

TECNOLOGIA AMBIENTAL E SUAS APLICAÇÕES***ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY AND ITS APPLICATIONS***

Luis Felipe Beneli Duarte Bispo – lfbeneli@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

José Eduardo Freire – jose.freire@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infra.v17i2.985

Data de publicação: 18/12/2020

RESUMO

Com o crescimento exponencial tecnológico, observa-se mudanças constantes em seu desenvolvimento para que possa se adequar, de maneira consciente, ao ambiente e sociedade que dela utilizam. Uma boa administração de um projeto de tecnologia é um ponto importante para sua conclusão e eficiência, evitando assim, possíveis impactos e problemas futuros. Esse artigo tem como objetivo apresentar os resultados da aplicação da tecnologia ambiental em uma empresa de mineração, denominada Vale S.A.. Como metodologia, foi utilizado um levantamento bibliográfico pertinente ao tema e um estudo de caso. As conclusões deste estudo indicam as principais práticas exercidas através de pesquisas e aplicações ao longo do desenvolvimento tecnológico e ambiental, que é de grande relevância na atualidade, visando a solução de problemas, diminuição do impacto ambiental e a inovação nas propostas e processos, contando principalmente com o avanço da tecnologia e a maneira pela qual a mesma é gerenciada. Porém, para atingir objetivos e metas, pode-se observar a constante necessidade de melhorias nos processos já existentes e no desenvolvimento de novos.

Palavras-chave: Tecnologia. Ambiental. Aplicações. Redução. Impacto. Resíduos. Emissões.

ABSTRACT

With exponential technological growth, there are constant changes in its development so that it can consciously adapt to the environment and society that use it. A good management of a technology project is an important point for its completion and efficiency, thus avoiding possible impacts and future problems. This article aims to present the results of the application of environmental technology in a mining company, called Vale S.A.. As a methodology, a bibliographic survey relevant to the topic and a case study was used. The conclusions of this study indicate the main practices exercised through research and applications throughout technological and environmental development, which is of great relevance today, aimed at solving problems, reducing environmental impact and innovating proposals and processes,

mainly counting with the advancement of technology and the way in which it is managed. However, to achieve objectives and goals, one can observe the constant need for improvements in existing processes and in the development of new ones.

Keywords: Technology. Environmental. Applications. Reduction. Impact. Waste. Emissions.

1 INTRODUÇÃO

O mundo de hoje é envolvido por tecnologia. Por sua vez, seu crescimento mal administrado pode acarretar inúmeros problemas ambientais e conseqüentemente afetar a humanidade. Com essa constante evolução, é dever das empresas terem como principal objetivo equilibrar o crescimento, preservando o ambiente com a diminuição da emissão de poluentes e resíduos e o controle do consumo de materiais e energia em suas produções. Na atualidade, o desenvolvimento dos projetos voltados para a tecnologia ambiental a serem implementados nas empresas buscam as melhores práticas para diminuir os impactos, utilizando conscientemente os recursos naturais com um gerenciamento efetivo no controle das atividades e processos.

Segundo Laville (2012), a conscientização dos seres humanos é necessária perante um projeto que contribua com o desenvolvimento tecnológico, mas que por sua vez, seja menos agressivo ao meio ambiente, contribuindo com o atual cenário ambiental. Portanto, um dos focos principais desse trabalho será a demonstração efetiva da necessidade do desenvolvimento de um projeto Tecnológico e Ambiental, demonstrando a compatibilidade de cada um dos lados em sua contribuição e eficiência.

Diversos autores, como Jabbour (2010), Barbieri (2011) e Andrade (2018), descrevem funções colaborativas com o meio ambiente, como a redução de substâncias tóxicas, ações proativas para prever problemas e implementação de tecnologias limpas, tendo como objetivo reduzir a maior parte do impacto causado nas empresas e projetos que lidam e utilizam os recursos naturais. Como grande referência, a Vale S.A. atua na capacidade de desenvolvimento e compatibilidade com as necessidades humanas e ambientais em seus níveis de produção, sendo assim, temos como objetivo utilizar essas aplicações para demonstrar uma evolução tecnológica voltada para área de mineração, refino e exportação, sendo significativamente impactante para os tempos atuais na busca de uma tecnologia limpa, que seja completamente sábia na utilização de recursos naturais, na redução de resíduos e emissões.

2 GESTÃO AMBIENTAL

O termo gestão ambiental, segundo Miranda, Moretto e Moreto (2019) e Santos Junior e Olave (2014), pode ser compreendido como uma forma de administração das atividades econômicas e sociais na maneira racional de utilização desses recursos ambientais, sendo eles renováveis ou não. Geralmente, esse processo ambiental é uma forma de controlar e reduzir os impactos introduzidos em um meio ambiente, ou seja, o procedimento busca o controle administrativo dos processos, como planejamento, direção, controle e um objetivo consolidado pelo órgão que busca os mais positivos efeitos com a implementação de uma boa gestão ambiental.

Os autores Pinheiro e Cardoso (2013 apud FREIRE, 2019, p. 35) esclarecem que na “área de planejamento e gestão ambiental, o conceito de ambiente tem sido empregado de forma ampla, englobando tanto os aspectos de natureza ecológica como os de sociedade humana”. Nesse sentido, a gestão ambiental deve voltar também sua atenção para o processo produtivo nas empresas, com o objetivo de eliminar ou mesmo minimizar as consequências sobre o ambiente, garantindo padrões ecológicos e socialmente aceitáveis de qualidade ambiental e social.

Neste contexto, autores como Barbieri (2011), Andrade (2018) e Freire (2019) discutem sobre o Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) funcionar como uma junção de todas as estratégias, ações e precauções que devem ser tomadas pela empresa com o objetivo de minimizar o impacto de suas atividades na natureza e de melhorar essa a relação entre empresa e os demais agentes, tanto social quanto ambiental. Dessa forma, esse conceito aborda a ideia da reutilização de água em vários processos, como em mineradoras por exemplo, informativos sobre o descarte de materiais e produtos, até recomendações de uso de energia.

No momento no qual a visão é voltada para esse tipo de desenvolvimento, Andrade (2018) aponta que as preocupações ambientais mudaram de foco à medida que o avanço da tecnologia e o conhecimento científico evoluíram, assim como o modo de vida e a necessidade de uma abordagem sustentável nos processos. Com isso, fazendo da questão ambiental um assunto que preocupa a humanidade, e dessa forma, se aproximando cada vez mais do conceito de modernidade empresarial.

Essa forma de gestão voltada ao controle do consumo de recursos naturais e resíduos, segundo Ferreira e Faria (2005), gerou novos olhares para o setor econômico, com um intuito

de competitividade empresarial. No entanto, para que haja uma adaptação adequada e que o processo de redução e nivelamento possa sobreviver com o mínimo de impacto, o nível de pesquisa e gerenciamento para aceitação e implantação desse tipo de procedimento é alto.

Autores como Barbieri (2011 apud BÁNKUTI e BÁNKUTI, 2014, p. 174), apontam três perspectivas da gestão ambiental empresarial, sendo elas: o controle da poluição, que são soluções tecnológicas típicas para controlar a poluição sem alterar significativamente os processos e a produção, podendo ser uma tecnologia de remediação ou uma tecnologia de controle no final do processo. A segunda perspectiva se dá pela prevenção da poluição, que requer mudanças nos procedimentos e nos produtos para reduzir ou eliminar resíduos antes que eles sejam produzidos e lançados ao meio ambiente. Já a visão estratégica, essa última, para o autor, trata de uma abordagem mais avançada, em que prevalecem ações proativas e antecipatórias, com envolvimento permanente e sistemático da alta gerência, para alcance de vantagens competitivas e incremento da competitividade. Dentro de tais abordagens estratégicas devem existir atividades ambientais disseminadas por toda a organização e ampliação de ações e práticas ambientais ao longo de toda a cadeia produtiva. A empresa, nesse caso, deve buscar alavancar oportunidades de mercado e neutralizar ameaças decorrentes de questões ambientais.

Na expectativa de um balanceamento e foco das empresas na qualidade de seus processos ambientais, em 1996 a série de normas internacionais ISO 14000 foi destacada como um dos fundamentos básicos dos sistemas de gestão ambiental. Em coerência com a norma ISO-14001, o desempenho empresarial pode ser mensurado através da melhoria e o avanço nas capacidades de produção e implementação com a prevenção e diminuição nos resíduos, descartes e no nível de impacto ambiental e seu relacionamento social. Na constituição Federal, existe um conteúdo normativo abordando o direito ambiental. O Artigo 225 se refere ao equilíbrio ecológico como uso de todos, sendo assim, tendo como dever a coletividade na defesa e preservação dele, para o período atual e futuro. (FONTENELE; GUIMARÃES; SÁBIA, 2006)

Para determinar e executar corretamente os procedimentos para implementação de tal projeto, um diagnóstico das áreas que geram resíduos e poluentes no geral deve ser feito para ter uma visão macro, tanto da qualidade, como do tipo, nível de toxicidade e características, quanto da quantidade emitida ou de possível emissão. Nessa etapa também deve ser feita uma coleta de informações dos principais fluxos de dados sobre os materiais e energia já utilizados

atualmente, assim como os documentos de órgãos ambientais que tratem da entrada e saída de resíduos e emissões, dando estrutura inicial para informações futuras. Dentre outras etapas que devem ser percorridas, a identificação de técnicas de produção limpa torna-se um ponto extremamente objetivo, indicando exatamente a tecnologia necessária para ser aplicada na implementação relacionada aos dados já obtidos anteriormente.

3 TECNOLOGIA AMBIENTAL

Na pesquisa elaborada por Jabbour (2010), são apresentadas três definições sobre tecnologia ambiental como mais apropriadas e completas. Na primeira delas, pode-se afirmar que as tecnologias ambientais estimulam a melhoria de processos, produtos e serviços, por meio da adequação na utilização e conservação de matérias-primas e energia, reduzindo o consumo de substâncias tóxicas, desperdícios de recursos naturais e geração de poluição durante o ciclo produtivo. Seguindo sua proposta de definição, a segunda indica que as tecnologias ambientais podem ser definidas como a integração entre as técnicas de *design*, equipamentos e procedimentos operacionais que podem limitar ou reduzir os impactos ao meio ambiente. Já na última definição, destaca-se que as tecnologias ambientais são compreendidas muitas vezes como sendo apenas um *hardware* ou *software* que se relaciona com o desenvolvimento de produtos e processos verdes, que por sua vez, envolvem tecnologias que reduzem o consumo de energia e tendem a prevenir a poluição e aumentar a reciclagem e descarte de resíduos.

Em sua pesquisa, Jabbour (2010) define que as propostas de inovação em tecnologia ambiental englobam uma variedade de definições, cuja interpretação determina o tipo de tecnologia ambiental que será escolhida para desenvolvimento. Isso porque, a geração de rupturas radicais nesse campo depende de um esforço inovador superior ao exigido para o desenvolvimento de abordagens incrementais, além de apresentar um risco maior para empresas desenvolvedoras e poder ser mais contestada por alguns grupos de stakeholders.

Os autores, Santos, Neves, Pimentel e Carrieri (2006) propõem que a existência de uma tecnologia ambiental em uma empresa é voltada para a área econômica e não ecológica, na qual a objetividade seria criticar as tecnologias ambientais dentro de uma perspectiva funcional na sociedade capitalista.

Em sua pesquisa, Santana (2012) discute sobre a utilização da tecnologia ambiental e seu enfoque na contribuição para soluções de problemas socioambientais e não só econômicos,

onde o atual contexto de elevado crescimento econômico, sem limites relacionados às questões socioambientais, a inovação tecnológica deve ser adotada não apenas como meio de acelerar ainda mais a produção e incentivar o crescimento econômico. Principalmente, deve ser adotada como fomentadora de novas alternativas de produção. Sendo assim, ter como objetivo a causa mínima de impactos na natureza, permitindo que os países continuem a produzir sem ameaçar o planeta.

Envolver ferramentas, instrumentos, equipamentos e sistemas de gestão para mensurar e determinar controles ambientais é uma tecnologia que tem como objetivo fornecer uma gama confiável de opções para a tomada de decisões sobre a qualidade do meio ambiente, em um conjunto de processos e materiais que foram desenvolvidos para neutralizar os impactos gerados durante o ciclo produtivo, sem necessariamente, implicar modificações nos processos originais, tornando-se uma tecnologia de controle de poluição.

Segundo Andrade (2018) essas tecnologias que reduzem os custos de produção através de economia em matérias-primas e energia, possuem também, a capacidade de limitar as descargas, evitando a produção de produtos secundários e reduzindo os riscos de poluição acidental e da transferência de poluição entre ambientes físicos. A capacidade em observar e identificar possíveis mudanças tecnológicas dentro de uma empresa, é um diferencial que pode implicar diretamente na diminuição de resíduos e desperdício de matéria-prima. Algumas tecnologias têm essa capacidade de redução e economia, conhecidas como tecnologia limpa¹.

A respeito das modificações empreendidas para minimizar ou até mesmo eliminar qualquer efeito prejudicial que um processo pode gerar no meio ambiente, as tecnologias mais limpas ou de prevenção da poluição diferem-se das tecnologias de controle da poluição por requererem uma perspectiva holística de como podem ser reduzidos os impactos ambientais de um processo ou produto. As tecnologias ambientais que de fato têm um impacto nulo não geram impacto algum durante seu processo de desenvolvimento e utilização, sendo algumas delas voltadas mais para a área de biotecnologia. (FONTENELE, GUIMARÃES e SÁBIA 2006)

Para que a aplicação tenha uma efetividade completa dentro de um procedimento de implementação envolvendo a tecnologia ambiental, na maioria das vezes, pode ser um processo longo por sua mudança aplicada dentro de um fluxo já existente no ambiente onde será inserida.

¹ **Tecnologias Limpas**, são as práticas que previnem ou minimizam problemas ambientais, tais como o elevado consumo de insumos, a poluição e a geração de resíduos.

Sendo assim, deve-se observar seus objetivos de melhoria pelos pontos de mudança possíveis desde antes da ideia de aplicar um procedimento tecnológico.

4 CARACTERIZAÇÃO DA VALE S.A. NA QUALIDADE DA REDUÇÃO DE EMISSÕES E RESÍDUOS

4.1 Descrição da empresa

De acordo com o site brasileiro da Vale S.A., a própria é uma empresa privada no mercado de minério de ferro e pelotas, manganês e ferroligas no Brasil. Atualmente, a empresa tem presença em cerca de 30 países, compartilhando e transformando recursos naturais em prol do desenvolvimento sustentável. Dentre outras funcionalidades, a Vale S.A. também atua na logística de ferrovias, portos, geração de energia e siderurgia, operando em 14 estados brasileiros e em cinco continentes e possui cerca de dois mil quilômetros de malha ferroviária e nove terminais portuários próprios. No Brasil, os minérios são explorados por quatro sistemas integrados compostos por mina, ferrovia, usina de pelotização e terminais marítimos no Norte, Sul e Sudeste. Em 2016, o projeto Complexo S11D Eliezer Batista (S11D) foi iniciado no Pará, uma usina construída fora da floresta, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais, e que produz um minério com qualidade superior ao produzido no Sistema Sul e Sudeste. Cerca de 5% de toda a energia produzida no Brasil é consumida pela Vale S.A..

4.2 Descrição dos problemas

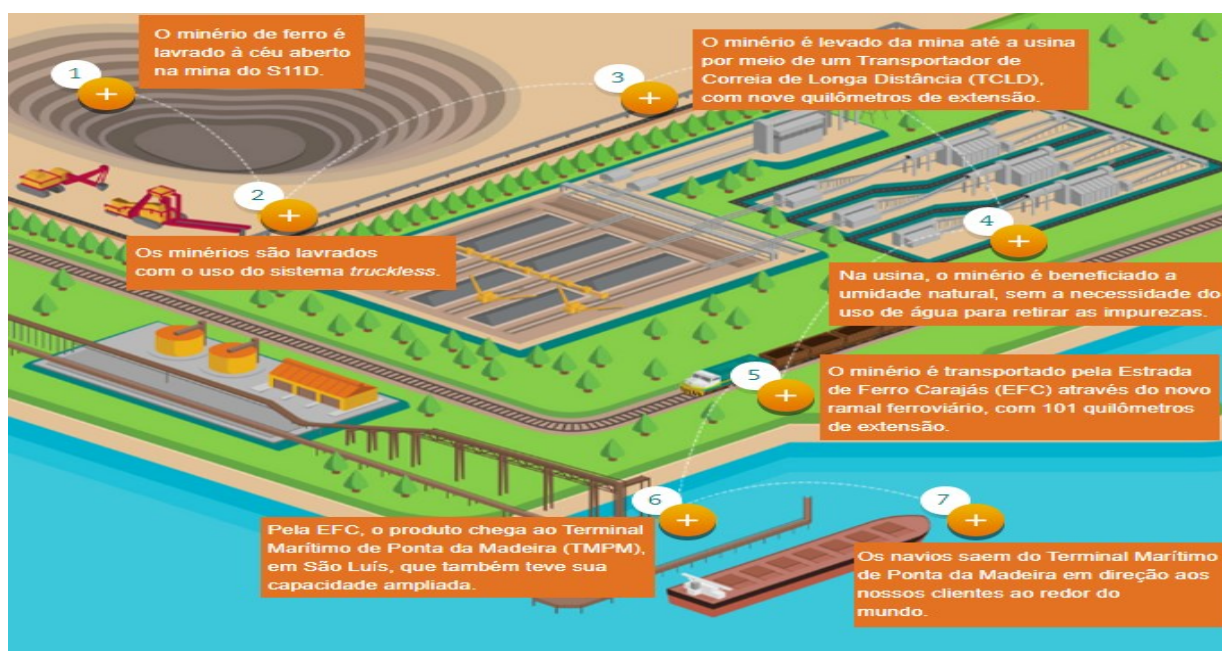
Com a alta produtividade e o crescimento empresarial, a necessidade de avaliar e melhorar o desempenho na produção deve evoluir paralelamente. Em Carajás, no Pará, a empresa dependia de vários fatores na extração, lavragem, transporte entre a lavra e a usina, limpeza do minério, transporte até o porto e enfim a exportação. Todos esses fatores eram feitos de forma separada, porém consumindo diversos recursos naturais de forma desnecessária e em larga escala, tendo um rendimento de tempo menor e a emissão e descarte de resíduos acima do necessário. Não sendo um processo completamente automatizado e controlado, havia além

do consumo excessivo de recursos energéticos, o mesmo consumo nas funções de qualquer tipo demanda de produção e a probabilidade de erros nos processos era bem maior.

4.3 Estratégia adotada e tecnologia implantada

A tecnologia ambiental no projeto S11D (Complexo S11D Eliezer Batista) implementado em Carajás, no Pará, sendo uma inovação de sustentabilidade, aproveitamento de recursos e diminuição de emissão e resíduos desde a extração dos minérios até a exportação dos materiais, além de favorecer a competitividade do minério brasileiro, o projeto traz soluções modernas e sustentáveis, com redução do consumo de diesel e beneficiamento a umidade natural, sem uso de barragens de rejeitos. Os investimentos em inovação, aliados à experiência da Vale S.A. no setor, possibilitam uma operação de maior eficiência e menor impacto ao meio ambiente, como pode ser visto na Figura 1: Complexo S11D.

Figura 1: Complexo S11D.



Fonte: Vale S.A. (2016)

Utilizando o sistema nomeado *Truckless*², cujo processo utiliza escavadeiras e britadores que lavram os minérios da terra e depois alimentam as correias com cerca de 30 quilômetros e as transportam para o próximo estágio.

Dentre os diversos processos, o beneficiamento com umidade natural utilizada do próprio minério na remoção de impurezas e a modularização das usinas, especificamente criada para tal projeto, foi possível que um sistema avançado de automação e controle fosse implementado, se adaptando principalmente a gestão dos suprimentos de matéria prima de acordo com as demandas do processo e o uso inteligente dos recursos energéticos de acordo com as demandas de processo.

Para um acompanhamento em tempo real da área completa, o monitoramento feito por drones possibilita o levantamento das condições do ambiente, com agilidade e precisão, de todas as atividades topográficas do local planejando a curto prazo o condicionamento dos processos.

4.4 Resultados

Com a implementação de tal projeto no S11D, a empresa conseguiu diminuir consideravelmente a utilização de caminhões no transporte da carga, eliminando alguns resíduos como pneus, filtros e lubrificantes e reduzindo o consumo de combustível e o de água, que é equivalente ao abastecimento de uma cidade de 400 mil habitantes. Segundo o levantamento organizacional e ambiental Vale S.A., destacados anualmente no Relatório de Sustentabilidade, houve redução na emissão de gases do efeito estufa, aumentando também em 30 anos a vida útil de uma mina, gerando 300 milhões de toneladas a mais de minério, e uma redução no consumo de energia elétrica utilizada pela demanda de cada processo. Com essa linha de procedimentos, houve a adição de simuladores de treinamento para os operadores dos vagões de minério, sendo uma importante ferramenta para o desenvolvimento, como apresentado na Tabela 1: Beneficiamento.

Tabela 1: Beneficiamento

Consumo	Valores (ano)
Redução no consumo de água	93%

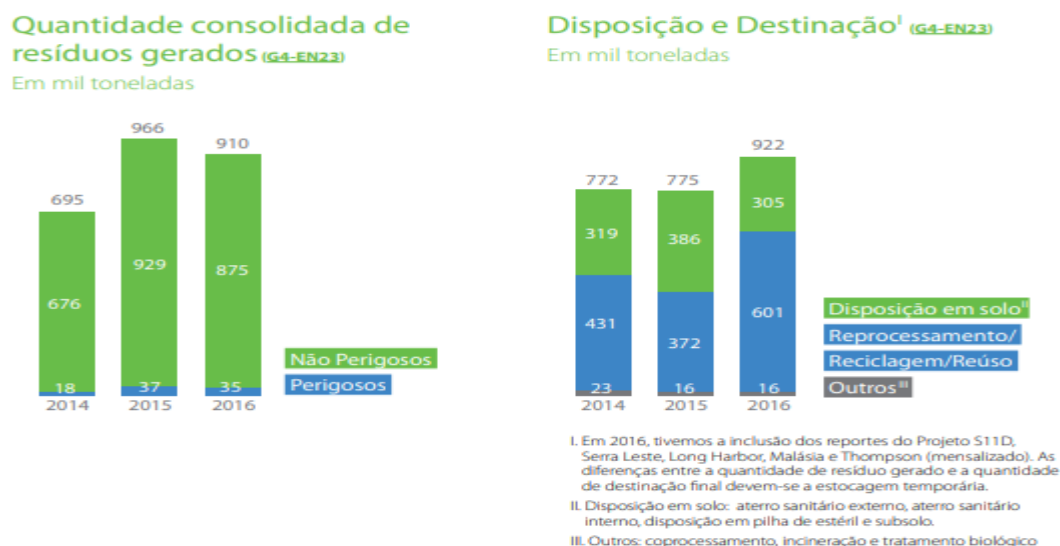
² Um sistema de manuseio de minério de ferro, canga e estéril, que não utiliza caminhões fora de estrada, este é o **Truckless**, eficiência, inovação e sustentabilidade ao Projeto S11D, no Sudeste do Pará.

Redução no consumo de diesel	70%
Economia de eletricidade	18 mil Megawatts hora
Redução nas emissões	50%

Fonte: Autoria Própria (2020)

Dentre os principais resultados anteriores entre as aplicações do projeto S11D e de alguns benefícios no consumo, tratados na Tabela 1, juntamente com alguns outros projetos apresentados no Relatório de Sustentabilidade de 2016, a listagem representada pelo gráfico à seguir é referente a redução, controle e descarte de resíduos de minério demonstrados na Figura 2: Resíduos e Destino, que também faz parte a implementação do projeto S11D.

Figura 1: Resíduos e Destino



Fonte: Vale S.A. (2016)

Após observar o grande impacto causado pela falta de controle nos processos e consumo dos recursos, sendo uma empresa inserida em um ambiente bastante complexo no que diz respeito às leis ambientais, as estratégias aplicadas na solução dos problemas trouxeram diversos benefícios e melhorias na gestão ambiental e nos procedimentos decorrentes de cada um dos setores. Ambos os projetos tiveram problemas com situações parecidas, se tratando de fatores na mineração, porém, cada um deles apresentou uma solução diferente na resolução de cada uma delas. A inclusão de cada otimização de cada projeto, por fim, rendeu benefícios como um todo, que podem e foram aplicados em diversas situações dentro de outros processos que têm como necessidade a melhoria na preservação dos recursos naturais, diminuição de emissões e descartes de resíduos.

5 CONCLUSÃO

Ao realizar este estudo, foi representado um cenário no qual se projetava um desenvolvimento das tecnologias ambientais e suas formas de gestão e aplicação com um embasamento teórico, voltados para a solução de problemas, entre eles, a redução de impactos ambientais, do consumo de recursos naturais, emissões, descartes de resíduos, reutilização de água e economia de energia.

Entre os problemas apresentados, com o uso da tecnologia houve a possibilidade de reduzir ao máximo os efeitos negativos causados pelo excesso da exploração dos recursos naturais nos processos de mineração e afins dentro de uma empresa como a Vale S.A.. Juntamente com a tecnologia adquirida no decorrer dos projetos implantados para cada solução, destacou-se a forma de gestão tecnológica para cada processo que foi aplicada pela empresa, podendo assim assumir a eficácia de um bom sistema como estratégia na tomada de decisão na inclusão de procedimentos que contribuam positivamente com o meio ambiente.

É importante destacar que esse tipo de tecnologia e gestão de recursos aplicadas, são um salto evolutivo dentro de qualquer empresa, demonstrando a excelência e competitividade na área de atuação. Porém, muitas vezes a falta de um bom gerenciamento dos processos atuais da empresa para verificar se está de acordo com o que será implementado é falho. A gestão ambiental caminha ao lado da tecnologia na aplicação de novos recursos para otimizar os processos em uma empresa e conseqüentemente, reduzir todo tipo de impacto ambiental que pode ser ocasionado, melhorando o desempenho atual e os problemas como emissão, resíduos e consumo de recursos naturais sem necessidade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Eros Gusmão. **O uso de tecnologias limpas como forma de controle da geração de resíduos nos processos de produção de café**. Faculdade Independente do Nordeste (FAINOR), 2018. Disponível em: <<https://monografias.brasile scola.uol.com.br/agricultura-pecuaria/o-uso-tecnologias-limpas-como-forma-controle-geracao-residuos.htm>> Acesso em: 15 set. 2020.

BANKUTI, Sandra Mara Schiavi; BANKUTI, Ferenc Istvan. Gestão ambiental e estratégia empresarial: um estudo em uma empresa de cosméticos no Brasil. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 21, n. 1, p. 171-184, Mar. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2014000100012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 Oct. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2014000100012>

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2008.

FREIRE, José Eduardo. **Desenvolvimento de um sistema eletrônico de gestão ambiental de resíduos sólidos – siscors – para empresas de pequeno porte alinhados com a estratégia organizacional**. 2019. 369 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia Ambiental, Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2019.

FERREIRA, Juliene Barbosa; FARIA, Adriana Ferreira. **Gestão ambiental como incentivo à implantação de inovações tecnológicas: um estudo para a cadeia produtiva do couro**. In: Anais do XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP 2005). Porto Alegre, RS, Brasil, 29 outubro a 01 de novembro de 2005.

JABBOUR, Charbel José Chiappetta. **Tecnologias ambientais: em busca de um significado**. Revista de Administração Pública RAP, Rio de Janeiro, 2010.

SANTOS JUNIOR, José Evanlito dos; OLAVE, Maria Elena Leon. **A Gestão Ambiental e os seus Benefícios Econômicos: Um Estudo de Caso na Usina de Beneficiamento de Laticínios Santa Maria Ltda**. In: Anais VIII Encontro de Estudos em Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas (EGEPE). Goiânia, GO, Brasil, 24 a 26 de março de 2014.

LAVILLE, Élisabeth. **A Empresa Verde**. São Paulo: Editora Ote, 2009.

MIRANDA, Bruno; MORETTO, Izabela; MORETO, Rafael. **Gestão Ambiental nas Empresas**. 2019. Disponível em: <<https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/18-gestao-ambiental.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2020.

SANTANA, Naja Brandão. **Crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e inovação tecnológica: uma análise de eficiência por envoltória de dados para os países do BRICS**. 2012. Tese (Doutorado em Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento) - Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2012. doi:10.11606/T.18.2012.tde-11102012-094514. Acesso em: 01 set. 2020.

SANTOS, Deborah Oliveira. Et al. **Sistema de gestão ambiental, sustentabilidade e vantagem competitiva: em busca de uma convergência**. 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr520346_7976.pdf>. Acesso em: 30 set. 2020.

VALE. **Sobre a Vale**. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 28 ago. 2020.

VALE. **Complexo S11D Eliezer Batista**. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/business/mining/Paginas/s11d.aspx>>. Acesso em: 29 ago. 2020.

VALE. **Relatório de Sustentabilidade 2016**. 2016. Disponível em: <<http://www.vale.com/PT/investors/information-market/annual-reports/sustainability-reports/Sustentabilidade/relatorio-de-sustentabilidade-2016.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2020.