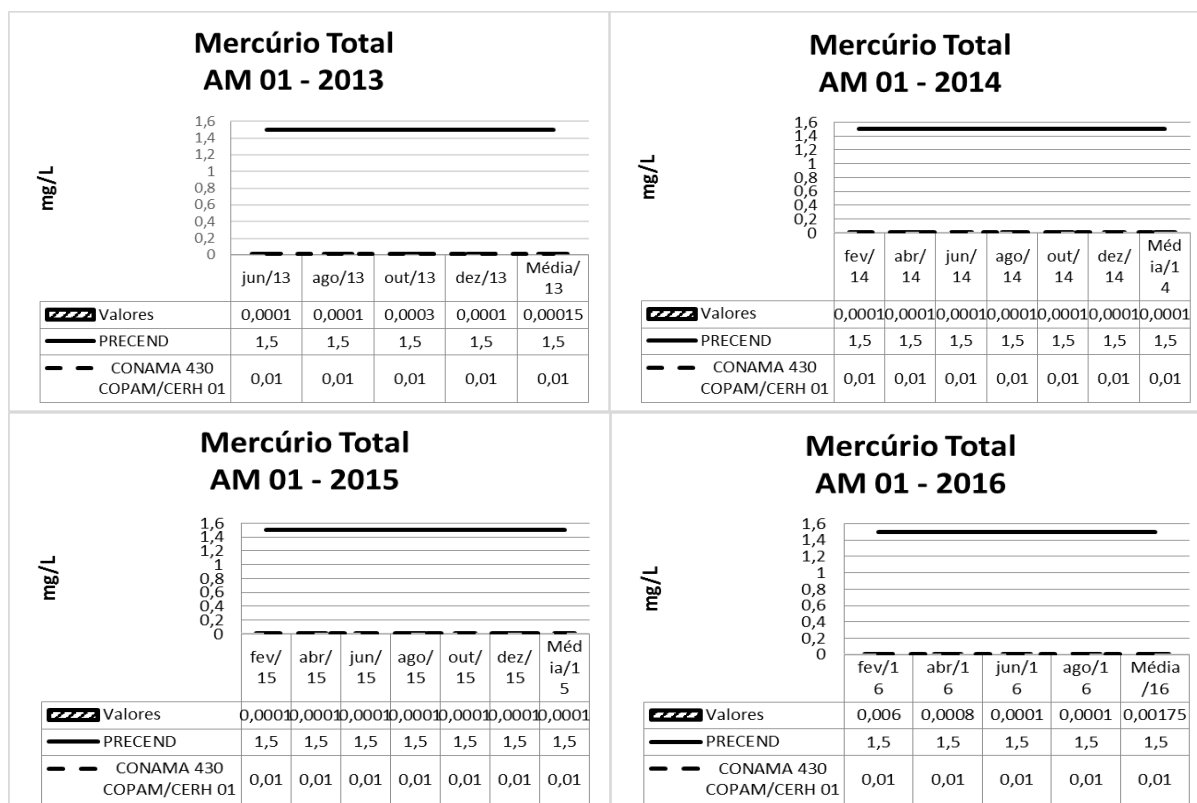
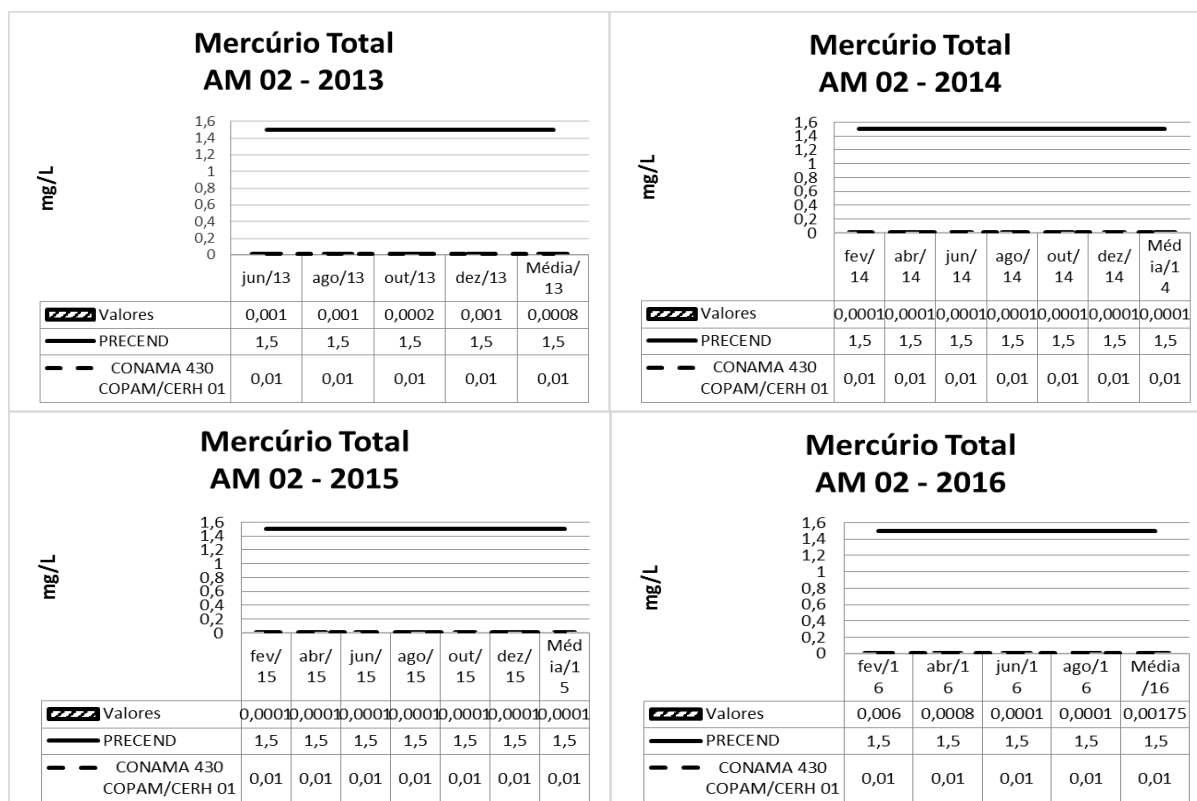


Figura 50: Valores coletados do parâmetro ferro dissolvido (AM 02).



Mercúrio Total**Figura 51:** Valores coletados do parâmetro mercúrio total (AM 01).**Figura 52:** Valores coletados do parâmetro mercúrio total (AM 02).

Níquel Total

Figura 53: Valores coletados do parâmetro níquel total (AM 01).

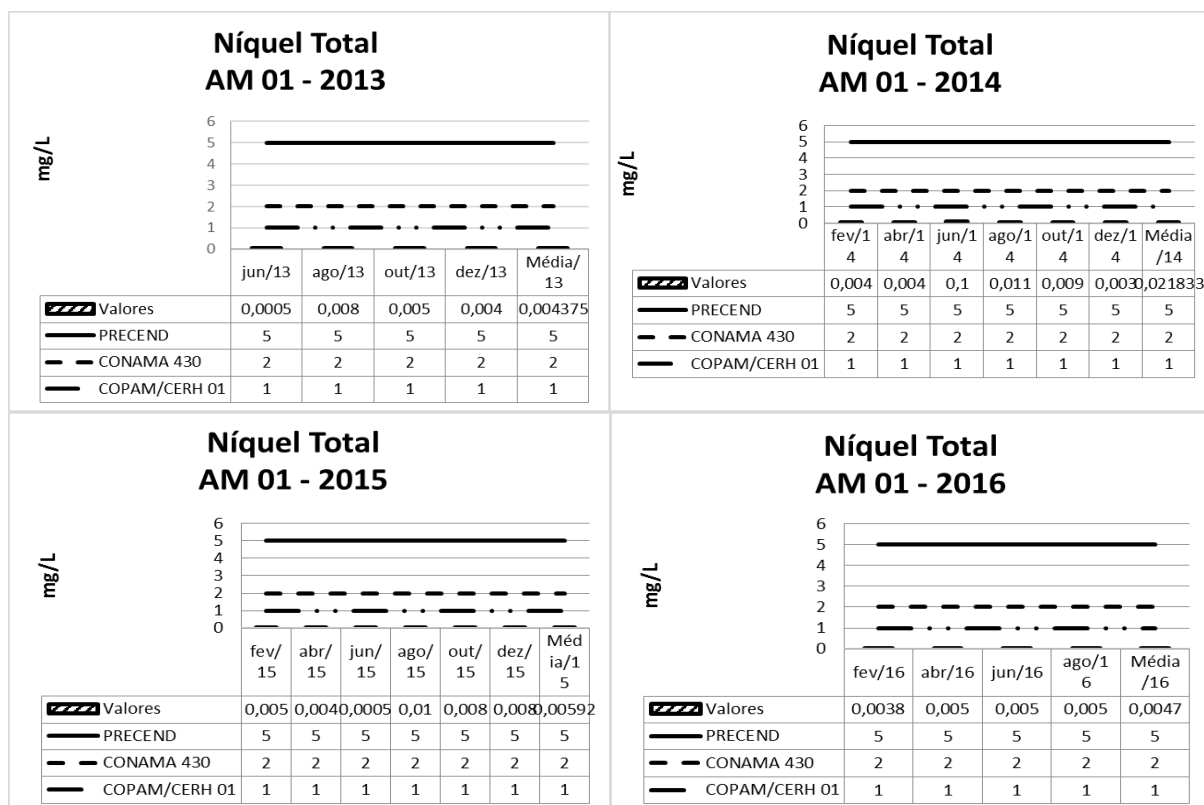
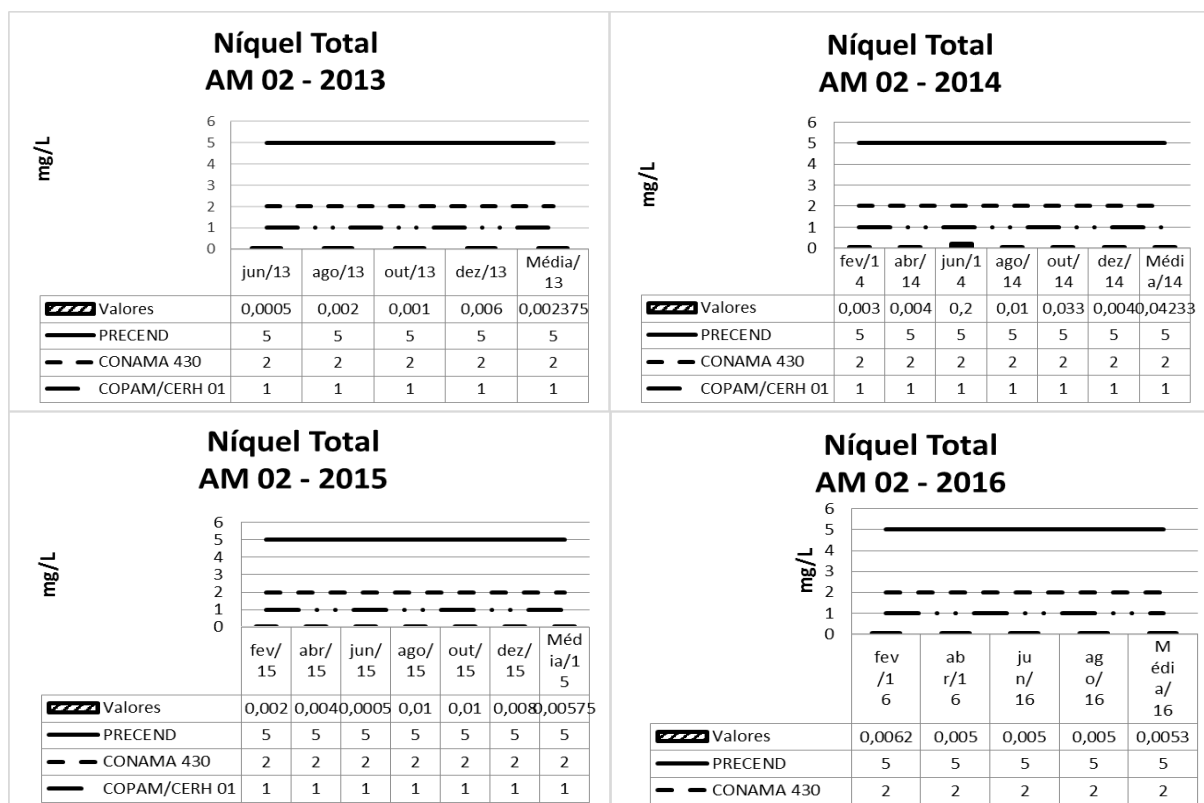


Figura 54: Valores coletados do parâmetro níquel total (AM 02).



Sulfatos

Figura 57: Valores coletados do parâmetro sulfatos (AM 01).

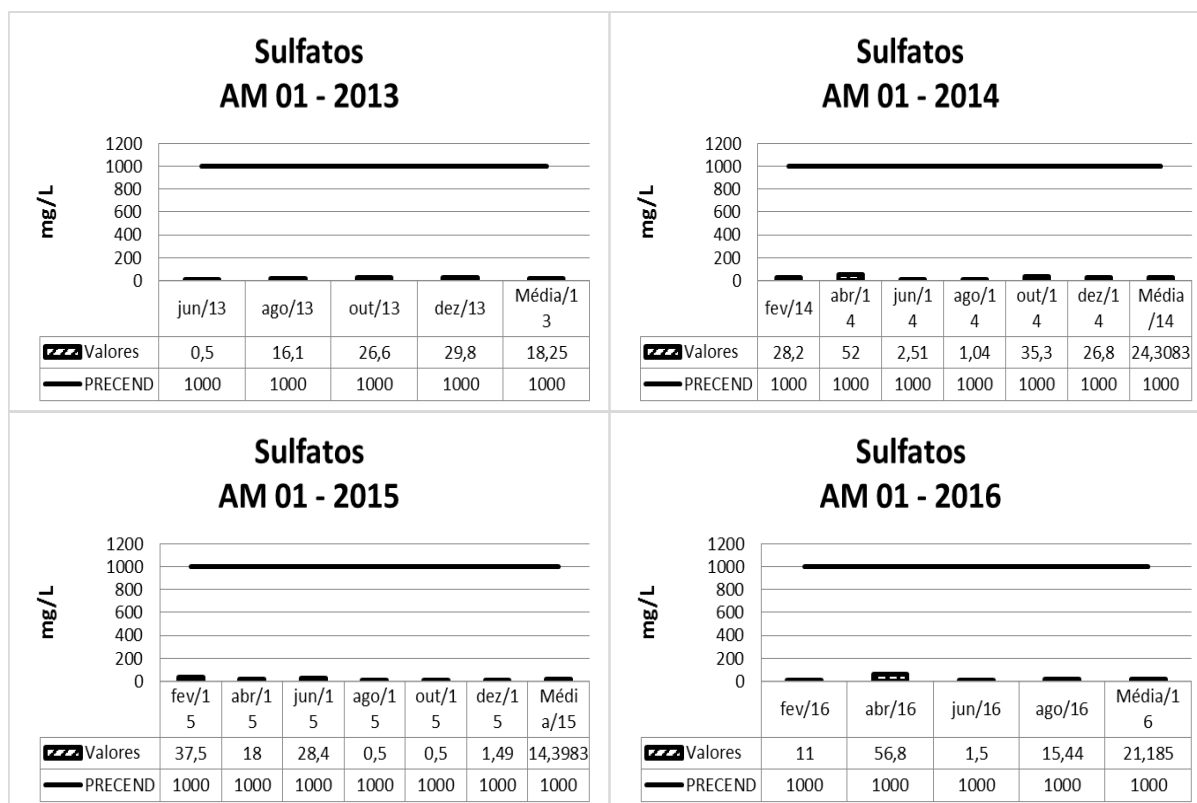
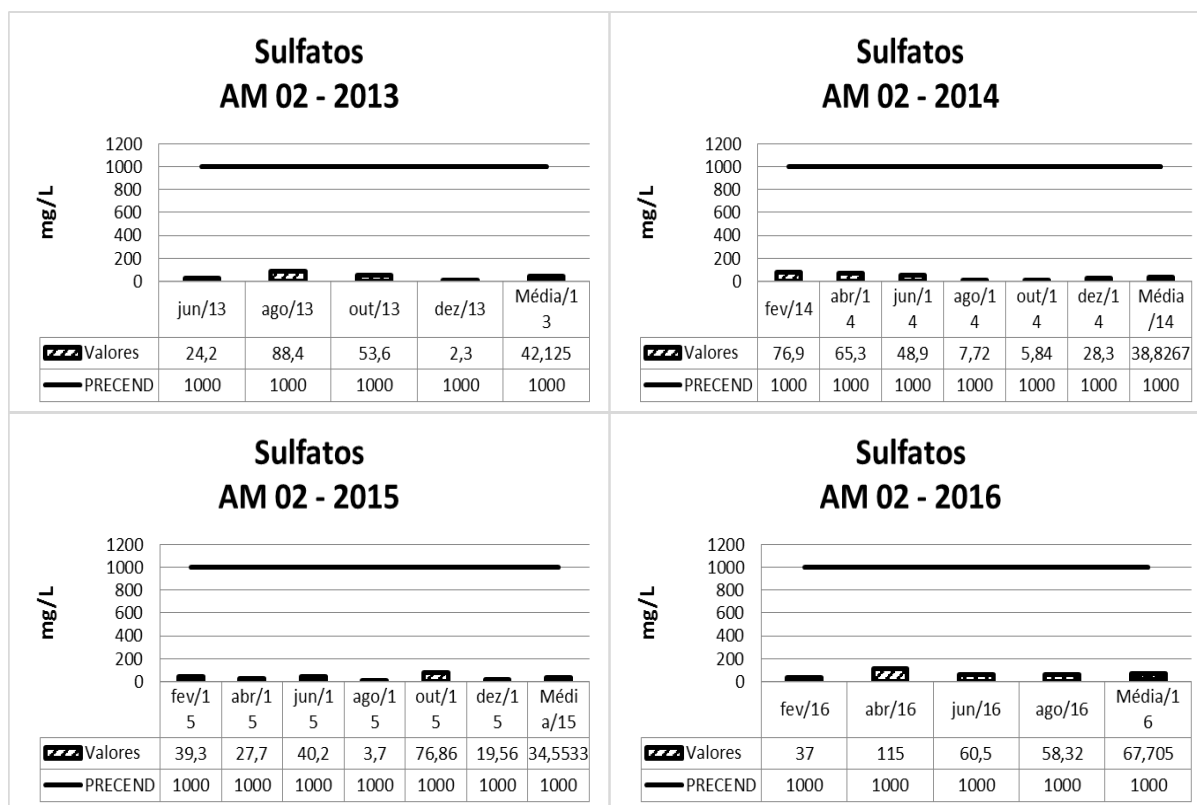


Figura 58: Valores coletados do parâmetro sulfatos (AM 02).



Zinco Total

Figura 59: Valores coletados do zinco total (AM 01).

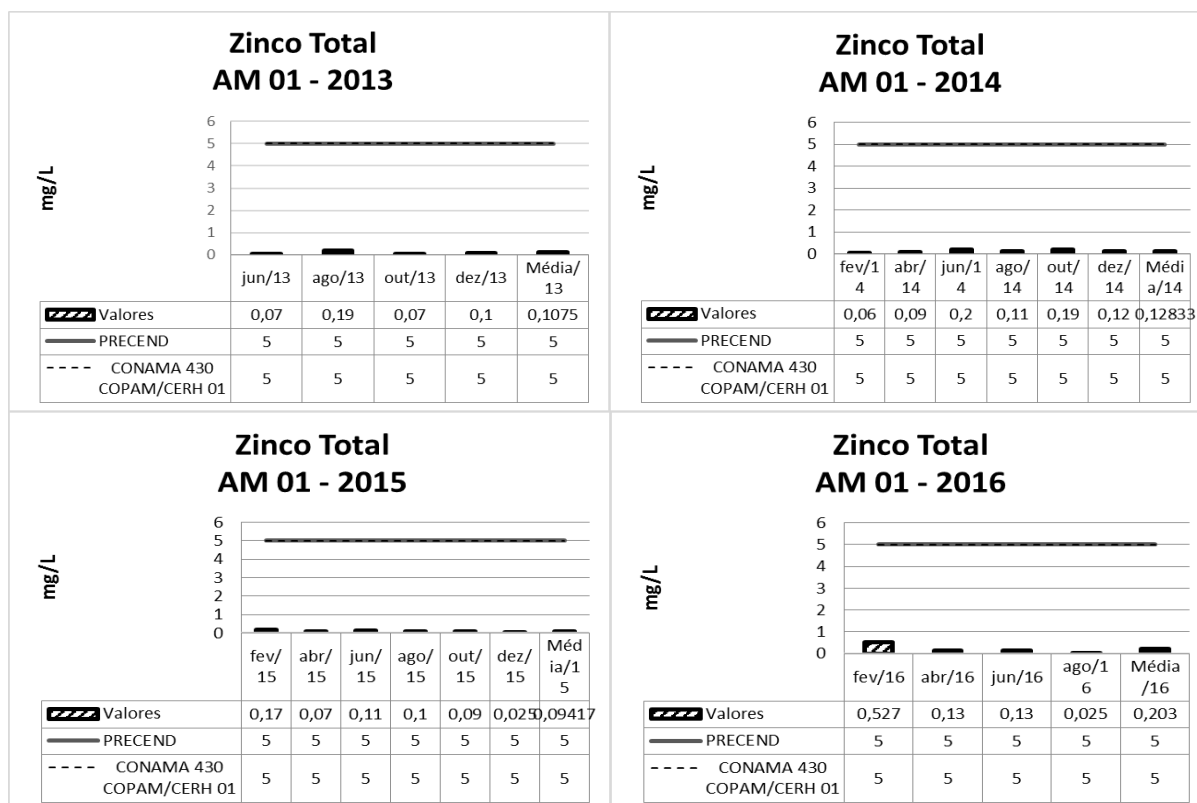
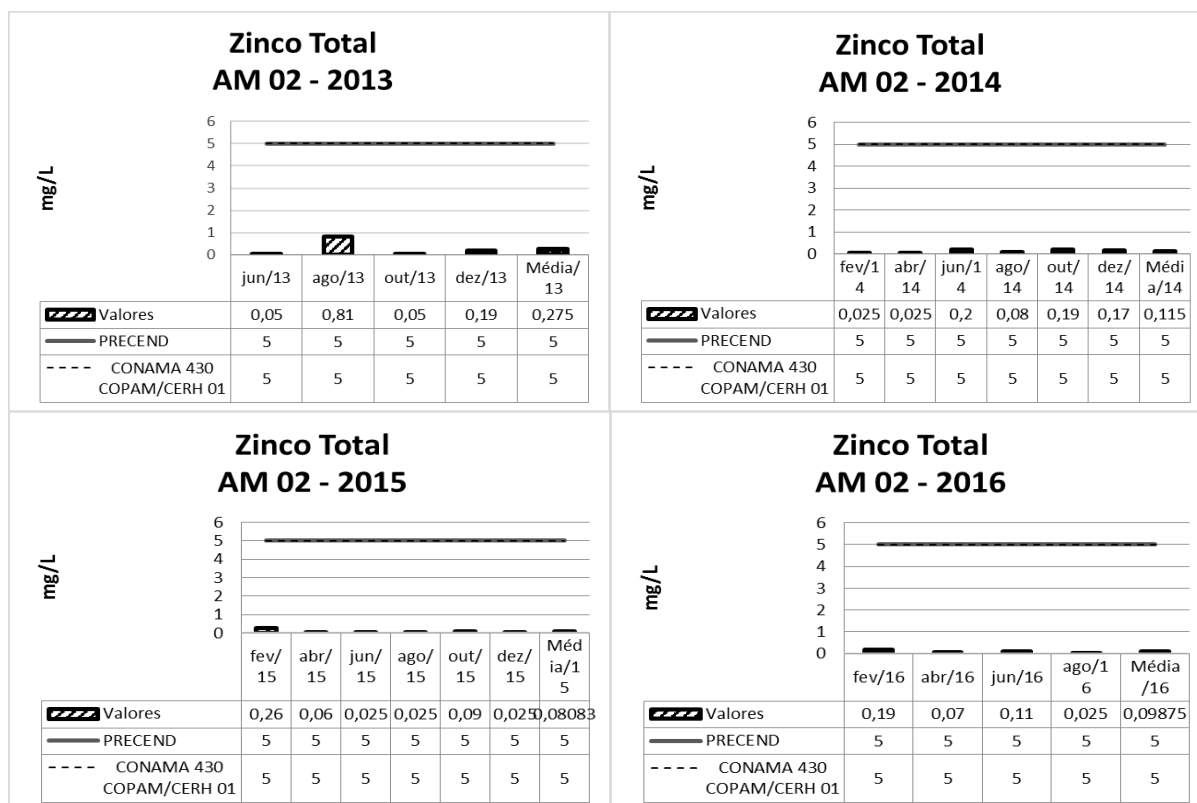


Figura 60: Valores coletados do zinco total (AM 02).



Benzeno

Figura 61: Valores coletados do benzeno (AM 01).

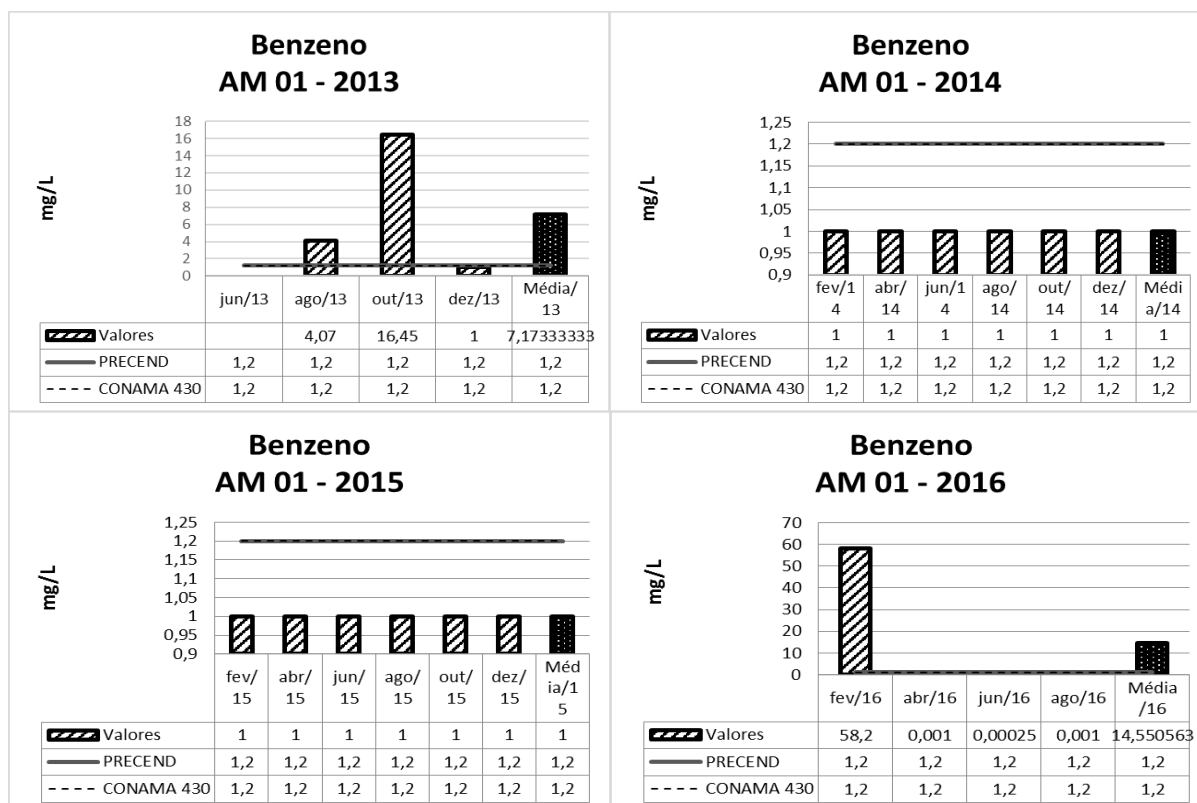
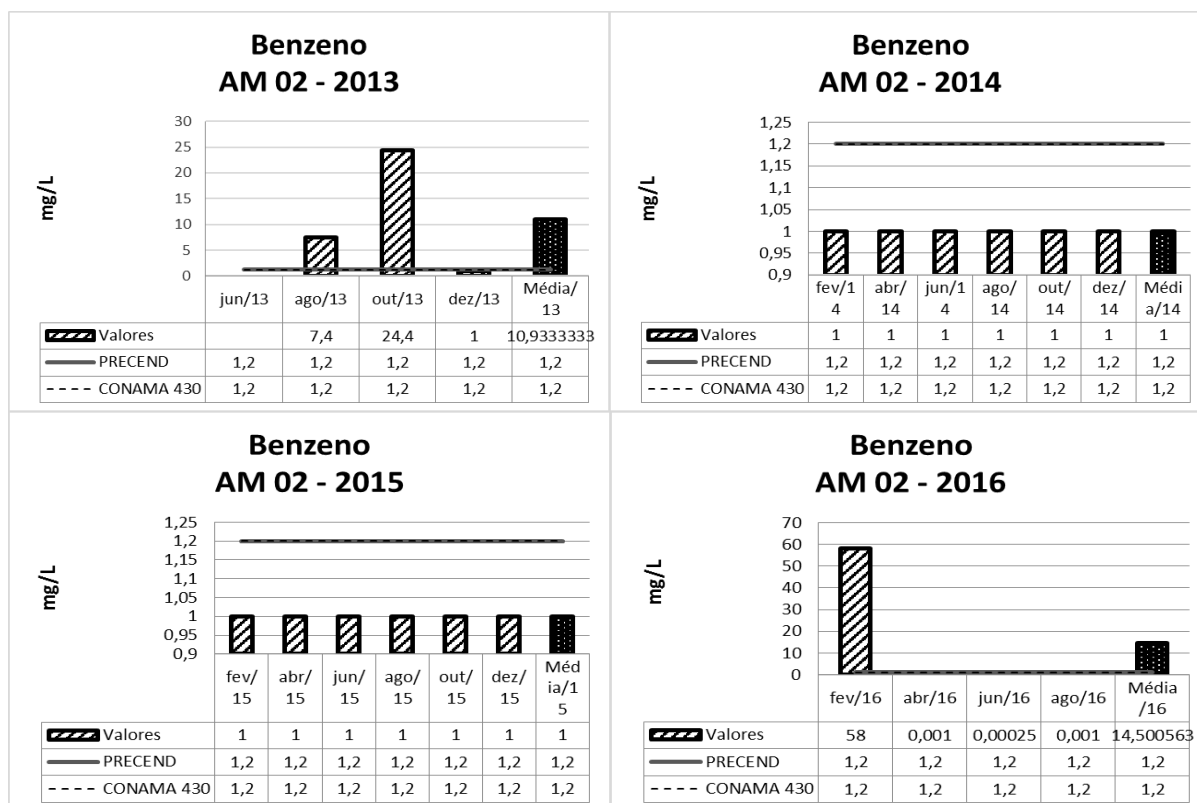


Figura 62: Valores coletados do benzeno (AM 02).



Etilbenzeno

Figura 63: Valores coletados do etilbenzeno (AM 01).

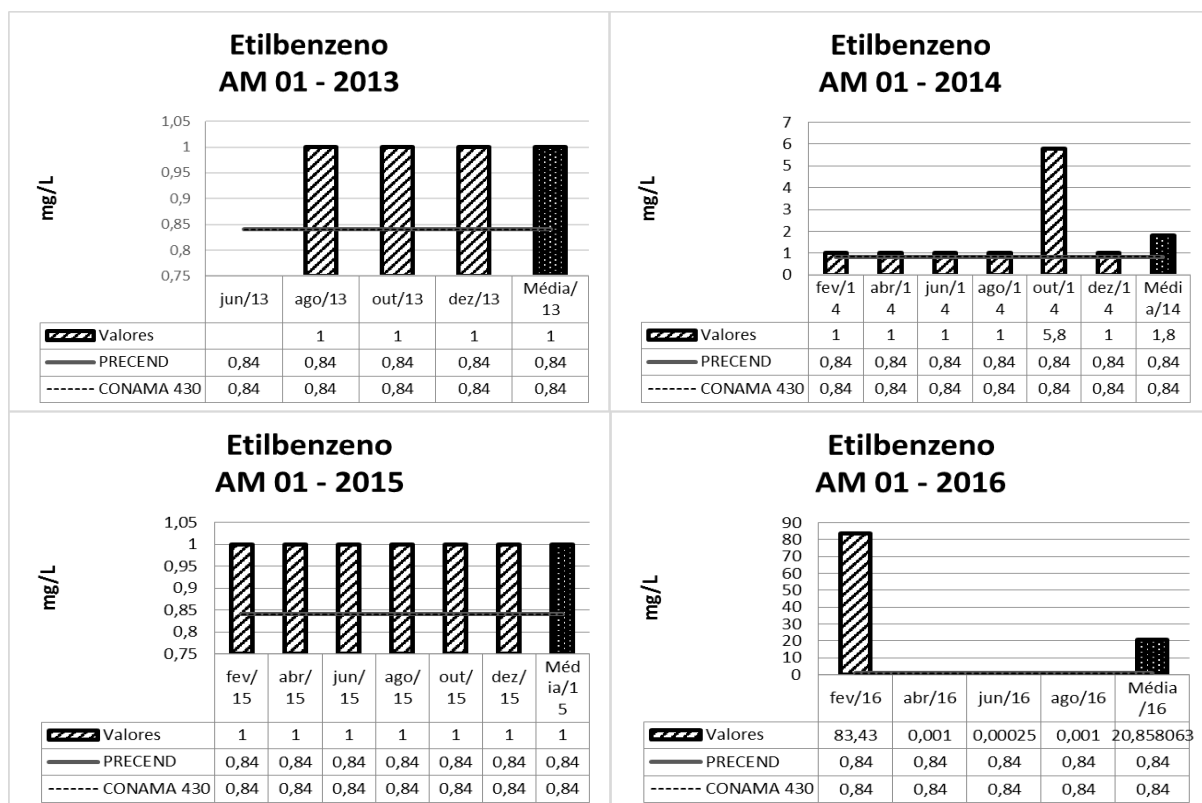
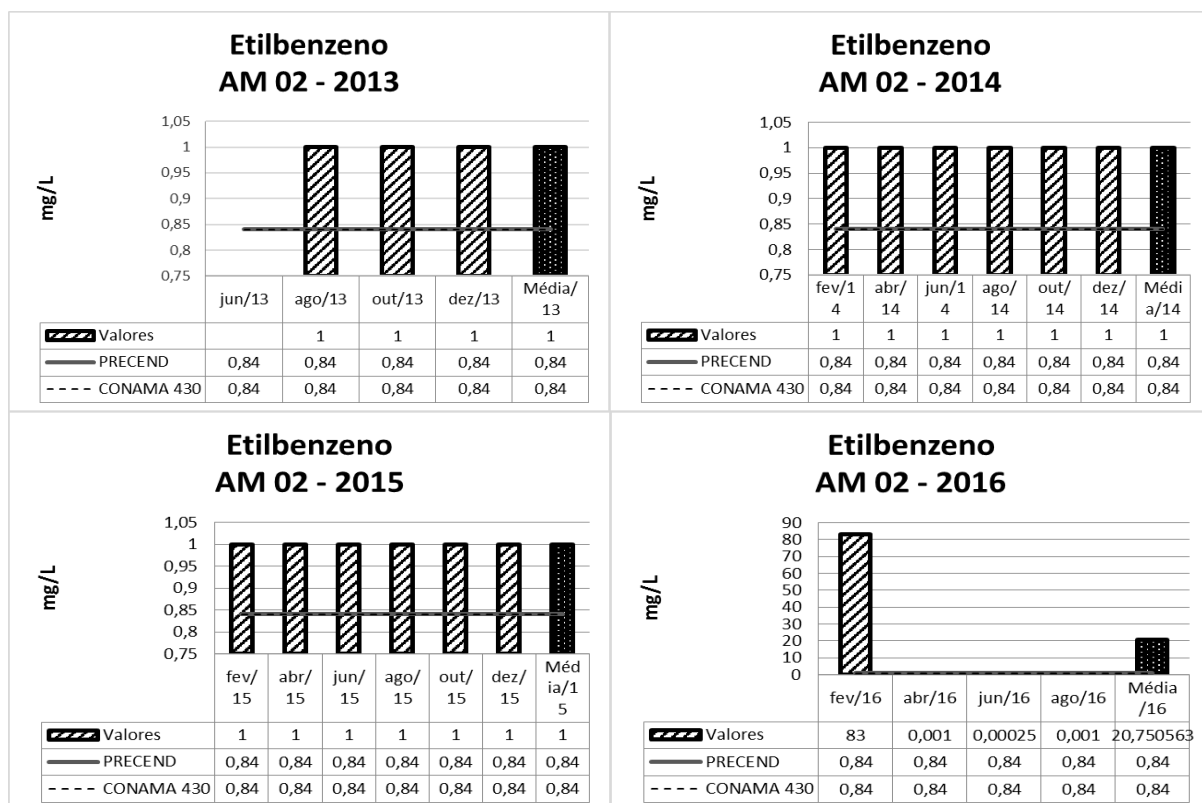


Figura 64: Valores coletados do etilbenzeno (AM 02).



Tolueno

Figura 65: Valores coletados do tolueno (AM 01).

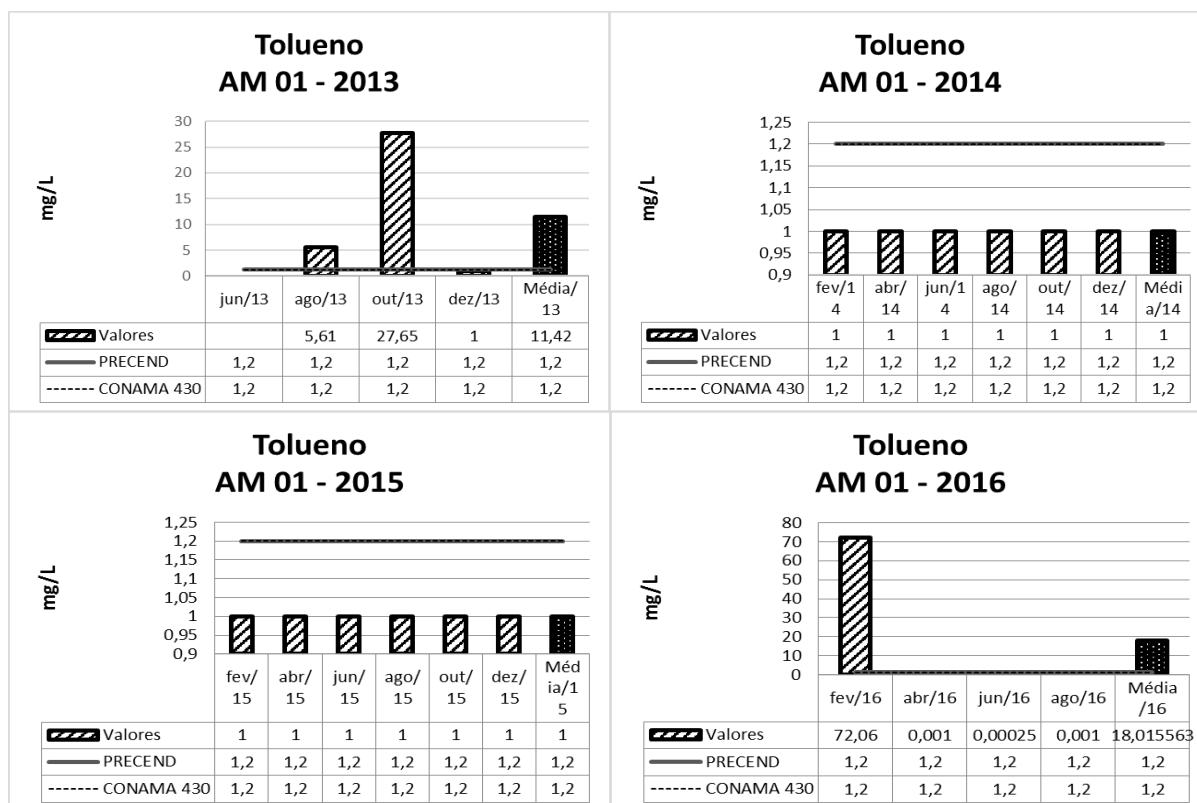
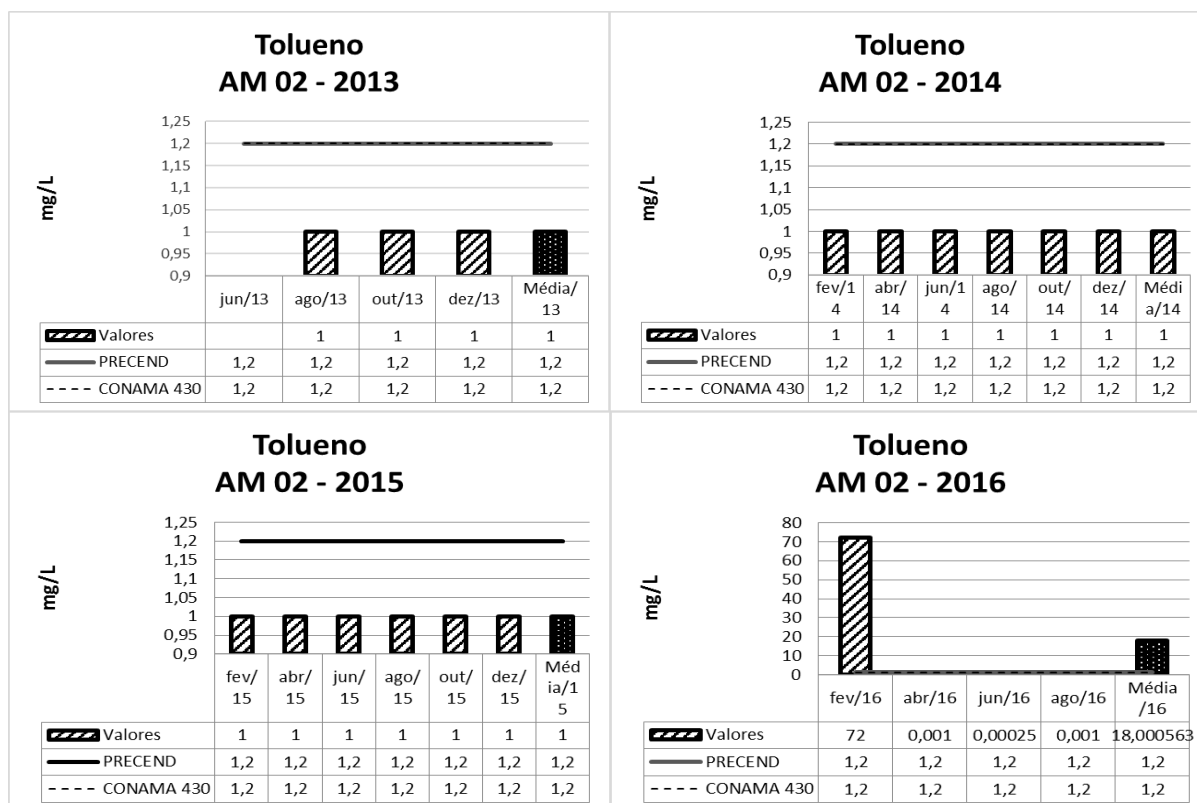


Figura 66: Valores coletados do tolueno (AM 02).



Xileno

Figura 67: Valores coletados do xileno (AM 01).

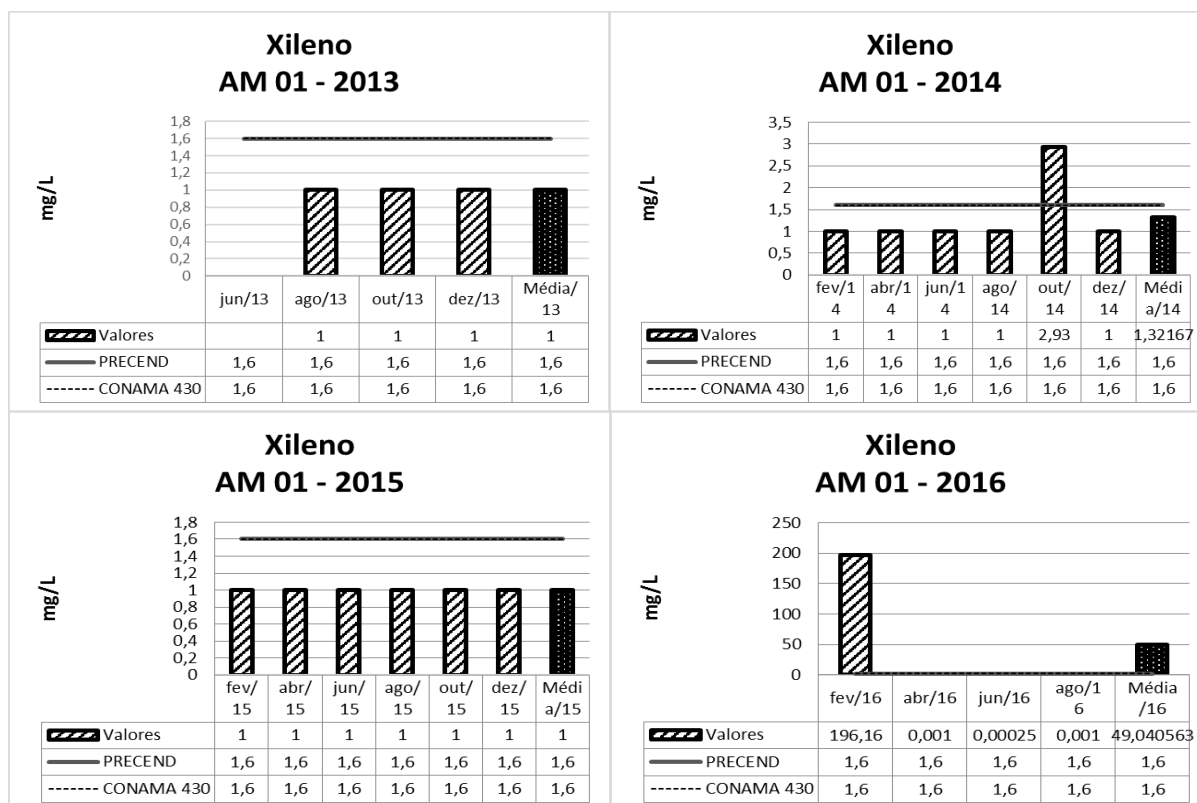


Figura 68: Valores coletados do xileno (AM 02).

