

OTIMIZAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DIANTE DA CAPTAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DE EFLUENTES E DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO DE CASO

Camila Matos¹

Henrique Pereira da Roza²

RESUMO

Este artigo tem por finalidade propor ações corretivas na área temática do Meio Ambiente em uma Marmoraria localizada em Guarapuava situada no Paraná. Inúmeros estudos apontam a mudança de comportamento da sociedade em relação ao desenvolvimento sustentável. O objetivo deste estudo é analisar o consumo de água e desenvolver ações para o reaproveitamento, sendo ela por meio fluvial ou tratamento de efluentes na marmoraria em estudo. A pesquisa é de caráter quali-quantitativa, com finalidade exploratório-descritiva. Através da pesquisa em campo realizada na empresa e mediante pesquisas bibliográficas em livros, artigos científicos, periódicos que apontam inumeráveis benefícios associados com o uso sustentável dos recursos hídricos, reaproveitamento da água e dos resíduos da estação de tratamento dos efluentes. Por meio da reativação de uma cisterna existente e a implantação de outra, juntamente com o tratamento dos efluentes gerados na produção foi possível obter resultados satisfatórios de fácil aceitação e viável economicamente, proporcionando benefícios para a empresa e para o meio ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Reutilização da Água. Captação Pluvial. Recursos Hídricos. Meio Ambiente.

ABSTRACT

This article aims to propose corrective actions in the thematic area of the Environment, the study was conducted in a Marmoraria located in Guarapuava located in Paraná. Numerous studies indicate the change in society's behavior regarding sustainable development. The aim of this study is to analyze the importance of water reuse, whether by water or effluent treatment. The research is qualitative and quantitative, with exploratory and descriptive purpose. Through field research conducted at the company and through bibliographic research in books, scientific articles, journals that point to innumerable benefits associated with the sustainable use of water resources and the reuse of water and waste from the effluent treatment plant. The reactivation of an existing cistern and the deployment of another, along with the treatment of the effluents generated in production, were able to obtain satisfactory results that were easily accepted and economically viable, providing several benefits for the company and the environment.

Keywords: Sustainability. Water reuse. Rain catchment. Water resources. Environment.

1 Professora Orientadora. Engenheira de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná, Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. (prof_camilamatos@camporeal.edu.br).

2 Graduando em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Campo Real (eng-henriqueroza@camporeal.edu.br).

1 INTRODUÇÃO

A relação humana com o ambiente nem sempre foi confortável para a nossa espécie, a maior parte dos 195 mil anos de existência de nossa espécie foi dedicada a sobrevivência na natureza. A necessidade de caçar e de coletar frutas fazia com que os grupos se deslocassem de um ponto a outro, éramos nômades, e ocupavam uma posição desfavorável na cadeia alimentar, não obstante, o clima obrigava as pessoas a migrarem em busca de condições mais favoráveis para a busca de caça, pesca e frutas. No momento em que, através da observação e reconhecimento de padrões, tomamos ciência da dinâmica na qual as plantas se desenvolviam e como estas se reproduziam, os grupos antes nômades passariam a se estabelecer em um ponto, graças a ao plantio de grãos, nascendo assim a agricultura (NAVES, 2014).

A partir deste ponto, com o acesso a alimento facilitado, foi possível dedicar mais tempo de caça e coleta de recursos, ferramentas foram criadas facilitando as atividades cotidianas que por sua vez davam mais tempo ocioso para os indivíduos do grupo. Este tempo, que antes era dedicado a sobrevivência, agora era utilizado para exercitar a criatividade e acumular conhecimento permitindo assim o crescimento populacional e a solidificação das aldeias e das sociedades (ALBUQUERQUE, 2007).

O ponto de inicialização das questões que envolvem a correlação das atividades humana com o meio ambiente de maneira significativa, teve seu início em meados do século XVII, com a criação da máquina a vapor. A Revolução Industrial, foi responsável pela conjuntura da organização social, empreendeu fábricas, que vieram substituir a produção artesanal e aglutinou as pessoas nas cidades (DIAS, 2011).

A produção em escala teve seu início no século XX e representou avanços exponenciais na capacidade produtiva. Nunca, antes foi vivenciada a capacidade humana de transformar recursos naturais em produtos. Um número cada vez maior de produtos estavam disponíveis e eram destinados às mais diversas aplicações com as mais diversas funcionalidades. Até então, acreditava-se que tudo o que fosse produzido, seria absorvido pelo mercado, esta visão de que não haveria limites para a demanda também era a maneira com que se tratavam os recursos naturais (RIBEMBOIM, 1997; CAVALCANTI 2003).

A crise de 1929 determinou o fim de que a crença de produção e estoques sem limites seriam viáveis, como em qualquer crise exigiu uma mudança do entendimento da dinâmica das relações de mercado. Outrora, a questão da relação do homem com o ambiente demorou para ser introduzida, por sua vez, manteve-se a crença de que a

disponibilidade de recursos se dava de maneira ilimitada, enquanto isso, a exploração de caráter predatório vigorava levado pela crença da inexorabilidade dos recursos (CAVALCANTI 2003).

Diante deste contexto, este estudo teve como objetivo de analisar o consumo de água e desenvolver ações para o reaproveitamento reduzindo o consumo de água da rede pública e o custo de fornecimento da mesma, demonstrando que o investimento é de baixo custo e a obra rápida e assegurando o retorno do investimento a curto prazo.

2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O debate sobre as questões em relação ao desenvolvimento econômico e social e o seu risco ao meio ambiente teve início de maneira global na década de 70, embora já houvesse uma introdução aos debates ocasionadas inicialmente pela obra *Silent Spring* em 1962, em que eram discutidas as questões da utilização de dedetizadores e seu efeito no ambiente. Somente, através da realização da conferência de Estocolmo de 1972 e da publicação do livro *Os Limites do Crescimento*, confeccionado pelo grupo de Roma (criado em 1968 em meio a crescente discussão do tema) que a questão ambiental seria capaz obter holofotes (CAVALCANTI 2003; DIAS 2011).

Esta publicação “previa que as tendências que imperavam até então conduziram a uma escassez catastrófica dos recursos naturais e a níveis de contaminação num prazo de 100 anos” (DIAS, 2011 p. 18).

Esta visão também é atribuída Ribemboim (1997) o qual também definiu a essência da questão ambiental afirmando que:

Os níveis de produção e consumo que passaram a vigorar a partir das décadas de sessenta e setenta, combinados ao crescimento populacional vertiginoso observado a partir de então, levaram as sociedades a uma nova percepção do mundo em que vivemos, um mundo finito em recursos naturais e com um meio ambiente, eminentemente belo mas frágil, passível de destruição (p. 15).

A evolução acerca do debate sobre o tema, levou ao surgimento do termo Desenvolvimento Sustentável, que foi introduzido no ano de 1987 através do relatório Brundtland denominado “Nosso Futuro em Comum” (SEIFFERT, 2013; CAVALCANTI, 2003; DIAS, 2011). Este termo engloba a perspectiva de que deve haver um equilíbrio entre o crescimento econômico e a preservação do meio ambiente. Por sua vez, Dias (2011) afirma que o desenvolvimento são duas faces da mesma moeda, que para um desenvolvimento econômico é necessário manufaturar recursos naturais para agregar valor. No que lhe diz, o

meio ambiente deve ser conservado sendo provedor destes recursos. O desenvolvimento sustentável preconiza que as necessidades do presente não devem comprometer as necessidades das gerações futuras. Da mesma forma, aponta que a análise quantitativa do ambiente não seria de nada válido sem a compreensão das esferas sociais, econômicas ecológicas, geográficas e culturais (DIAS; 2011 SEIFFERT, 2013; SANCHS, 2004).

Em relação a Conferência da ONU (1992) sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável ocorrido na cidade do Rio de Janeiro, contou com a participação de 106 chefes de estado. Esta conferência acabou por moldar as ações que deveriam ser tomadas para que o desenvolvimento ocorresse conciliando os aspectos sociais e ambientais. Ficou determinado na conferência, que se o desenvolvimento não fosse conciliado com a economia, sociedade e ambiente o desenvolvimento em si, não seria sustentável. Implicando que “a ausência de uma gestão sustentável dos recursos ambientais, por sua parte, perpetua o uso perdulário e predatório destes recursos, característica dos padrões insustentáveis de produção e consumo vigentes” (RIBEMBOIM, 1997 p. 31).

Esta nova maneira de compreender o meio ambiente não poderia de forma alguma fugir a alçada dos administradores das empresas. A mudança da visão sobre o meio ambiente, cobrou uma mudança de postura dos responsáveis por organizar as atividades nas organizações em todos os seus aspectos (DONAIRE, 2016).

De acordo com Backer (2002) três momentos principais desta mudança nas organizações, alinharam com o desdobramento das discussões sobre o tema. Em primeiro momento, até a década de 70, as empresas ainda possuíam uma visão equivocada pois, acreditavam que o ambiente de nada sofria com a ação exploratória. Backer (2002) denominou este momento como a Negação Racionalizadora. Com evolução do debate da questão ambiental e do surgimento de indícios respaldados pelo método científico, clareou ao tema ambiental e suas vertentes.

Empresas adotaram uma postura denominada Terapêutica Vergonhosa, que se caracterizava pela lenta mudança dos conceitos sobre qual seriam os impactos das atividades realizadas pelas empresas. Da mesma forma, tornou-se imprescindível que a legislação implicasse regularizações acerca de atividades agressoras ao meio ambiente, impondo licenças que somente seriam concedidas mediante a comprovação das atividades que seriam realizadas, e o grau de agressão ao ambiente em sua escala (BECKER, 2002).

O terceiro momento foi denominado como Gestão Racionalizada, que passou a ter uma visão otimista sobre as abordagens das questões ambientais, as empresas

passaram a utilizar a regulação legal disponível para adequarem suas formas de conduzir as organizações, utilizando o tema meio ambiente ao seu favor (BECKER, 2002).

Em um primeiro momento, a discussão ambiental se restringe às grandes empresas, as quais possuíam os recursos para o desenvolvimento de abordagens diferenciadas que contemplassem as prerrogativas legais e os conceitos de desenvolvimento e sustentabilidade. Em contrapartida, as pequenas e médias empresas ainda sustentariam a ideia característica da negação racionalizadora, que perdurou na maioria das organizações até meados do início do século XXI. Atualmente é possível encontrar os que resistem às mudanças. É inevitável preconizar uma abordagem sustentável de desenvolvimento, pois, a percepção errônea de que a Gestão Ambiental é um custo a ser absorvido pela empresa, muito pelo contrário, a aplicação do conceito da sustentabilidade se aplicada de forma assertiva e alinhada a estratégia da empresa resultará em um diferencial competitivo notável (PETRELLA, 2000).

3 RECURSOS HÍDRICOS

A subsistência do ser humano depende da água, para quaisquer atividades se sujeita da aplicação em seu consumo, após as argumentações sobre o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável chega-se à conclusão incontestável sobre a utilização consciente dos recursos hídricos disponibilizados para o consumo. Todavia, a água é insubstituível tornando-se um dos recursos mais valiosos, além do consumo humano também é utilizada para diversas atividades, como geração de energia elétrica, produção e processamento de produtos e serviços diversos. Em síntese, a água é de extrema relevância para o crescimento e desenvolvimento econômico e tecnológico (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2013).

A Agência Nacional de Águas (ANA), é o órgão responsável pela regulação, planejamento, monitoramento e aplicação da lei ao que rege os recursos hídricos no Brasil. Segundo ANA, estima-se que 97,5% de todo volume presente no mundo é de água salgada, ou seja, imprópria para o consumo. O excedente de 2,5% é de água doce, deste percentual 69% situa-se nas geleiras, onde seu acesso é dificultoso e 30% localiza-se em reservas subterrâneas, apenas 1% da água doce do planeta é encontrada em forma de rios e lagos. Entretanto, o Brasil possui 12% de toda a água doce disponível no mundo, no qual posiciona como privilegiado na disponibilização deste recurso. Portanto, o fato de o Brasil dispor deste recurso, expôs a preocupação com o uso racional deste recurso fosse desprezada (REBOUÇAS, 1999, p.201).

Conforme a ANA (2013) a água é consumida em três âmbitos urbano, agricultura e industrial, que por sua vez se dividem em outras finalidades como fica demonstrado no infográfico da Agência Nacional de Águas. Sua aplicação na área urbana é utilizada pela população em geral para a vida doméstica, alimentação, higiene, consumo próprio. Na agricultura é aplicada para a irrigação, processamentos primários de grãos e na pecuária para o uso animal e no processo de abate. Na indústria está água tem uma infinidade de utilidade, sendo aplicada em processo como insumo.

Figura 1 - Consumo anual médio de água no Brasil



(Fonte: Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017; Agência Nacional de Águas p.54)

De acordo com a Organização das Nações Unidas ONU (2006), enfrenta-se uma crise global, devido à alta demanda e escassez de recursos hídricos para atender as necessidades agrícolas e comerciais da humanidade. Cerca de 70 milhões de pessoas em 43 países sofrem com a falta d'água e, em 2025 é pressuposto que cerca de 3 bilhões de pessoas estarão nestas circunstâncias. De acordo com Marinovski (2007), outro ponto crítico, é a má distribuição populacional em incumbência aos recursos hídricos, as regiões mais populosas são exatamente as que possuem pouca água. De acordo com Brito (2005) aponta a degradação dos recursos hídricos no Brasil, como um de seus maiores problemas ambientais. Menciona atividades como utilização de agrotóxicos, o não tratamento de esgoto, uso volumoso e desnecessário de água e até mesmo a incorreta destinação de resíduos sólidos que, por sua vez acabam por poluir as bacias hidrográficas.

Devido a estes fatores, busca-se soluções voltadas para esse recurso, baseado nestes acontecimentos é evidente explorar formas alternativas de aproveitamento da água, sendo a captação como uma das formas viáveis. Sobre o proveito desta captação Silva (2005) reiteram que, a captação e o armazenamento sejam feitos em cisternas. Seu provisãoamento traz muitas vantagens, não meramente econômicas, mas também no panorama ambiental e de controle de enchentes em virtude que essa água não será mais lançada na rede de drenagem pluvial. A água armazenada pode ser adotada para fins domésticos, comerciais e industriais.

4 PANORAMA DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS

A finalidade de uma marmoraria é produzir peças de várias formas de mármore ou granito, de rara beleza e de grande relevância econômica que são destinadas a construção civil. São empregues na produção rochas como granitos, ardósias, mármore. Os processos e procedimentos operados em marmorarias envolvem transporte de chapas, polimento, corte e acabamento (SILVA et al., 2014).

O Brasil é o 4º maior produtor de rochas ornamentais no mundo, só no ano de 2017 representou uma soma de US\$1,1 Bilhão na balança comercial, sendo os principais clientes para este produto os Estado Unidos, o principal comprador do produto brasileiro, seguido pela China, que é a maior produtora de rochas ornamentais no mundo. Quando observado os vários setores que compõem a cadeia produtiva de rochas ornamentais o valor financeiro movimentado US\$ 5 Bilhões em 2017 e garantindo a existência de 120 mil empregos diretos e 360 mil indiretos. O setor é composto por cerca de 10.000 empresas espalhadas nas diferentes etapas do fluxo de produção de produtos de rochas ornamentais (FILHO, 2018 p.14), concentradas principalmente no estado do Espírito Santo com 78% da capacidade instalada de desdobramento dos blocos do mineral em chapas comerciais (FILHO, 2018 p. 17).

4.1 RESÍDUOS E EFLUENTES

Há inúmeras espécies de resíduos gerados nos processos de corte e polimento de rochas ornamentais. Entre eles estão os discos de serras das cortadeiras e encabeçadeiras, cacos de chapas de mármore e granito, embalagens de produtos e

insumos, restos de lixa, rebolos abrasivos das politrizes de acabamento, lama fluida, materiais impregnados com cola, massa plástica, dentre outros (SILVA, 2011).

Silva (2011) afirma que é do senso comum no Brasil que os resíduos gerados nas atividades de marmorarias são de baixa agressividade ao meio ambiente, sendo comum encontrar empresas que descartam os efluentes e resíduos sólidos diretamente no solo. Assinala que tal ação ocasiona a infiltração no solo atingindo águas superficiais e subterrâneas, que acabam por deteriorar a qualidade de água utilizada para o abastecimento doméstico, entretanto em desacordo com o Art. 3º da resolução do 430 de 2011 do CONAMA (Brasil, 2011), onde fica explícito que: “Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedecem às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicadas” Na empresa estudada, a maior parte dos resíduos apresenta-se na forma de cacos ou rebarbas das chapas ou na formação da lama, que é mistura de água com a poeira durante o corte ou polimento.

É de responsabilidade da empresa a coleta e destinação correta destes resíduos, seja por meio de transporte próprio ou terceirizado. A destinação dos resíduos do processo de decantação dos efluentes, podem ser direcionados para o aterro sanitário, desde que os parâmetros estipulados nas resoluções 430 do CONAMA (BRASIL, 2011) e resolução nº 70 do Conselho Estadual de Meio Ambiente de 2009 (PARANÁ, 2009). Estudos que buscam dar utilidade ao principal produto gerado no tratamento dos efluentes em marmorarias, conforme esclarece Silva (2011). A destinação da lama, tem como destino o aterro sanitário desde que tenha sua umidade retirada, porém, como Marques (2017) e Oliveira (2015) afirmam, que os resíduos podem ser utilizados em acabamentos para paredes e na produção de argamassas respectivamente.

O reaproveitamento dos resíduos sólidos das atividades pode apresentar inúmeros destinos que não sejam o descarte final. Campos (2014) classificam os resíduos destas atividades como resíduos sólidos grossos e finos e aponta possíveis aplicações destes:

- Resíduos Finos: Argamassas, cerâmicas (tijolos, telhas), bloquetes, manilhas, corretivos de solos, pisos etc.
- Resíduos Grossos: Fábricas de cimento, artesanatos, seixos ornamentais, bijuteria, muros de contenção de taludes, pavimentação, filetes para muros etc.

O relatório técnico e número 33 sobre o perfil de rochas ornamentais intitulado como Desenvolvimento de Estudos para Elaboração do Plano Duodecenal (2010-2030) de Geologia, Mineração e Transformação (MARTINS, 2009), recomenda inúmeros pontos de

atuação frente a realidade do setor mineral, dentre esta encontra-se a afirmação de que incentivo a estudos e pesquisas visando a melhoria nos índices de aproveitamento dos rejeitos da lavra e do beneficiamento, sobretudo das rochas, destacando-se as possibilidades de sua utilização como matéria-prima de uso industrial e para elaboração de produtos aglomerados.

4.2 TRATAMENTO DE EFLUENTES E BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Segundo Nunes (2001), a escolha do tipo de tratamento depende da composição deste efluente. Classifica os tipos de tratamento como preliminar, primário, secundário e terciário. No caso dos processos envolvendo o beneficiamento de rochas ornamentais em pequenas e médias empresas, o processo de tratamento pode ser realizado de forma preliminar e primária, ou seja, em maior parte não necessita de tratamentos que demandam de processos mais elaborados. Não existe uma necessidade para tratamentos mais rigorosos já que o efluente é a mistura de vários tipos de mármore e granito com água que podem ser separadas por processos físico-químicos de relativa simplicidade.

Para efeitos legais, o item 25.3.2 da Norma Regulamentadora 25, que trata sobre resíduos industriais define que: “Os resíduos líquidos e sólidos produzidos por processos e operações industriais devem ser adequadamente coletados, acondicionados, armazenados, transportados, tratados e encaminhados à adequada disposição final pela empresa” (BRASIL, 2011).

Sendo assim, a empresa, seja qual for sua atividade, deve estar atento a forma com que são tratados os efluentes e resíduos gerados no processo sempre desenvolvendo formas de armazenar e tratar os resíduos, sempre atento a segurança e a saúde dos trabalhadores e da comunidade.

No que diz respeito especificamente aos efluentes de marmorarias, existe uma lacuna de normas que especifiquem os parâmetros de tratamento deste que por sua vez pode ser preenchida com a concordância das normas presentes na seção II da resolução 430/2011 do CONAMA para o lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora em um corpo receptor, o que por sua vez alinha a organização dentro do definido na NR citada acima (BRASIL, 2011).

Um exemplo de reuso da água proveniente do tratamento dos efluentes nas atividades das marmorarias é constatada no trabalho de Lagemann (2011), onde é realizada

uma comparação na utilização de um tratamento físico com um tratamento físico-químico. Afim de verificar a viabilidade da utilização destes métodos de tratamento de efluentes. Após a análise laboratorial dos efluentes do processo de beneficiamento de rochas ornamentais conclui-se que o processo físico-químico é capaz de garantir níveis aceitáveis para o reuso da água. Através de análise laboratorial e experimentação Lagemann (2011), atingiu um percentual de 97,3% de remoção de sólidos suspensos totais e 99,9% de remoção de sólidos sedimentáveis. Tais resultados permitem que a água separada do efluente através do processo seja reutilizada sem interferir na qualidade do processo.

5 METODOLOGIA

De acordo com Galliano (1986, p. 26), “Ao analisar um fato, o conhecimento científico não apenas trata de explicá-lo, mas também busca descobrir suas relações com outros fatos e explicá-los”.

O conhecimento científico adquirido no processo metodológico tem como intenção clarificar e debater um ocorrido fundamentado na constatação de uma ou mais eventualidades. Sendo assim, trata-se de esclarecer e relacionar com outras situações e elucidar os fatos. Já para Cervo e Bevilacqua (2002, p. 16) A ciência é um modo de compreender e analisar o mundo empírico, envolvendo o conjunto de procedimentos e a busca do conhecimento científico através do uso da consciência crítica que levará o pesquisador a distinguir o essencial do superficial e o principal do secundário”.

Diante dessa confirmação há a indispensabilidade de sistematizar o conhecimento científico, à vista disso a metodologia inicia a ser implantada e amarrada a pesquisa o seu desdobramento. Nesta continuidade, Severino (2000) relaciona a pesquisa sob três dimensões na Universidade:

De um lado, tem uma dimensão epistemológica: a perspectiva do conhecimento. Só se conhece construindo o saber, ou seja, praticando a significação dos objetos [...] assume ainda uma dimensão pedagógica: a perspectiva decorrente de sua relação com a aprendizagem. Ela é mediação necessária e eficaz para o processo de ensino/aprendizagem. Só se aprende e só se ensina pela efetiva prática da pesquisa. Mas ela tem ainda uma dimensão social: a perspectiva da extensão [...]. (SEVERINO, 2000, p. 26).

O desdobramento do presente artigo científico, foi essencialmente por uma pesquisa quali-quantitativa, com finalidade exploratório-descritiva por meio de pesquisa exploratória que de acordo com Minayo (2002), é um aspecto autêntico de investigação de dados numéricos e estatísticos em proveito de uma ponderação de perspectiva.

Portanto, segundo Popper (2003, p. 27) “a tarefa da lógica da pesquisa científica, ou da lógica do conhecimento, é [...] proporcionar uma análise lógica desse procedimento, ou seja, analisar o método das ciências empíricas”. O conhecimento científico pressupõe a preparação superior. Define-se pela existência do acolhimento metódico e sistemático dos elementos da prática sensível. Por meio da classificação, da comparação, da aplicação dos métodos, da análise e síntese, o explorador deriva do contexto social, ou do universo, princípios, normas, regras e preceitos que compõem um conhecimento pontualmente benéfico e ilimitado (FACHIN, 2003, p. 11).

A empresa investigada atua no ramo de indústria e comércio e é responsável por oferecer serviços de beneficiamento de rochas ornamentais, sendo elas o Mármore o Granito e os Sintéticos. A empresa realiza o processo de corte das chapas, o polimento e a montagem no local desejado. Oferece produtos para cozinhas, banheiros, escadarias, revestimentos, pisos, lápides, soleiras. A empresa opera há 33 anos prestando serviços e ofertando produtos. A propensão da empresa deu-se pela ausência de gestão de recursos naturais disponíveis, conforme verificado em visitação.

Foi inicialmente discutidas as práticas gerenciais da empresa juntamente com os administradores, neste momento foi possível delimitar o tema, uma vez que as informações acerca de custos são restritas, a as informações sobre a produção praticamente inexistentes. Deste ponto foram levantadas as informações acerca do tema através da revisão bibliográfica sobre desenvolvimento sustentável e gestão ambiental. Também foi realizada a junta de informações sobre tratamento de efluentes e gestão de recursos hídricos. Foram aferidas as vazões de água nos equipamentos e determinada a vazão dos efluentes e comparadas com as informações técnicas disponíveis na literatura sobre o tema.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Para o dimensionamento de uma estação de tratamento de efluentes do processo de beneficiamento de rochas ornamentais é necessário que sejam levantadas as concentrações de:

- Sólidos Totais (Sst): são todas as substâncias que permanecem em um recipiente após a sua secagem através do aquecimento da amostra até que a massa desta não apresente variação (SABESP, NBR 10466);

- Sólidos sedimentáveis (Ssed): são todas as substâncias que venham a concentrar-se no fundo de um recipiente pela ação da gravidade após um período de tempo (SABESP);
- Sólidos fixos: são todos os sólidos remanescentes de uma amostra após exposta a temperaturas acima dos 550°C (SABESP);
- Sólidos voláteis: são os sólidos evaporados após exposição prolongada de temperaturas de 550°C (NBR 10664; SABESP);
- Sólidos suspensos: são todos os sólidos retidos em um processo de filtração com filtro cuja porosidade seja de 1,2µm (SABESP, NBR 10664);
- Potencial de Hidrogênio (Ph): - é uma escala que determina se uma solução é ácida (concentração de cátions de hidrogênios) ou alcalina (concentração de hidróxidos) (ALMEIDA, 2005);
- Turbidez: é a medida da dispersão de um feixe de luz ao atravessar uma amostra (NUNES 2004).

A classificação do efluente só pode ser dada de maneira definitiva através de análises laboratoriais que terão como objetivo definir as concentrações de sólidos descritos acima. A metodologia mais usual para a análise é descrita no livro *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* o qual descreve o roteiro dos experimentos a serem realizados (APHA, 2005).

Nunes (2004 p.65), alerta que os testes devem ser realizados em laboratórios apropriados para a análise de poluentes e que as coletas das amostras devem ser feitas por pessoas habilitadas. Para que os resultados se mostrem satisfatórios e representem as concentrações de elementos químicos ou físicos, segundo autor, devem ser realizadas no mínimo 3 amostragens, sendo que 5 amostragens satisfazem para determinar a composição dos efluentes de forma efetiva. Devido esse fato, o autor pondera que, para a caracterização do efluente assim como o dimensionamento da estação de tratamento, pode-se utilizar dados de estudos já realizados, desde que sejam atividades semelhantes.

No mesmo sentido aponta três alternativas para a elaboração do projeto sendo a primeira: Sustentar como base, atividades de outras empresas, desde que sejam atividades semelhantes. Em segundo, levantar todas as informações disponíveis possíveis sobre o efluente e por fim caso não seja possível comparar as atividades, realizar simulações laboratoriais a fim de caracterizar a dinâmica do efluente em um determinado processo. Lengmann (2011) obteve os seguintes resultados no tratamento do efluente de uma marmoraria apresentados no quadro abaixo:

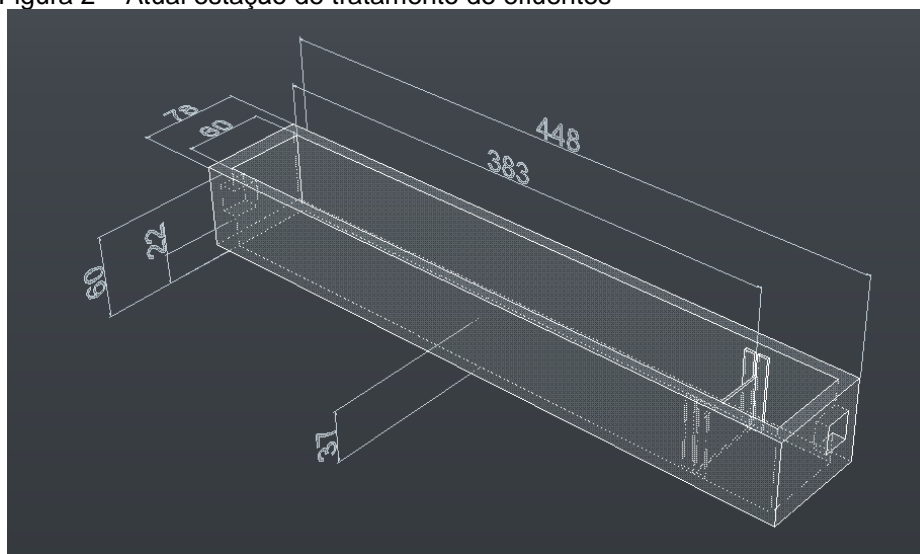
Tabela 1: Percentual de remoção de sólidos do efluente

Tempo de detenção do efluente	0,5 h	2 h	6 h
Sólidos Suspensos Totais	95%	97,30%	97,50%
Sólidos Sedimentáveis	95%	99,90%	99,90%
Turbidez	80	69	46
pH	7,18	7,17	7,2

Fonte: Lengman, 2011

O atual sistema de tratamento de efluentes consiste em um sedimentador de fluxo horizontal de alvenaria que se situa no lado de fora do barracão. A sua área de sedimentação é de 2,29m² e sua uma capacidade para 0,85 m³ de efluentes, conforme pode ser visto na figura 2.

Figura 2 – Atual estação de tratamento de efluentes



Fonte: elaborado pelos autores (2019)

O sistema permaneceu durante um longo período sem manutenção, como pode ser observado, o volume total útil para que ocorra o processo de sedimentação está ocupado pela lama. Foi verificada a total falta de manutenção da estação de tratamento. A empresa não reutiliza a água, apenas realizando mesmo que de maneira ineficiente, o tratamento e o despejo do efluente no corpo receptor localizado dentro do terreno da empresa. A presença de lama no corpo receptor evidencia que o sistema necessita ser redimensionado para atender as normativas já citadas neste texto (OLIVEIRA, 2015).

Além disso, o tempo em que os efluentes permanecem no decantador encontra-se um pouco abaixo do proposto por Lengmann (2011). Para que o efluente permaneça durante 2 horas no sedimentador é necessário que a área útil de sedimentação tenha um volume igual à $1,774\text{m}^3$, para uma vazão máxima de 887 l/h, conforme ilustra a figura 3.

Figura 3 - Estação de tratamento de efluentes

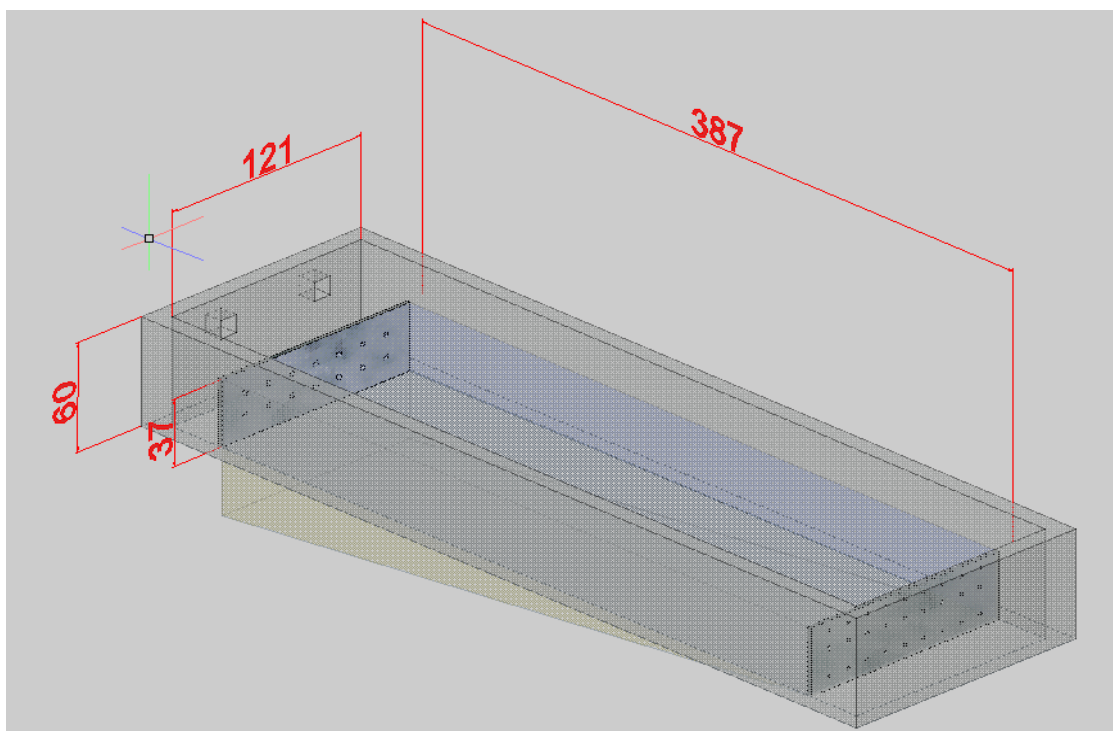


Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Para que seja possível que esta estação de tratamento de efluentes seja funcional, é necessário realizar a sua readequação. Tomando como base as informações contidas no texto de Lengmann (2011) e observando os parâmetros contidos na NBR 12216 e 12209 foi possível chegar a conclusões até certo momento. O layout da estação pode ser concebido, porém, variáveis fundamentais para a determinação exata da dinâmica dos fluidos na estação de mandam de determinação de certos aspectos do efluente tal como a caracterização da geometria das partículas suspensas, densidade destas. Tais informações são fundamentais para determinar as velocidades de deslocamento destas partículas no sistema.

De tal forma, foi possível chegar a uma representação aproximada da estação tendo como base o volume para o tempo de detenção do fluido utilizado por Lengmann (2011). Para um tempo de detenção hidráulica de duas horas e uma vazão de 0,883 m³ de efluentes as dimensões da sedimentação serão semelhantes ao da figura 4.

Figura 4 - Proposta de estação de tratamento de efluentes



Fonte: elaborado pelos autores (2019)

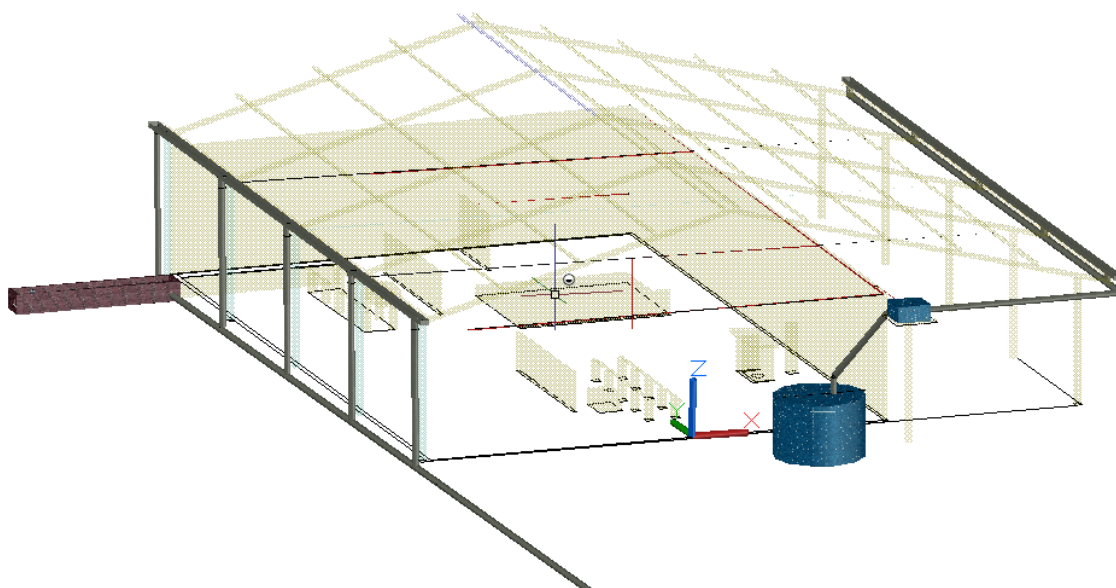
A modificação da estação de tratamento de efluentes pode por a empresa na posição de não demandar mais de água da empresa de abastecimento, uma vez que o reúso da água pode chegar a mais de 90% do volume utilizado (OLIVEIRA, 2015), sendo que as perdas se dão na retenção de umidade na lama abrasiva, lama esta que segundo Santos (2010) tem 66% de seu volume composto por água.

Sendo assim, um volume de 1.130 m³ de água poderiam ser reaproveitados com a correta implantação da estação de tratamento de efluentes somente no último ano. O dimensionamento da estação pode ser validado por um engenheiro ambiental, o qual deve assinar pelo projeto.

6.2 REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PELA EMPRESA

A empresa conta com uma cisterna de 10m³ que podem ser utilizados nos processos de corte e polimento. Esta cisterna é alimentada através do recolhimento de águas pluviais, porém é coletada apenas de uma das goteiras do barracão, conforme exposto na figura 5.

Figura 5 - Planta do sistema de captação de águas pluviais

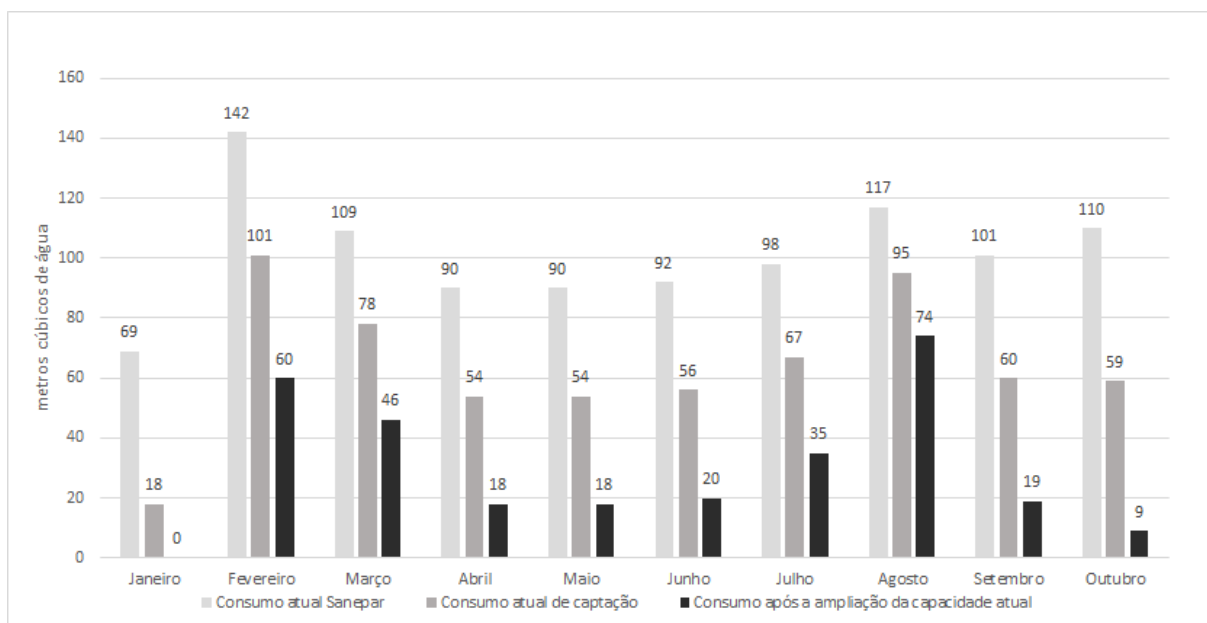


Fonte: elaborado pelos autores (2019)

A figura 5 apresenta a disposição física da empresa com ênfase no sistema de captação de água pluvial que é realizada pelas calhas e tubulações, assim como uma cisterna e uma caixa de água. Neste momento a água da cisterna é utilizada apenas quando o fornecimento da água é cortado por quaisquer motivos pela prestadora de serviços.

Segundo o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) as médias de precipitações anuais para a cidade de Guarapuava variam de 1.800 a 2.000 mm, ou seja, para cada metro quadrado são precipitados de 1800 litros à 2000 litros de água (NITSCHE, 2019). A capacidade de reter as águas pluviais na empresa são apresentadas nos gráficos abaixo e levam em consideração o consumo realizado e as médias mensais de chuva de um período de 40 anos. Os valores referentes a capacidade de aproveitamento de águas pluviais, conforme exposto no gráfico da figura 6, foram obtidos através da relação entre a área total da cobertura e a média de precipitação mensal do município de Guarapuava.

Figura 6 - comparativo de consumo de água

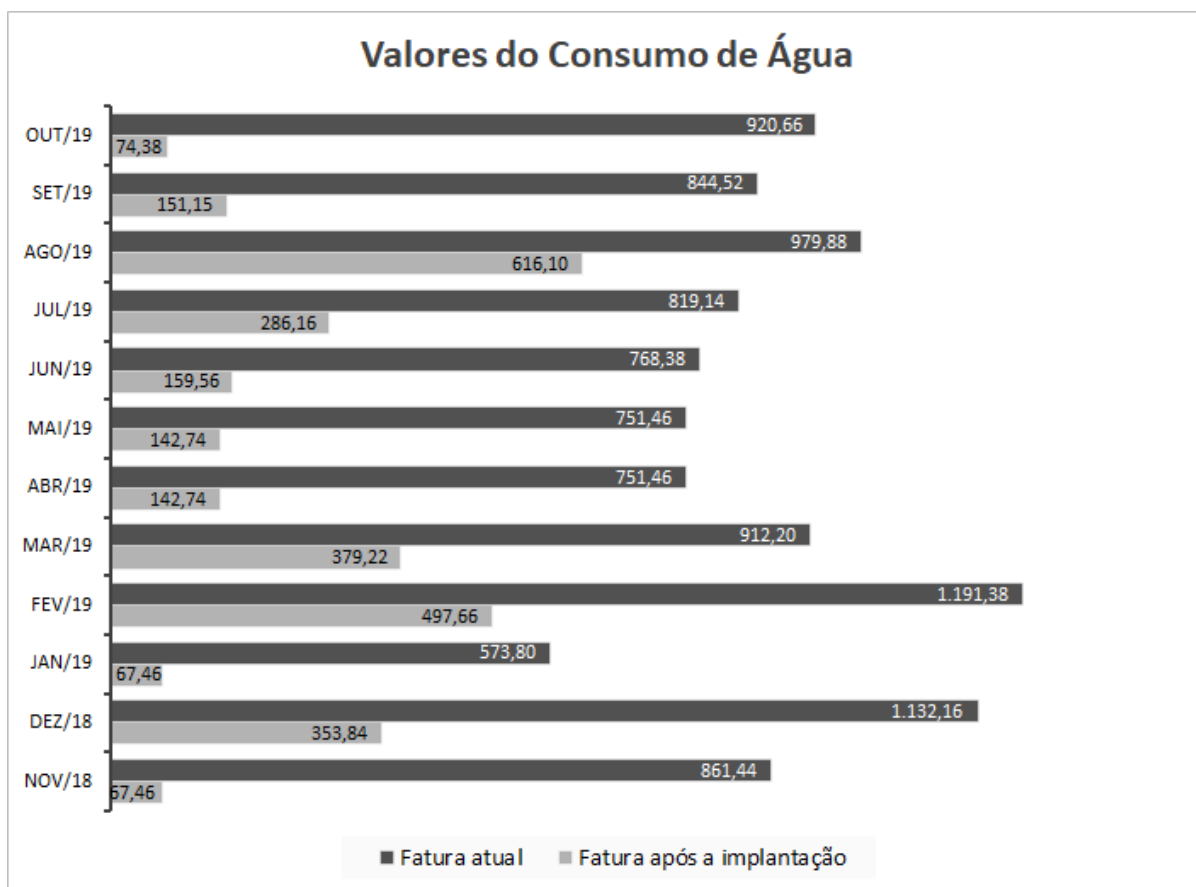


Fonte: elaborado pelos autores (2019)

Nos últimos 10 meses, foram observados o acumulado de consumo de água foi de 1.256m³ de água canalizada do fornecido pela Sanepar, caso a empresa utilizar a capacidade instalada de reaproveitamento de água da chuva existente na empresa ela consumiria 783m³ de água do sistema de abastecimento, ou seja, deixaria de consumir 473m³ deste recurso, porém, com a ampliação do sistema de captação de água da chuva, esta economia chegaria a 912m³.

A avaliação de um investimento determina preceitos de viabilidade, com a finalidade de proporcionar o retorno propício aos proprietários desse capital, permitindo avaliar alternativas (SOARES, 2006). Para que ocorra o aproveitamento de toda a água da chuva que venha ocorrer, é necessário a adaptação do sistema de drenagem com a instalação de mais 36 metros de tubulações de PVC de 200mm de diâmetro, assim como as conexões estilo Joelho 90° e conexões Tê de PVC além da instalação de uma cisterna com capacidade de 10m³. O investimento estimado para a ampliação deste sistema é de R\$5.800,00.

Figura 7 - Provisionamento em (R\$)



Fonte: Elaborado pelos Autores (2019)

Conforme a figura 7 pode-se observar que após a implantação de uma cisterna e a ativação da cisterna já existente, a redução do consumo da água fornecida pela prestadora de serviços é significativa. O valor da redução das faturas chega a 72%.

Conforme citado acima, o valor do investimento é de R\$ 5.800,00 considerando a figura 7 o Retorno sobre Investimento (ROI), será de 26% ao ano sob o valor investido. ROI pode ser facilmente denominado como a “expressão mais simples de medida de retorno de investimento” (KASSAI et al., 2000, p.174).

Ross (2000, p. 218) relata que o “payback é o período exigido para que o investimento gere fluxos de caixa suficientes para recuperar o custo inicial”. O principal benefício do Payback é para consideração do tempo em que o valor investido volta para o investidor, que neste caso o *Payback* será 9,52 que representa 9 meses e 16 dias para obter o retorno do investimento.

Quando o gestor decide onde investir o dinheiro, essa resolução está associada ao nível de risco que se deseja assumir, mediante ao retorno esperado (LIMA, 2004).

Portanto, todo o investidor almeja o maior retorno financeiro, contudo, nem sempre está disposto a assumir os riscos de um investimento.

Ao analisar os dados fornecidos pelas figuras 6 e 7 pode-se verificar que o lucro a partir desta melhoria será de grande impacto financeiro na empresa.

Constata-se que o valor médio com as faturas de água é de R\$ 10.506,48 após a implantação de uma cisterna, e a ativação da cisterna existente esse valor passará a ser de R\$ 2.938,47, que representa 72% a menor. Causando um grande retorno econômico para empresa.

No aspecto sustentável, a empresa deixará de consumir água canalizada fornecida para todo o processo produtivo, diminuindo o impacto sobre os recursos hídricos. Sendo que se a empresa contratar um profissional habilitado para fazer o tratamento de efluentes para aproveitamento de fins potáveis na produção, isso eliminaria o fornecimento de água canalizada pela empresa prestadora de serviços, o que há tornaria uma empresa autossuficiente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo presente trabalho foi possível constatar o estado da crise ambiental em virtude da incorreta utilização dos recursos naturais disponíveis. A visão das perspectivas futuras tanto para sociedade as organizações e o meio ambiente em busca de mudanças destes cenários. São necessárias alternativas para que sejam minimizados os impactos ambientais. Com medidas corretivas pode-se chegar a resultados significativos.

A importância das empresas com o desenvolvimento sustentável e a relação entre as atividades industriais e pela busca de compatibilizar o crescimento nos âmbitos econômico e ambiental, através de ações que possibilitem a redução dos recursos naturais.

Entretanto, estudo realizado na empresa, conclui-se que que é possível encontrar o equilíbrio entre o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável proporcionando retorno financeiro de seus investimentos através de ações mitigadoras e possibilitando a sociedade um ambiente ecologicamente equilibrado.

Após o diagnóstico realizado na empresa, juntamente com o projeto de intervenção, pode-se verificar que o objetivo foi atingido e resultou em um retorno positivo em um curto prazo. A empresa passará a ser autossuficiente no consumo de água potável para fins de produção o que significa que o retorno econômico é proporcional ao desenvolvimento sustentável, concluindo que os projetos são de grande relevância

econômica para a empresa, trazendo resultados elevados e benefícios eminentes ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. 2. ed. -- Brasília: ANA, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10664 Águas - Determinação de resíduos (sólidos) - Método Gravimétrico**. Rio de Janeiro, 1989

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10466 Água mineral e de mesa - Determinação complexométrica de cálcio**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209 Projeto de estação de tratamento de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12216 - projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 1992.

ALBUQUERQUE,. **As relações entre o homem e a natureza e a crise socioambiental**. Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2007.

ALMEIDA, Niza Helena de. **Metodologia para avaliação e qualificação de instrumentos medidores de pH**. Orientador: Percy Nohama. 2005. 167 p. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater**. 21. ed. New York. McGraw Hill, 2005.

BRASIL. **Resolução nº 1** de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Conselho Nacional do Meio Ambiente

BRASIL. **Norma regulamentadora nº 25**, de 8 de agosto de 2011. Resíduos Industriais. Diário Oficial da União, Brasília, ano 2011, p. 139, 8 ago. 2011.

BRASIL. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 2011, n. 92, p. 89, 16 maio 2011.

BRASIL. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 2011, n. 92, p. 89, 16 maio 2011.

BACKER, Paul. **Gestão ambiental**: a administração verde. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 252 p. ISBN 8573030666.

Brito, L. T. de; Srinivassan, V. S.; Silva, A. de S.; Gheyi, H. R.; Galvão, C. de O.; Hermes, L. C. **Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Salitre**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, p.596-602, 2005

CAMPOS, Antonio. **Resíduos: tratamento e aplicações industriais**. In: TECNOLOGIA de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro, 2014. p. 433-492. ISBN 987-85-8261-005-3.

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

DIAS, Ahaniá Zonotelli. **Metodologia de avaliação das práticas de gerenciamento ambiental dos resíduos de empresas de beneficiamento de rochas ornamentais**. Orientador: Prof. Florindo dos Santos Braga, Dr. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. ISBN 9788522462865.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2016. ISBN 9788522421855.

FILHO, Cid Chiodi. **O setor brasileiro de rochas ornamentais**. Associação brasileira de rochas ornamentais, Brasília, jun 2018.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

GALLIANO, Alfredo Guilherme. **O método científico: teoria e prática**. São Paulo: Harbra, 1986.

KASSAI, J. R.; KASSAI, S.; SANTOS, A.; ASSAF NETO, A. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2 a. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LAGEMANN, Frederico Emilio Heller. **Reuso de efluente de marmoraria: Estudo e proposta de modificação do sistema de tratamento de efluentes**. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2011.

LIMA, F. G. **Um método de análise e previsão de sucessões cronológicas unidimensionais lineares e não lineares**. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo, 2004. 228 f. Tese (Doutorado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade: Universidade de São Paulo, 2004.

MARTINS, Antonio Juarez Milmann. **Desenvolvimento de estudos para a elaboração do plano duodecenal (2010-2030) de geologia, mineração e transformação mineral: Análise – Síntese da Geologia Brasileira**. Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Brasília, out 2009.

MARQUES, Ana *et al.* **Revestimento cimentício composto por resíduos da construção civil e lama de mármore e granito**. VII Congresso nacional de gestão ambiental, Campo Grande - MS, novembro 2017.

MARINOSKI, A.K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis, 2007.

MINAYO, M. C. de S. (org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 14. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

NAVES, João; BERNARDES, Maria. **A relação histórica homem/natureza e sua importância no enfrentamento da questão ambiental**. Geosul, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2014v29n57p7/27882>. Acesso em: 20 out. 2019.

NITSCHKE, Pablo Ricardo Nitsche *et al.* **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina - PR: Instituto Agrônômico do Paraná, 2019. 210 p. ISBN 978-85-88184-58-3.

NUNES, José Alvarez. **Tratamento físico-químico de águas residuais industriais**. 3. ed. rev. e aum. Aracaju: Triunfo Ltda, 2001.

OLIVEIRA, Liliane Souza de. **Reaproveitamento de resíduos de marmorarias em compósitos cimentícios**. Orientador: Prof. Dr. Kurt Strecker. 102 f. Dissertação (Pós-graduação) - Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, mar/2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). **A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água: relatório do desenvolvimento humano, 2006**. Nova Iorque: PNUD: Lisboa: Trivona, 2006.

PARANÁ. Resolução nº 70 de 1 de outubro de 2009, **Conselho Estadual de Meio Ambiente – CEMA**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece condições e critérios e dá outras providências, para Empreendimentos Industriais. Diário Oficial da União, Paraná, n. 8068, 1 out. 2009.

PETRELLA, R. (2000) Direito ou mercadoria? A “nova conquista da água”, *Le Monde Diplomatique Brasil*. São Paulo. 01 jan. 2000.

POPPER, Karl Raimund. **A lógica da pesquisa científica**. 10 ed. São Paulo: Cultrix, 2003.

RIBEMBOIM, Jacques. **Mudando os padrões de produção e consumo: textos para o século XXI**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1997. 147 p. ISBN 8573000414.

ROSS, S. A. Princípio de Administração Financeira. 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 2000

SEIFFERT, Mari. **ISO 14001 sistemas de gestão ambiental**: implantação objetiva e econômica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011. ISBN 9788522461523.

SANTOS, Jaqueline Guimarães *et al.* **Caracterização da lama abrasiva gerada nos processos de beneficiamento de granito**: um estudo de caso na Granfuji localizado em Campina Grande - PB. Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente, São Carlos - SP, ed. XXX, out 2010.

SILVA, A.R.V; TASSI, R. **Dimensionamento e simulação do comportamento de um reservatório para aproveitamento de água da chuva: resultados preliminares**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa/PB. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 21 ed. São Paulo: Cortez, 2000.

SILVA, Maria Cristina A da; ANDRADE, Leandro. Boletins SEBRAE: Marmorarias. SEBRAE, 2014. Disponível em: http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/10/2014_08_06_BO_Agosto_ConstrucaoCivil_marmores_pdf.pdf
Acesso em 26 out. 2019.

SOARES, J. A. R. **A análise de risco, segundo o método de Monte Carlo, aplicada à modelagem financeira das empresas**. Porto Alegre, RS: Faculdade de Ciências Econômica. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS. 2006.