

**Gerenciamento de recursos hídricos em empresas localizadas no Distrito Industrial de
Itabira – MG**

**Management of water resources in companies located in the Industrial District of
Itabira – MG**

**Gestión de recursos hídricos en empresas ubicadas en el Distrito Industrial de Itabira -
MG**

Ana Flávia Andrade Coura

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: anaflaviacoura@yahoo.com.br

Juni Cordeiro

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: juni.cordeiro@funcesi.br

Pablo Lopes Quintão

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: pablo.quintao@funcesi.br

Charles Ianne Ferreira dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7914-0027>

Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil

E-mail: charles.ianne@funcesi.br

Recebido: 13/12/2018 | Revisado: 17/12/2018 | Aceito: 20/12/2018 | Publicado: 21/12/2018

Resumo

O Distrito Industrial do município de Itabira (MG) está situado na microbacia do Córrego Candidópolis, fonte de água bruta para o Sistema Pureza, responsável por abastecer grande parte da população da cidade. Assim, este artigo objetivou analisar o gerenciamento dos efluentes em quatro empresas situadas no Distrito Industrial e a relevância deste processo para a proteção dos recursos hídricos na microbacia do Córrego Candidópolis. A coleta de dados foi baseada em documentos tais como Licenciamento Ambiental, Relatório de Controle Ambiental, Plano de Controle Ambiental, Estudo de Impacto Ambiental de empresas de segmentos distintos como abate de animais de pequeno porte, têxtil, siderurgia, produção de concreto. De acordo com os resultados obtidos todas as empresas analisadas apresentam, segundo a Deliberação Normativa nº 217/2017 do Conselho Estadual de Política Ambiental

(COPAM) potencial poluidor/degradador classificado de médio a grande, podendo acarretar impactos no abastecimento de água, elevando os custos para o tratamento desta, caso os efluentes desses empreendimentos sejam lançados em corpo receptor sem o correto tratamento. Verificou-se que uma das empresas possui em sua unidade Estação de Tratamento de Efluente, enquanto as demais fazem a recirculação do efluente nos processos. Ressalta-se que a busca por alternativas sustentáveis para atender as demandas por recursos hídricos dos empreendimentos se faz necessária, como reuso do efluente tratado e captação de água de chuva. Nesse cenário, gerenciar e tratar os efluentes industriais é de suma importância para a proteção dos corpos receptores, entretanto, é fundamental ter uma visão global dessa ferramenta de gestão.

Palavras-chave: Abastecimento de água; Poluição ambiental; Preservação ambiental; Tratamento de efluentes.

Abstract

The Industrial District of the municipality of Itabira (MG) is in the Candidópolis Stream watershed, a source of raw water for the Purity System, responsible for supplying a large part of the city's population. Thus, this article aimed to analyze the effluent management in four companies located in the Industrial District and the relevance of this process for the protection of water resources in the Candidópolis Stream microbasin. Data collection was based on documents such as Environmental Licensing, Environmental Control Report, Environmental Control Plan, Environmental Impact Study of companies from different segments such as slaughter of small animals, textile, steel, concrete production. According to the results obtained, all the analyzed companies present, according to Normative Resolution n° 217/2017 of the State Environmental Policy Council (COPAM), a polluting/degradable potential classified as medium to large, which may have impacts on water supply, raising costs for the treatment of this, in case the effluents from these projects are launched in a receiving body without the correct treatment. It was verified that one of the companies has in its unit Effluent Treatment Station, while the others recycle the effluent in the processes. It should be emphasized that the search for sustainable alternatives to meet the demands for water resources of the enterprises is necessary, such as reuse of treated effluent and rainwater harvesting. In this scenario, managing and treating industrial effluents is extremely important for the protection of receiving bodies, however, it is essential to have an overall view of this management tool.

Keywords: Water supply; Environment pollution; Environmental preservation; Wastewater treatment.

Resumen

El Distrito Industrial del municipio de Itabira (MG) está situado en la microcuenca del Córrego Candidópolis, fuente de agua bruta para el Sistema Pureza, responsable de abastecer gran parte de la población de la ciudad. Así, este artículo objetivó analizar la gestión de los efluentes en cuatro empresas situadas en el Distrito Industrial y la relevancia de este proceso para la protección de los recursos hídricos en la microcuenca del Córrego Candidópolis. La recolección de datos se basó en documentos tales como Licenciamiento Ambiental, Informe de Control Ambiental, Plan de Control Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental de empresas de segmentos distintos como sacrificio de animales de pequeño porte, textil, siderurgia, producción de hormigón. De acuerdo con los resultados obtenidos todas las empresas analizadas presentan, según la Deliberación Normativa nº 217/2017 del Consejo Estatal de Política Ambiental (COPAM) potencial contaminante / degradador clasificado de medio a grande, pudiendo acarrear impactos en el abastecimiento de agua, elevando los costos para el tratamiento de ésta, en caso de que los efluentes de esos emprendimientos sean lanzados en cuerpo receptor sin el correcto tratamiento. Se verificó que una de las empresas posee en su unidad Estación de Tratamiento de Efluente, mientras que las demás hacen la recirculación del efluente en los procesos. Se resalta que la búsqueda de alternativas sostenibles para atender las demandas por recursos hídricos de los emprendimientos se hace necesaria, como reutilización del efluente tratado y captación de agua de lluvia. En este escenario, gestionar y tratar los efluentes industriales es de suma importancia para la protección de los cuerpos receptores, sin embargo, es fundamental tener una visión global de esa herramienta de gestión.

Palabras clave: Abastecimiento de agua; Contaminación ambiental; Preservación del medio ambiente; Tratamiento de efluentes.

1. Introdução

Os Distritos Industriais integram territórios previamente arquitetados para a realização das atividades industriais, nos quais a atenção está voltada para as questões essenciais, tais como vias de acesso e de circulação, saneamento básico, energia elétrica, dentre outros, que permitem o desenvolvimento das atividades. Assim esses espaços se tornam interessantes para

os empresários, pois nessas áreas as perturbações são menores quando comparadas aos centros urbanos (OLIVEIRA, 2006).

Por outro lado, conforme Beltrame *et al.*, (2016), a presença dessas áreas próximas a corpos hídricos causa grandes preocupações no que diz respeito ao lançamento de efluentes industriais, visto que, durante as atividades industriais a geração destes é inevitável.

Apesar da participação crescente da indústria na demanda total de água e do impacto negativo causado pelo lançamento de efluentes nas bacias hidrográficas, o papel da água no setor é ainda um assunto pouco estudado no Brasil. Entretanto, é de fundamental importância a caracterização do uso industrial da água, para que seja possível avaliar o impacto de políticas de gestão de recursos hídricos sobre o setor (FÉRES *et al.*, 2005).

Nos processos industriais a água é utilizada de variadas formas, como refrigeração e geração de vapor, incorporação aos produtos, higiene e limpeza. Nesse sentido, pode-se considerar a existência de dois grupos de indústrias: um altamente consumidor de água e outro de pequenas demandas, em geral abastecidas por redes públicas ou poços profundos (SETTI *et al.*, 2001).

À proporção que as empresas consomem elevadas quantidades de água, também produzem resíduos de suas atividades, como efluentes, com potencial poluidor crítico para os corpos d'água. Dentre os segmentos das indústrias poluidoras destacam-se papel e celulose, refinarias de petróleo, usinas de açúcar e álcool, siderúrgicas e metalúrgicas, químicas e farmacêuticas, abatedouros e frigoríficos, têxteis, curtumes (DERÍSIO, 2012).

Desta forma, a geração de efluentes precisa ser monitorada a fim de assegurar um tratamento eficiente destes. A Norma Brasileira (NBR) 9800 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) conceitua efluentes de processo industrial como sendo resíduos líquidos oriundos das atividades industriais, envolvendo os derivados dos processos de produção, águas de lavagem de operação de limpeza e demais fontes, em que há evidências de poluição por substâncias produzidas no estabelecimento industrial ou por substâncias utilizadas nas atividades (ABNT, 1987).

Com objetivo de beneficiar o município de Itabira (MG) com uma área industrial planejada, o surgimento do Distrito Industrial ocorreu a partir de estímulos da Prefeitura Municipal, Companhia Vale do Rio Doce e Companhia de Distritos Industriais de Minas Gerais (CDI) em 1975, sendo inaugurado em 1990. Verifica-se neste local uma diversidade de indústrias, nas quais são gerados variados tipos de efluentes (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA, 1994). Ressalta-se que o Distrito Industrial está instalado na Bacia Hidrográfica do Córrego Candidópolis, responsável por grande parte do abastecimento de

água do município após tratamento convencional pela Estação de Tratamento de Água (ETA) Pureza, pertencente ao Sistema Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

Assim, este artigo objetiva identificar os principais efluentes gerados em quatro empresas, de segmentos distintos da economia como abate de animais, têxtil, produção de concreto e siderurgia, verificando os modelos de gerenciamento empregados e a influência destes para a preservação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Córrego Candidópolis.

2. O município de Itabira – MG

O município de Itabira está localizado na região centro-leste do Estado de Minas Gerais, a 111 km a nordeste da capital, Belo Horizonte, com população estimada em 119.186 mil habitantes. De acordo com o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística - IBGE (2010), 93,2% da população residia na área urbana (102.316 habitantes) e 6,8% na zona rural (7.467 habitantes).

Inserida na região conhecida como Quadrilátero Ferrífero, a atividade minerária constitui a principal atividade econômica do município, entretanto, a pecuária extensiva ocupa a maior parte do território municipal. Ressalta-se ainda que o município possui distrito industrial, com algumas indústrias implantadas, operando nos setores metalúrgicos, construção civil, pré-moldados, serviços, indústria têxtil e produtos alimentares, além do Mini Distrito e Incubadora de Empresas, localizados no bairro Fênix (ENGECORPS ENGENHARIA, 2015).

Considerando o sistema de abastecimento de água do município, este é dirigido pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) que opera cinco sistemas de abastecimento sendo eles Pureza, Gatos, Três Fontes, Areão e Chapada/Boa Esperança/Barro Branco. Destaca-se que os mananciais superficiais responsáveis pelo fornecimento de água no município correspondem ao Córrego Candidópolis, Córrego Pai João e Córrego Água Santa (SAAE, 2018).

O índice de atendimento da população com rede de água atinge 98,7% considerando a população urbana; já na área rural, esse índice é inferior a 20%. Nesse caso, o abastecimento de água ocorre por meio de poço artesiano, nascente ou fonte e cisterna (ENGECORPS ENGENHARIA, 2015).

Assim como o abastecimento de água, também é de responsabilidade do SAAE o sistema de esgotamento sanitário. Considerando a população urbana, o índice de atendimento

representa 92,4%; entretanto, nas áreas rurais, esse índice não alcança 20%. Nessas condições, o lançamento de esgoto é feito diretamente nos córregos e ribeirões que cortam o município (ENGEORPS ENGENHARIA, 2015).

3. Metodologia

Esta pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa com o intuito de descrever a utilização da água nos processos industriais em cada uma das quatro empresas analisadas, situadas no Distrito Industrial de Itabira. O modelo qualitativo apresenta características como objetivação do fenômeno; classificação das ações de descrever, compreender, explicar; precisão das relações entre o global e o local em certos fenômenos; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural, na busca de resultados mais fiéis possíveis (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

O método de pesquisa utilizado para elaboração do trabalho foi a pesquisa documental, que consistiu em consultas à documentos relacionados aos empreendimentos selecionados, tais como Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Plano de Controle Ambiental (PCA), Relatório de Controle Ambiental (RCA), fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente do município de Itabira (MG).

Para compor a amostra utilizada nesta pesquisa, foram analisadas as formas de gerenciamento de efluentes utilizadas por quatro empresas do Distrito Industrial de Itabira – (MG), selecionadas em função da acessibilidade dos pesquisadores em obter acesso aos dados para desenvolver o trabalho. Para descrever a maneira como estas empresas realizam o gerenciamento dos recursos hídricos em suas unidades, foram atribuídas nomenclaturas genéricas (A, B, C, D) para identificá-las, conforme o Quadro 1, que ainda apresenta as classificações quanto ao porte e o ano de instalação dos empreendimentos no Distrito Industrial.

Quadro 1 – Empreendimentos selecionados para a pesquisa e suas classificações quanto ao porte e ano de instalação no Distrito Industrial no município de Itabira – MG.

Empresa	Atividade Predominante	Porte do Empreendimento	Ano de instalação no Distrito Industrial
A	Abate de animais de pequeno porte Processamento de subprodutos	Grande	2002
B	Usina de Produção de Concreto Comum	Pequeno	1993
C	Siderurgia e elaboração de produtos siderúrgicos com redução de minério de ferro gusa	Pequeno	2005
D	Tecidos de malharia circular, produzindo em artigos de algodão, viscose, poliamida e misturas.	Médio	2000

Fonte: Modificado de MINAS GERAIS, 2014, 2017.

O tratamento dos dados utilizado nesta pesquisa foi a análise de conteúdo, que segundo Moraes (1999), é utilizada para retratar e compreender todos os tipos de documentos e textos. Além disso, a análise de conteúdo é considerada um método de investigação, pois contém procedimentos para o tratamento das informações obtidas, podendo ser utilizada para auxiliar o pesquisador a investigar problemas dos mais variados tipos, uma vez que sua principal característica é a flexibilidade frente a diversos temas.

4. Resultados e discussão

A partir das análises das licenças ambientais de cada empreendimento, foi possível elaborar o Quadro 2, relacionando o empreendimento à sua atividade predominante, porte poluidor, potencial poluidor, classe a que se destina e se está localizado em área de conservação.

Observa-se que os empreendimentos B e C encontram-se instalados na unidade de conservação de uso sustentável Área de Proteção Ambiental (APA) Pureza; enquanto os empreendimentos A e D apesar de não estarem localizados em unidade de conservação, apresentam potencial poluidor classificado como grande e médio, em função de suas atividades predominantes, que correspondem ao abate de animais de pequeno porte e têxtil, respectivamente.

Quadro 2 – Relação entre as atividades, porte do empreendimento, potencial poluidor e classe a que pertencem os empreendimentos do Distrito Industrial de Itabira (MG) analisados nesta pesquisa

Empresa	Atividade Predominante	Porte do Empreendimento	Potencial Poluidor	Classe do Empreendimento	Localizado em Unidade de Conservação?
A	Abate de animais de pequeno porte Processamento de subprodutos	Grande	Grande	Classe 3	Não
B	Usina de Produção de Concreto Comum	Pequeno	Médio	Classe 3	Sim - Uso Sustentável APA Pureza
C	Siderurgia e elaboração de produtos siderúrgicos com redução de minério de ferro gusa	Pequeno	Grande	Classe 5	Sim - Uso Sustentável APA Pureza
D	Tecidos de malharia circular, produzindo em artigos de algodão, viscose, poliamida e misturas.	Médio	Grande	Classe 5	Não

Fonte: Modificado de MINAS GERAIS, 2014, 2017.

Segundo a Deliberação Normativa (DN) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 217/2017, os empreendimentos, bem como as atividades com significativos impactos ao meio ambiente são compreendidos em 6 classes (1, 2, 3, 4, 5 e 6) que englobam o porte e o potencial poluidor. O potencial poluidor é classificado como pequeno (P), médio (M) ou grande (G), em função das características específicas de cada empreendimento, sendo este avaliado em função das variáveis ambientais ar, água e solo (MINAS GERAIS, 2017).

Faz-se importante salientar que a DN COPAM nº 74/2004 foi alterada pela DN COPAM nº 217/2017; porém, não houve alterações na classificação dos empreendimentos com relação ao potencial poluidor/degradador; apenas com relação aos códigos utilizados para a identificação dos empreendimentos.

Dessa forma, observou-se que os empreendimentos A, C e D apresentam grande potencial poluidor/degradador considerando apenas a variável água, enquanto o empreendimento B possui potencial médio, assim como apresentado no Quadro 3.

Destaca-se que com relação ao empreendimento A, relacionado ao ramo de abate de animais, a maior parte do efluente líquido origina-se da limpeza e higienização de pisos, máquinas, equipamentos, utensílios e estações de trabalho, o que acarreta, conseqüentemente, maior consumo de água. De acordo com Silva e Serra (2017), esse consumo intenso é devido às exigências sanitárias rigorosas; entretanto, em função da eminência da escassez de água, metodologias para minimizar o uso da água e a implantação do reuso de efluentes devem ser estudados, obedecendo a legislação sanitária. Outro ponto relevante nesse tipo de atividade é a geração de efluentes com elevada carga orgânica.

Quadro 3 - Relação estabelecida entre o código do empreendimento selecionado para a pesquisa e seu potencial poluidor/degradador

Empresa	Código DN 74/2004	Código DN 217/2017	Potencial Poluidor/Degradador
A	D-01-02-3	o mesmo	Ar: Médio Água: Grande Solo: Grande
B	C-10-01-04	o mesmo	Ar: Grande Água: Médio Solo: Médio
C	F-05-08-8	B-02-01-1	Ar: Médio Água: Grande Solo: Médio
D	C-08-06-0	C-08-09-1	Ar: Grande Água: Grande Solo: Grande

Fonte: Adaptado de MINAS GERAIS, 2004, 2017.

A grande preocupação com esse tipo de efluente está relacionada a presença de microrganismos com potencial para causar doenças como *Salmonella sp.*, *Staphylococcus sp.* e *Clostridium sp.*, que podem estar presentes na carcaça do animal, contaminando o efluente. Além disso, o despejo sem prévio tratamento pode aumentar os níveis de fósforo e nitrogênio dissolvidos, acarretando o crescimento excessivo de plantas aquáticas, como algas, ocasionando a eutrofização, colocando em risco a vida aquática (PINTO *et al.*, 2015).

Com relação ao empreendimento B, que corresponde à uma usina de produção de concreto comum, esse tipo de atividade demanda consumo relevante de água, empregada para limpeza dos resíduos dos caminhões, na pulverização durante a produção, higienização da usina e na produção do concreto. Entretanto, os efluentes gerados não podem ser descartados no solo ou em corpo receptor sem prévio tratamento, pois podem acarretar danos ao meio ambiente, como diminuição da taxa de infiltração do solo, aumento do pH e contaminação das águas subterrâneas. Dessa forma, os efluentes gerados durante a atividade são recirculados no processo (PAULA; FERNANDES, 2015).

O empreendimento C, atuante no ramo da siderurgia, opera com grande consumo de água, sendo utilizada principalmente para o resfriamento dos equipamentos, entretanto, seu efluente é em grande parte recirculado no processo. O efluente desse tipo de atividade varia de acordo com o processo utilizado para elaboração de produtos siderúrgicos com redução de minério de ferro gusa, contendo concentrações elevadas de amônia, fenol, cianetos e pH na faixa entre 8,5 a 9,5.

No empreendimento D, relacionado ao setor têxtil, o elevado consumo de água é um fator importante a ser considerado, principalmente nas etapas de lavagem, tingimento e amaciamento. Além disso, a água é utilizada para transportar os produtos químicos

necessários aos processos, assim como para remover excessos de produtos indesejáveis no produto.

Os efluentes gerados no empreendimento apresentam composição variável, em função da diversidade de materiais têxteis, corantes e produtos químicos utilizados. Comumente, esse efluente apresenta pH alcalino, temperatura elevada, relação Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)/Demanda Química de Oxigênio (DQO) alta e, se lançados em corpos receptores sem o devido tratamento, podem acarretar na morte da fauna e flora aquáticas, interferir nos processos de fotossíntese, além de alguns corantes e subprodutos serem considerados carcinogênicos (MINAS GERAIS, 2009).

Nessas circunstâncias, Stein *et al.* (2018) afirmam que a instalação e operação de empreendimentos industriais geram impactos negativos, por menor que sejam, e que medidas de prevenção devem ser implantadas a fim de dificultar a ocorrência desses impactos. Além disso, os autores destacam que o principal aspecto para evitar a contaminação hídrica proveniente das atividades industriais é o uso racional da água, uma vez que quanto menor o volume de água utilizado e descartado pelas empresas, menores serão os investimentos em tratamento. Soma-se a isso duas condições: reutilizar a água antes de ser descartada e a separação das águas pluviais dos esgotos sanitários e efluentes industriais (STEIN *et al.*, 2018).

Nesse sentido, o Quadro 4 apresenta uma caracterização dos empreendimentos, relacionando a atividade predominante, a proveniência da água utilizada no processo, o efluente gerado e as formas de tratamento deste. Observa-se que todas as empresas utilizam água fornecida pelo SAAE, além de captações subterrâneas solicitadas ao órgão ambiental. Além disso, o empreendimento C possui bacias de contenção para coletar água de chuva, a fim de complementar o abastecimento.

Verifica-se no Quadro 4 que os efluentes são distintos, relacionados às particularidades de cada atividade; entretanto, todos apresentam alto potencial poluidor/degradador se não forem tratados antes de serem lançados em corpo receptor.

Dessa forma, o empreendimento A possui uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE); no empreendimento B ocorre a recirculação dos efluentes gerados durante o processo; o empreendimento C opera praticamente em um sistema fechado, utilizando barragens de contenção; já no empreendimento D, ocorre um pré-tratamento e em seguida, o efluente é direcionado para tratamento secundário, sob responsabilidade do SAAE.

Quadro 4 – Caracterização dos empreendimentos selecionados para esta pesquisa localizados no Distrito Industrial de Itabira – MG

Empresa	Atividade Predominante	Água utilizada no processo	Efluente gerado	Tratamento
A	Abate de animais de pequeno porte. Processamento de subprodutos.	Fornecida pelo SAAE por meio de poço de captação em curso d'água. Solicitado ao IGAM outorga para captação de água subterrânea e também captação em fonte ou nascente de água subterrânea.	Origina-se na limpeza e higienização de piso, máquinas, equipamentos, utensílios e estações de trabalho.	O empreendimento possui Estação de Tratamento de Efluente (ETE) com peneiras estáticas, caixa de separação de gorduras, tanque de equalização e câmara de saturação, flotação, lagoas de estabilização.
B	Usina de Produção de Concreto comum	Toda água utilizada no processo é fornecida pelo SAAE. A empresa possui reservatório com capacidade para armazenar 25.000 litros de água. De toda água utilizada no processo, cerca de 70% é reciclada nas caixas de decantação de sólidos.	Os efluentes são gerados na limpeza do balão do caminhão betoneira e bombas de concreto; manutenção e limpeza dos chassis dos caminhões betoneiras, trocas de óleo e lubrificação,	Recirculação do efluente gerado, caixa de decantação para decantar cimento, areia e brita. A água é reutilizada na limpeza dos caminhões. Existe caixa separadora de água e óleo, onde o óleo é coletado para reúso e a água é recirculada no processo.
C	Siderurgia e elaboração de produtos siderúrgicos com redução de minério de ferro gusa.	A água utilizada no empreendimento é proveniente do SAAE, com consumo médio de 595m ³ /mês e por duas captações subterrâneas, por meio de poços, com consumo de 270m ³ /mês. A empresa possui bacias de contenção para coletar água da chuva como alternativa para complementar o abastecimento.	Os efluentes gerados possuem origens e características diferentes.	O sistema de água do empreendimento é praticamente fechado, onde se utiliza pequenas barragens de contenção, ou seja, a maior parte do consumo é abastecida por água recirculada.
D	Tecidos de malharia circular, produzindo em artigos de algodão, viscose, poliamida e misturas.	A água utilizada no empreendimento é proveniente do SAAE, com consumo médio de 14.000m ³ /mês e por captação subterrânea, por meio de dois poços, com consumo de 8.000m ³ /mês.	Os efluentes gerados possuem origens e características diferentes.	Os efluentes gerados são encaminhados para o pré-tratamento que compreende um sistema de gradeamento para retenção de sólido, sistema de resfriamento, com 5 caixas de passagem, para a redução da temperatura; e sistemas de correção de pH por meio da adição de ácido sulfúrico. Entretanto, torna-se necessário o tratamento secundário; sendo assim o SAAE se comprometeu a receber o efluente do empreendimento para tratamento na ETE do município, sob a condição da mesma continuar realizando o tratamento primário em suas instalações.

Fonte: Adaptado de WE ENGENHARIA, 2005; SPELAYON ENGENHARIA, 2007.

O tratamento de efluente empregado pelo empreendimento A possui uma etapa preliminar, que visa a remoção de sólidos grosseiros por meio de peneiras estáticas; em seguida, ocorre o tratamento primário, que possui uma caixa de separação de gordura, um tanque de equalização e câmara de saturação de despejos e flotação, com objetivo de separar

gorduras e sólidos. O tratamento secundário consiste nas lagoas de estabilização, uma lagoa anaeróbia e uma lagoa aerada de mistura completa.

Segundo o Diagnóstico Ambiental das Indústrias de Abate do Estado de Minas Gerais efluentes originários das indústrias de abate apresentam, de maneira geral, elevadas taxas de DBO, DQO, sólidos em suspensão, óleos e graxas e nitrogênio orgânico, além de serem excessivamente putrescíveis em função da elevada temperatura, restos de sangue, parte de carne, vísceras e gorduras (MINAS GERAIS, 2010).

Ainda segundo informações do Diagnóstico Ambiental das Indústrias de Abate do Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2010), de certo modo, os tratamentos secundários são predominância nas empresas desse ramo. As lagoas anaeróbias podem ser eficientes na remoção da DBO, com custos relativamente baixos, além de gerarem menor quantidade de lodo já estabilizado.

Com relação às formas de disposição do efluente após o tratamento, o Diagnóstico Ambiental das Indústrias de Abate do Estado de Minas Gerais apresenta três alternativas: lançamento em águas superficiais, infiltração no solo e irrigação em plantações, salientando que a mais empregada é o lançamento em águas superficiais. Nesse caso, ressalta-se que o efluente precisa estar em consonância com os padrões de lançamento em vigência (MINAS GERAIS, 2010).

Diante do exposto, empresa A se encontra dentro do que se espera de um empreendimento de abate de aves, conforme relata o diagnóstico supracitado; sendo que os efluentes bruto e tratado passam por análises mensais dos parâmetros pH, temperatura, óleos e graxas, sólidos totais, sólidos em suspensão, DBO, DQO (MINAS GERAIS, 2017).

No empreendimento B, relacionado a produção de concreto comum, a água é utilizada na limpeza do balão dos caminhões betoneira e bombas de concreto; também ocorre a geração de efluentes contaminados com óleos e graxas originados da manutenção e lavagem dos chassis dos caminhões betoneiras e das trocas de óleos e lubrificações gerados na oficina. Com o objetivo de decantar os sólidos (cimento, areia e brita) e reutilizar a água no processo de lavagem do balão e bombas, encontra-se instalada na empresa um sistema de caixa para decantação. Além disso, há um sistema de separação de água e óleo, por meio do qual o óleo é recolhido e reaproveitado, enquanto a água é reutilizada no processo (WE ENGENHARIA, 2005).

O efluente gerado nesse tipo de atividade apresenta materiais suspensos e dissolvidos, além de pH alterado, podendo causar a degradação das águas subterrâneas e superficiais, se lançados diretamente no solo ou na água, sem prévio tratamento. Paula e Fernandes (2015)

afirmam que o tratamento das águas residuárias contribui para a diminuição do consumo de água potável em atividades como a limpeza dos caminhões; no entanto, as empresas do setor precisam desenvolver melhorias nos sistemas de tratamento para correção de parâmetros como o pH, a fim de reduzir os impactos gerados no meio ambiente.

Em empresas do ramo da siderurgia, como o empreendimento C, a água é utilizada no processo nos sistemas de refrigeração e depuração dos gases, gerando águas residuárias contaminadas. Destaca-se que essas águas podem acarretar sérios danos ao corpo hídrico, pois apresentam poluentes como fenol, amônia, cianeto, óleos e graxas, elevadas taxas de DBO e DQO, sólidos suspensos e dissolvidos (SANTOS, 2010).

No empreendimento C, o sistema de recirculação é independente para os fornos I e II. Quanto ao sistema de limpeza dos gases, as águas utilizadas são recirculadas em circuito fechado, sendo que para armazenamento destas são utilizadas duas caixas de concreto para a decantação dos sólidos removidos. Após o período de decantação, que é de 12 horas para cada caixa, a água saturada é direcionada para o decantador, em seguida, esta água é transferida para um sistema de filtragem e, na sequência, é direcionada para o reservatório, fazendo, por gravidade, a alimentação das caixas de concreto do lavador de gases e fechando assim o circuito (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA, 2010).

Além disso, o empreendimento coleta as águas precipitadas sobre a área da empresa por meio de canaletas do sistema de drenagem, que podem carrear partículas sólidas de silte, argila, sílica e finos de minério. Esse efluente pluvial é tratado na bacia de contenção para separação e sedimentação das partículas sólidas. Ressalta-se que após o tratamento, juntamente com as águas residuárias, essa água é reutilizada no resfriamento dos altos fornos e lavador de gases (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA, 2010).

Assim, segundo informações da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (2008), a prática de recirculação de água durante o processo é bastante usual entre as empresas do ramo. Ainda segundo o estudo, essa medida vem crescendo nas empresas siderúrgicas e, o que se mostra ser a medida mais assertiva, é a preocupação com a manutenção dos equipamentos e máquinas, de modo que não ocorra perda de água por evaporação, e assim, não seja necessário utilizar mais água para o resfriamento.

Com relação ao empreendimento D, este ramo de atividade utiliza grandes volumes de água no processo produtivo. Além disso, os efluentes apresentam coloração intensa em função de corantes que não se fixaram de forma adequada às fibras. Assim, são características desse tipo de efluente a presença de compostos orgânicos, altos níveis de DQO, DBO e sólidos em suspensão (MINAS GERAIS, 2007).

Os efluentes gerados são encaminhados para o pré-tratamento, que compreende um sistema de gradeamento para a retenção do sólido, sistema de resfriamento com cinco caixas de passagem para a redução da temperatura; e sistemas de correção de pH por meio da adição de ácido sulfúrico. Entretanto, torna-se necessário um tratamento secundário, assim, o SAAE se comprometeu a receber o efluente industrial do empreendimento para tratamento na ETE da cidade, porém, sob a condição da empresa continuar realizando o tratamento primário em suas instalações, garantindo que os parâmetros físico-químicos atendam aos valores estabelecidos na legislação (MINAS GERAIS, 2009).

Entretanto, Pagan (2011) salienta que para remoção de cor e compostos orgânicos dissolvidos, o tratamento preliminar não é suficiente. Tratamentos complementares como filtro por carvão ativado, resina de troca iônica, osmose reversa e filtração por membranas apresentam resultados satisfatórios. A autora reitera que as indústrias deste setor estão buscando alternativas para racionalizar o uso da água em seus processos, por meio de instalação de equipamentos para controle da vazão ou por reuso em alguma etapa do processo, após pré-tratamento, desde que a qualidade do produto não seja afetada e não ocorra aumento do custo da produção.

Nessas circunstâncias, observa-se que o sistema de gerenciamento de efluentes deve ser desenvolvido considerando as particularidades de cada empresa, como porte e tipo de atividade. Além disso, os empreendimentos devem atender às legislações ambientais vigentes, empregando em suas unidades diversos modelos de tratamento de efluentes existentes, observando as características destes, além de custos para a instalação, operação e manutenção desses sistemas. Ademais, a prática do gerenciamento possibilita a redução de custos, uma vez que minimiza o desperdício de matérias-primas e de recursos, e evita a aplicação de multas pelos órgãos ambientais, ocorrendo ainda a valorização dos produtos no mercado e pela população.

5. Conclusão

A implantação de distritos industriais, previamente planejados e estruturados, atrai para essas áreas empresários interessados em desenvolver suas atividades, uma vez que a região oferece condições favoráveis como vias de acesso e circulação adequadas, saneamento básico, energia elétrica e, como estão afastados dos centros urbanos, evitariam transtornos como congestionamentos.

Entretanto, a instalação dessas áreas em regiões de bacias hidrográficas utilizadas para abastecimento humano, como o caso do Córrego Candidópolis, pode acarretar uma série de problemas, como sobrecarga no sistema de abastecimento de água, além de poluição relacionada ao ar, solo e, principalmente, à água. Assim, este trabalho buscou apresentar como quatro empresas localizadas no Distrito Industrial da cidade de Itabira (MG) realizam o gerenciamento de efluentes em suas unidades.

As atividades dos empreendimentos analisados nesta pesquisa representam diferentes segmentos da economia, como abate de animais de pequeno porte, usina de produção de concreto comum, siderurgia e indústria têxtil. Assim, verificou-se que o empreendimento A é classificado como grande porte; os empreendimentos B e C de pequeno porte e o empreendimento D de médio porte. Com relação ao potencial poluidor/degradador, os empreendimentos A, C e D apresentam potencial grande em relação a variável ambiental água, enquanto o empreendimento B possui potencial médio.

As quatro empresas usam em suas instalações água fornecida pelo SAAE, além de possuírem, junto ao órgão ambiental, solicitações para captação de água subterrânea. Ressalta-se que o Distrito Industrial se encontra instalado na microbacia do Córrego Candidópolis, manancial responsável pelo abastecimento de grande parte da população do município de Itabira, além das empresas no distrito. Nesse sentido, sugere-se a busca por alternativas para suprir a demanda de água dos estabelecimentos, tais como reuso e captação de água de chuvas, sem comprometer a qualidade do produto e elevar os custos de produção, a fim de diminuir a pressão sobre o sistema de abastecimento de água do município.

Os efluentes gerados pelos empreendimentos apresentam características intrínsecas às atividades desenvolvidas; entretanto, exprimem iminente perigo de contaminação dos corpos hídricos, pois apresentam fósforo, nitrogênio, DBO, DQO, pH acima de 7, corantes e elementos traços.

O empreendimento A possui uma Estação de Tratamento de Efluentes e realiza o tratamento preliminar, por meio do peneiramento; primário, utilizando de caixa de gordura; e secundário, por intermédio da lagoa anaeróbia e lagoa aerada de mistura completa,

Nos empreendimentos B e C o processo ocorre em circuito fechado, com a água retornando ao processo produtivo. Salienta-se que esta ação evidencia uma boa prática das empresas, pois auxilia na redução de custos, uma vez que não se faz necessária a instalação de sistemas para tratamento de efluentes, e para o meio ambiente, pois evita a contaminação dos recursos hídricos.

No empreendimento D é realizado um pré-tratamento do efluente, entretanto, devido às características deste, apenas o tratamento preliminar não é eficiente. O SAAE se comprometeu a realizar o tratamento secundário desse efluente em sua Estação de Tratamento de Esgoto, desde que o empreendimento continue o pré-tratamento em suas instalações. Nesse contexto, recomenda-se que o empreendimento construa uma Estação de Tratamento de Esgoto que atenda às especificidades do seu efluente, a qual possibilitaria a recirculação da água em algumas etapas do processo, além da utilização desta para fins menos nobres, como a limpeza.

Observa-se que os empreendimentos A e D lançam seus efluentes após tratamento em corpos hídricos, por outro lado, destaca-se a possibilidade acerca da utilização de outras formas de disposição, como infiltração no solo e irrigação em plantações. Além disso, a coexistência de um sistema de gerenciamento de efluentes e um planejamento abarcando as manutenções de maquinário e equipamentos poderia promover uma redução nos custos em função de alterações nos processos de produção, além dos produtos serem valorizados no mercado e pela população. Além disso, de modo geral, as empresas atuam de forma a praticar os princípios da tecnologia limpa, quando emprega em seus processos a prática de reutilizar, reciclar e reaproveitar os efluentes gerados.

Ademais destaca-se que o gerenciamento e o tratamento de efluentes industriais não se justificam apenas para preservar os corpos receptores dos impactos da poluição, mas, também, por razões de saúde pública, ao prevenir que populações contraiam doenças; ecológicas, preservando ambientes apropriados para manutenção da vida animal e vegetal; econômicas, como elevar o custo para tratamento com objetivo de abastecimento público; estéticas, pois impossibilita que a água seja utilizada para recreação; legais, por meio da Lei de Crimes Ambientais, que pode acarretar multas ou prisão do responsável pela poluição; e individuais, uma vez que os empreendimentos que visam a obtenção de certificação quanto à um Sistema de Gestão Ambiental precisam respeitar a legislação e buscar a melhoria contínua em seus processos produtivos.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9800. **Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário**. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA E MATERIAIS (ABM). **Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico**. Brasília, 2008. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/publicacao/recursos_minerais/Panorama_do_Setor_Siderurgico.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

BELTRAME, T.F; BELTRAME, A.F; LHAMBY, A.R; PIRES, V.K. Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: uma discussão sobre o tema. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v.20, n.1, jan-abr. 2016, p.283-294. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/15827/pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

DERÍSIO, J.C. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. 3 ed. São Paulo: Signus, 2012.

ENGENHARIA. **Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município de Itabira**: Produto 3 - Diagnóstico técnico-participativo dos serviços de saneamento básico. São Paulo. Maio, 2015.

FÉRES, J. THOMAS, A. REYNAUD, A., MOTTA, R.S. **Demanda por água e custo de controle da poluição hídrica nas indústrias da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Rio de Janeiro, 2005.

GERHARDT, T.E; SILVEIRA, D.T. **Métodos de Pesquisa**. 1 ed. Rio Grande do Sul: UFRGS Editora, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censos Demográficos**. 2010. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em: 15 set. 2018.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM). Deliberação Normativa COPAM nº 74 de 09 de setembro de 2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente e dá outras providências. **Diário do Executivo de Minas Gerais**. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37095>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM). Deliberação Normativa COPAM nº 217 de 06 de dezembro de 2017. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente e dá outras providências. **Diário do Executivo de Minas Gerais**. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>>. Acesso em 01 out. 2018.

MINAS GERAIS. **Relatório de Controle Ambiental**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 2007.

MINAS GERAIS. **Parecer único. Licenciamento Ambiental. Licença de Operação Corretiva**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 2009.

MINAS GERAIS. **Diagnóstico Ambiental das Indústrias de Abate no Estado de Minas Gerais – atualização**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em <http://www.feam.br/images/stories/arquivos/producaosustentavel/diagnostico_industria_abate.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2018.

MINAS GERAIS. **Parecer único. Revalidação da Licença de Operação**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável Minas Gerais, 2014.

MINAS GERAIS. **Parecer único. Revalidação da Licença de Operação**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Minas Gerais, 2017.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: <http://cliente.argo.com.br/~mgos/analise_de_conteudo_moraes>. Acesso em 28 set.2018.

OLIVEIRA, E. M. **Dinâmica socioespacial no distrito industrial de Elói Mendes-MG**. Viçosa. Minas Gerais, 2006.

PAGAN, E. V. **Reuso da água industrial**: estudos de casos em indústrias têxteis. Monografia (Engenharia Química) - Universidade Federal do Ceará, 2011. Disponível em: <www.eq.ufc.br/TFC/TFC_2011_Pagan.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2018.

PAULA, H. M.; FERNANDES, C. E. Gestão da água em usina de concreto: análise do risco das atividades e monitoramento da qualidade da água residuária para fins de reuso. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. V. 10, nº 1, 14-21, 2015.

PINTO, L. A. M.; PINTO, M. M.; BOVO, J.; MATEUS, G. A. P.; TAVRES, F. O.; BAPTISTA, A. T. A.; HIRATA, A. K. Aspectos ambientais do abate de aves: uma revisão. **Revista UNINGÁ**. Vol.22, n.3, pp.44-50 (Abr-Jun 2015). Disponível em <https://www.mastereditora.com.br/periodico/20150601_074805.pdf>. Acesso em: 22 set. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA. **Projeto de Expansão do Distrito Industrial de Itabira-MG**. Relatório de Impacto Ambiental-RIMA. Vol.1. Dezembro, 1994.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRA. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA)**. Março, 2010.

SANTOS, A. L. **Inventário dos rejeitos, efluentes e sub-produtos das indústrias siderúrgicas integradas na fabricação de aço líquido**. Rio de Janeiro, junho/2010.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. de C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: ANEEL; ANA, 2001.

SILVA, T.A.; SERRA, J.C.V. Avaliação de reuso de água em um frigorífico de aves. **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v.14, nº.2, p.61-71, jul/dez. 2017. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=3364&article=1444&mode=pdf>>. Acesso em: 05 out. 2018.

SISTEMA AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO (SAAE). **Origem da água**. Disponível em: <<http://www.saaeitabira.com.br/index.php/en/agua-esgoto/origem-agua>>. Acesso em: 01 out. 2018.

SPELAYON ENGENHARIA – ME. **Relatório de Controle Ambiental**. Belo Horizonte. Junho, 2007.

STEIN, R.; LEÃO, M. F.; MACHADO, V. S.de.; SCHERER, K.; FINKLER, R.; SIQUEIRA, T. M. **Avaliação de impactos ambientais**. Porto Alegre: SAGAH,2018.

WE ENGENHARIA. **Relatório de Controle Ambiental (RCA) e Plano de Controle Ambiental (PCA)**. Itabira-MG. Setembro, 2005.