

OS IMPACTOS AMBIENTAIS NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA COQUERIA NA CIDADE DE CRICIÚMA: UMA ANÁLISE A PARTIR DE UM PROJETO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Célio DESCHAMPS¹; Paula Tramontim PAVEI²

¹Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC), deschamps.celio@gmail.com; ²Universidade do Extremo Sul Catarinense, ptp@unescc.net

RESUMO

Com a máquina a vapor e a queima de combustível, principalmente a partir da Revolução Industrial, a modernidade e o processo produtivo das empresas cresceram de forma significativa. Paralelo a isso, veio também os problemas ambientais, que, por muito tempo, ficaram à margem do sistema econômico mundial. Somente no final do século passado é que acordos e políticas de proteção ambiental começaram a surgir, visto a consciência da importância da natureza à vida do homem. Diante disso, algumas empresas começaram a se mobilizar para tornar a sua linha de produção mais limpa, por meio de projetos de implantação de P+L (produção mais limpa). Este presente trabalho, portanto, tem como objetivo identificar os impactos ambientais envolvidos na produção de coque de uma coqueria, localizada no município de Criciúma, em Santa Catarina, por meio de um projeto de produção mais limpa, a fim de propor melhorias na eficiência da sua linha de produção, sem colocar em risco a sociedade, o meio ambiente e a comunidade ao entorno da empresa. A escolha do objeto de estudo se justifica pelo fato de o carvão ser, historicamente, o berço da economia do município de Criciúma. A pesquisa é qualitativa e de natureza exploratória, sendo as teorias abordadas à luz das etapas de implantação de um projeto de P+L defendidas na CNTL (2003) e CEBDS (2009). Constatou-se que em todas as etapas de produção há a geração de resíduos. O processo de mistura é o menos agressivo ao meio ambiente, enquanto a etapa de forno é a mais agressiva, pois a queima de carvão libera quantidades significativas de material particulado, dióxido de carbono, hidrocarbonetos e dióxido de enxofre, os quais contribuem para a deterioração da qualidade do ar e intensificam fenômenos como o aquecimento global e a geração de chuva ácida. Dos aspectos ambientais identificados, os mais significativos foram: geração de ruídos, emissões atmosféricas, efluentes, calor e consumo de combustível. E os principais impactos ambientais gerados na produção de coque foram a contaminação do solo, poluição do ar e contaminação hídrica. A partir disso, ao final do artigo, sugestões de produção mais limpa para combater a contaminação do solo, do ar e da água, impactos estes identificados na linha produtiva do coque, foram apresentados à alta gerência da empresa estudada, havendo, assim, interesse dos empresários em incluir na pauta da próxima reunião do plano de investimento anual a implantação desta ferramenta de gestão ambiental no processo.

Palavras-chave: Produção mais limpa. Coque. Aspectos ambientais. Impactos ambientais. Meio Ambiente.

ABSTRACT

With the steam machine and the fuel burn, mainly starting from the Industrial Revolution, modernity and the productive process of the companies grew in a significant way. Along with this, the environmental problems started, which had stayed out of the world economic system. Only in the last century environmental agreements and policies started emerging, due to the awareness of the importance of nature to human life. In face of this, some companies started turning their production line cleaner through implantation projects of +CP (cleaner production). This work aims at identifying the environmental processes involved in the coke production of a small cookery situated in Criciúma, in Santa Catarina, through a cleaner production project in order to propose improvements in the efficiency of its production line without putting society, environment and surrounding community at risk. The choice of the study object is justified by the fact that coal must be, historically, the cradle of the economy of Criciúma. The research is qualitative and of exploratory nature, and the theories are approached based on the implantation stages of a cleaner production project defend at CNTL (2003) and CEBDS (2009). It was observed that in every production stage there is a waste generation. The mixture process is the least aggressive to the environment, while the oven stage is the most aggressive, because the coal burn releases significant amounts of material, carbon dioxide, hydrocarbonates and sulphur dioxide, which contribute for the quality deterioration of the air and intensify phenomena such as global warming and generation of acid rain. Among the identified environmental aspects, the most significant ones were: noise generation, atmospheric emissions, effluents, heat and fuel consumption. And the main environmental impacts generated in the coke production were ground contamination, air pollution and hydro pollution. Based on this, at the end of the article, suggestions of

cleaner production to fight water, air and ground contamination, which were identified in the coke productive line, were presented to the top management of the studied company, thus motivating businesspeople to include in the agenda of the next yearly investment plan the implantation of this environmental management tool in the process.

Key-Words: *Cleaner production. Coke. Environmental aspects. Environmental impacts. Environmental.*

1 INTRODUÇÃO

Com o advento da modernidade, o sistema econômico mundial se fortaleceu, especialmente por a máquina a vapor facilitar os processos produtivos das empresas durante a Revolução Industrial. Historicamente, esse fato não só trouxe progresso à economia, mas também impactos ambientais, que, durante anos, ficaram à margem do dinheiro e do desenvolvimento.

A partir do final do século passado, com publicações e conferências, como a Eco 92 e o Protocolo de Kyoto, preocupações com as causas ambientais surgiram, visto a consciência da importância da natureza à vida humana na terra.

Diante disso, algumas empresas e organizações estão se adequando, seja por fatores de consciência ou por legislação, às causas ambientais. Para tal efeito, uma das formas de minimizar e, até mesmo, eliminar a geração de resíduos em processos produtivos industriais é a implantação de projetos de Produção Mais Limpa, cujo objetivo é aumentar a eficiência na linha de produção e reduzir os riscos à sociedade e ao meio ambiente.

Este trabalho objetiva identificar os impactos ambientais envolvidos na produção de coque de uma coqueria, localizada no município de Criciúma, em Santa Catarina, por meio de um projeto de Produção Mais Limpa, a fim de propor melhorias na eficiência da sua linha de produção, sem colocar em risco a sociedade, o meio ambiente e a comunidade ao entorno da empresa. Portanto, o problema que a norteia é: quais impactos ambientais estão envolvidos na produção de coque de uma coqueria na cidade de Criciúma?

A escolha deste problema, bem como objetivo, justifica-se pelo fato de, por muito tempo, a mineração ter sido a ponta forte da economia do município de Criciúma, isto é, devido à importância da atividade de extração e coqueificação de carvão na região.

Para alcançar este objetivo, o presente trabalho está dividido em capítulos, a saber sobre a

organização: o primeiro se constitui desta parte introdutória. Na segunda parte, são apresentados os referenciais teóricos. A terceira seção explana os procedimentos e métodos utilizados para desenvolver esta pesquisa. No capítulo seguinte, os resultados são apresentados, bem como as soluções para minimizá-los. Por fim, o quinto capítulo é constituído das considerações finais, seguidas das referências bibliográficas utilizadas.

Esta pesquisa não tem o objetivo de esgotar as análises referentes à Produção Mais Limpa de coque, mas viabilizar futuras discussões sobre a temática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A partir do Século XVIII, com a Revolução Industrial, em que o trabalho artesanal passou a ser substituído por máquinas e pela queima de combustíveis, pôde-se observar que, além de todo um crescimento econômico, houve alterações ambientais, visto a alta emissão de gás carbônico, queimadas e desmatamento, que, por muito tempo, foram justificadas pelo progresso mundial. Contudo, em tempos atuais, onde a humanidade passa por sérios problemas ambientais, tal justificativa já não pode mais ser aceita, visto que se sabe da importância dos recursos naturais à sobrevivência humana.

Diante disso, as empresas passaram a monitorar sua produção, buscando uma integração entre as práticas socialmente responsáveis e ambientalmente corretas às técnicas tradicionais de produção e de gestão do setor industrial (FIGUEIREDO, 2004). Diante deste contexto, surge o que se chamada de produção mais limpa, que, conforme Lemos (1998), propõe a aplicação continuada de uma estratégia ambiental preventiva, a fim de aumentar a eficiência e reduzir os riscos à sociedade e ao meio ambiente.

Conforme a CNTL (Centro Nacional de Tecnologias mais Limpas, 2003), em sua cartilha sobre a implantação de programas de produção mais limpa, produção mais limpa é a aplicação de

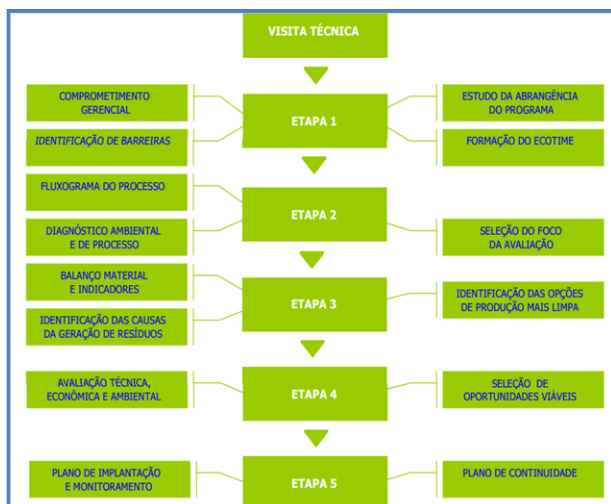
uma estratégia técnica, econômica e ambiental integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, por meio da não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas, com benefícios ambientais, de saúde ocupacional e econômica.

Conforme Fernandes (2001), a produção mais limpa pressupõe quatro atitudes básicas, a saber: a primeira é a busca pela não geração de resíduos. Já segunda atitude proposta pela produção mais limpa é a minimização da geração dos resíduos, isso quando o primeiro conceito não se pode aplicar integralmente. O reaproveitamento dos resíduos no próprio processo de produção é a terceira atitude defendida pela produção mais limpa; enquanto a quarta alternativa para a produção mais limpa é a reciclagem, com o aproveitamento das sobras ou do próprio produto para a geração de novos materiais.

Portanto, empresas que têm como objetivo o monitoramento da sua produção, a fim de que ela cause pouco dano às pessoas e ao meio-ambiente, podem se valer de projetos de implantação de produção mais limpa, que, segundo a CNTL (2003), pressupõe o diagnóstico do processo produtivo de uma empresa para avaliar os impactos ambientais da produção, apresentando soluções que possam ser abraçados pela organização.

Conforme a CNTL (2003), a implantação de um projeto de produção mais limpa está retratada na Figura 1:

Figura 1 – Etapas para a Implantação de um Projeto de Produção mais Limpa.



Fonte: CNTL (2003, p. 19)

A partir da Figura 1, subentende-se que o primeiro passo, antes da implantação de um projeto de produção mais limpa, é uma visita técnica, que consiste na “[...] pré-sensibilização do público-alvo (empresários e gerentes), fazendo a exposição de casos bem sucedidos, ressaltando seus benefícios econômicos e ambientais” (CNTL, 2003, p. 18).

Após a visita técnica, a organização já poderá implantar um programa de produção mais limpa, seja por meio de instituições especializadas neste assunto, das quais poderá receber um apoio e orientação, ou por meio de metodologia própria. Um programa de implantação de produção mais limpa obedece a algumas etapas que estão apresentadas nos próximos tópicos do presente trabalho.

2.1 PRIMEIRA ETAPA DE UM PROJETO DE P+L

Conforme a CNTL (2003), a primeira etapa para a implantação de um projeto de produção mais limpa consiste no comprometimento gerencial. O empresário precisa que o programa de produção mais limpa “[...] aconteça em sua organização. Mais do que querer, ele precisa apoiar os funcionários para que o programa deslanche” (CEBDS, 2009, p. 9).

Ainda nesta primeira parte de implantação, deve-se preocupar também com a conscientização e sensibilização dos funcionários, isto é, deve-se estabelecer a amplitude do programa de produção mais limpa na empresa, o que consiste em definições em conjunto, e não restrito a uma determinada área/setor da organização (CEBDS, 2009).

Além disso, é preciso observar as barreiras existentes à implantação de um projeto de produção mais limpa, a fim de que se busquem soluções para superá-las e que o programa tenha um bom andamento.

Após essas ações, a formação de um *ecotime* se faz necessária. Segundo a CNTL (2003, p. 20), o *ecotime* é “um grupo formado por profissionais da empresa que tem por objetivo conduzir o programa de produção mais limpa”, além de realizar diagnósticos, implantar e monitorar o programa, identificar oportunidades e medidas e dar continuidade aos projetos.

2.2 SEGUNDA ETAPA DE UM PROJETO DE P+L

A segunda etapa de implantação de um projeto de produção mais limpa consiste no fluxograma do processo, no diagnóstico ambiental e de processo e na seleção do foco da avaliação.

Fluxograma, conforme Fernandes (2001), é a representação gráfica de todos os passos de um processo produtivo, apontando de que forma eles estão relacionados entre si. Cabe ao *ecotime* esboçar o fluxograma existente na linha de produção de uma empresa, pois, a partir dele, pode-se “[...] visualizar em quais etapas do processo produtivo há geração de resíduos, sendo capaz, dessa forma, de agir para minimizar esses resíduos, efluentes e emissões” (CNTL, 200, p. 21).

Após elaborar o fluxograma do processo produtivo, faz-se necessária a elaboração de um diagnóstico ambiental e de processo, que seria um levantamento dos dados quantitativos de produção e ambientais existentes, por meio de fontes disponíveis, como, por exemplo, estimativas e notas de setores.

De posse das informações, é possível, então, partir para a última parte desta segunda etapa de implantação de um projeto de produção mais limpa: a seleção do foco da avaliação, que consiste na definição das etapas, processos, produtos e equipamentos que precisam ser priorizados para as medições efetivas, considerando, para isso, regulamentos legais, a quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos e os custos envolvidos (CEBDS, 2009). Em outras palavras, é a listagem de cada uma das etapas da linha produtiva de uma empresa onde se deve agir com mais prioridade.

2.3 TERCEIRA ETAPA DE UM PROJETO DE P+L

Nesta etapa de implantação de um projeto de produção mais limpa, deve-se fazer um levantamento mais detalhado das etapas de diagnóstico e seleção do foco da avaliação, buscando uma análise quantitativa de entradas e saídas, isto é, quanto entrou de matéria-prima, água, energia e outros insumos e quanto saiu de resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos. Dados referentes à estocagem, armanejamento e acondicionamento de entradas e saídas também são importantes ao *ecotime* (CNTL, 2003). Feito esse levantamento, é necessário fazer a

identificação dos indicadores “[...] para avaliar a eficiência da metodologia empregada e acompanhar o desenvolvimento das medidas implantadas de produção mais limpa” (CNTL, 2003, p. 24).

Na sequência, o *ecotime* precisa identificar as causas de geração de resíduos, por meio das seguintes perguntas: “Como?”, “Por quê?”, “Onde?” e “Quando?”. A identificação das etapas onde há geração de resíduos, bem como a natureza deste resíduo, permite ao *ecotime* apontar soluções para minimizar esses efeitos, tornando a linha produção mais limpa.

Respondidas às questões anterior para descobrir as causas de geração de resíduos, é preciso que o *ecotime* aponte mudanças, ou seja, opções de produção mais limpa, a fim de que a organização deixe de gerar resíduos.

2.4 QUARTA ETAPA DE UM PROJETO DE P+L

Diante dos dados obtidos pelas três primeiras etapas de implantação de um projeto de produção mais limpa, é preciso fazer uma avaliação técnica, econômica e ambiental de cada opção identificada, bem como a seleção de oportunidades viáveis à organização.

A avaliação técnica considera as propriedades e os requisitos que as matérias-primas e materiais devem apresentar para o produto que se deseja fabricar. Se for possível tecnicamente implantar a opção selecionada, parte-se para uma avaliação ambiental, que consiste na observação dos benefícios ambientais a serem obtidos pela empresa. E, por fim, a opção selecionada passada por uma avaliação econômica, que permitirá à organização conhecer o período de retorno do investimento e o valor presente líquido (CEBDS, 2009).

Após fazer essas avaliações técnicas, ambientais e econômicas, os resultados encontrados possibilitarão a seleção das medidas viáveis, conforme os critérios estabelecidos pelo *ecotime* (CNTL, 2003). Em outras palavras, depois de devidamente calculadas as opções, escolhe-se aquela que apresentou a melhor condição técnica, com os maiores benefícios ambientais e econômicos.

2.5 QUINTA ETAPA DE UM PROJETO DE P+L

A última etapa da implantação de um projeto de produção mais limpa é a concretização de todo o trabalho desenvolvido nas etapas anteriores, isto é, a implantação do projeto. Conforme a CEBDS (2009), caso o projeto não seja implantado, todo o trabalho realizado cairá em descrédito. Eles ainda reforçam que seria importante implantar primeiro as opções mais simples e de menor custo para, depois, seguir com as mais complexas.

Juntamente com o plano de implantação, deve ser planejado o sistema de monitoramento das medidas a serem implantadas. Nesta etapa, é essencial considerar, à luz de CNTL (2003, p. 34), quando devem acontecer as atividades determinadas, quem é o responsável por estas atividades, quando são esperados os resultados, quando e por quanto tempo monitorar as mudanças, quando avaliar o progresso, entre outros questionamentos.

Contudo, muito mais do que implantar e monitorar um projeto de produção mais limpa é necessário criar condições para que o programa tenha sua continuidade assegurada por meio de aplicação da metodologia de trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, bem como sua evolução em conjunto com as atividades futuras da empresa (CNTL, 2003).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho tem como objetivo identificar os impactos ambientais envolvidos na produção de coque de uma coqueria, localizada no município de Criciúma, Santa Catarina, por meio de um projeto de produção mais limpa, a fim de propor melhorias na eficiência da sua linha de produção, sem colocar em risco a sociedade, o meio ambiente e a comunidade ao entorno da empresa. Tais procedimentos foram feitos à luz das teorias defendidas no referencial teórico desta pesquisa.

3.1 TIPO E NATUREZA DA PESQUISA

Esta pesquisa é do tipo qualitativa que, conforme Rodrigues et al. (2015), trata da análise baseada na interpretação dos resultados, “[...] geralmente são pesquisas com população pequena, coletando-se os dados por meio de entrevista ou por

observação. As respostas dessas questões são tratadas individualmente e de forma verticalizada”.

Já a natureza desta pesquisa é exploratória, isto é, procura-se compreender o problema de pesquisa, oportunizando a familiarização do investigador com uma temática ainda pouco explorada (RODRIGUES et al., 2015), o que se confirma com as baixas publicações de artigos, dissertações e teses sobre produção mais limpa em coquerias no banco de dados da CAPES.

Vale destacar que esta pesquisa não procura esgotar a temática abordada, mas ampliar a investigação na área de produção mais limpa em coquerias.

3.2 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo do trabalho é uma coqueria, localizada no extremo sul catarinense, na cidade de Criciúma. A escolha da coqueria se justifica pelo fato de, por muito tempo, a mineração ter sido a ponta forte da economia deste município, isto é, devido à importância da atividade de extração e coqueificação de carvão na região de Criciúma, além disso porque há poucas publicações sobre a implantação de projetos de produção mais limpa em coquerias, o que faz com que esta pesquisa venha servir de base para muitas outras investigações nesta área. Outro fator que contribuiu para a escolha do objeto de estudo foi à facilidade de acesso às informações e a permissão para visitar suas plantas industriais, visto que um dos pesquisadores trabalha na empresa-alvo.

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme referencial teórico, o presente estudo valeu-se a observar as três primeiras etapas do processo de implantação de um projeto de produção mais limpa, pois, como o objetivo desta pesquisa é identificar os impactos ambientais que estão presentes no processo de produção de coque, a fim de propor sugestões de produção mais limpa, das etapas de implantação de um projeto de produção mais limpa, a terceira etapa permite identificar tais impactos, necessários ao desenvolvimento da mesma.

Primeiramente foi realizada uma visita técnica na empresa-alvo, onde ocorreu uma reunião com a alta direção, com o intuito de apontar a importância

da implantação de um projeto de produção mais limpa na organização, tendo em vista que a empresa, apesar de ter uma preocupação ambiental, ainda não possui esta ferramenta específica de gestão ambiental implantada na atividade.

Baseado na visita técnica, houve a aprovação da alta direção quanto a realizar o estudo de implantação de um projeto, visto que auxiliaria na redução de emissões, diminuindo, assim, as reclamações da vizinhança, conforme foi apresentado aos pesquisadores na visita técnica. Diante disso, formou-se o *ecotime*, em que a alta direção designou um representante da engenharia ambiental, um representante do setor de produção e um profissional da área da segurança no trabalho, a fim de compor o time juntamente com os pesquisadores deste trabalho.

Após a formação do *ecotime*, dividiu-se o processo produtivo da empresa em etapas (mistura, lavador, homogeneização, britagem, forno e classificação), identificando as entrada e saída de cada um deles. Posteriormente, realizou-se o estudo do fluxograma do processo produtivo e diagnóstico ambiental da atividade, incluindo a identificação das causas de geração de resíduos na produção de coque e os principais impactos ambientais oriundos do processo.

Por fim, com base nos dados levantados, o *ecotime* e os pesquisadores apresentaram à alta direção, em uma reunião, as causas de geração de resíduos nos processos de produção da empresa, apontando, posteriormente, sugestões de produção mais limpa.

3.4 EXTRAÇÃO DE DADOS

A extração de dados foi realizada por meio de um dos pesquisadores responsáveis por este trabalho, visto que o objeto de estudo selecionado se constitui como local de trabalho do pesquisador. Dessa forma, foi possível coletar informações completas para o desenvolvimento da pesquisa. Já a construção do fluxo foi desenvolvida de acordo com cada etapa do processo de implantação de um projeto de produção mais limpa.

Vale destacar também que, para a elaboração da matriz, o processo produtivo do coque foi dividido em etapas (mistura, lavador, homogeneização, britagem, forno e processo de classificação), a fim

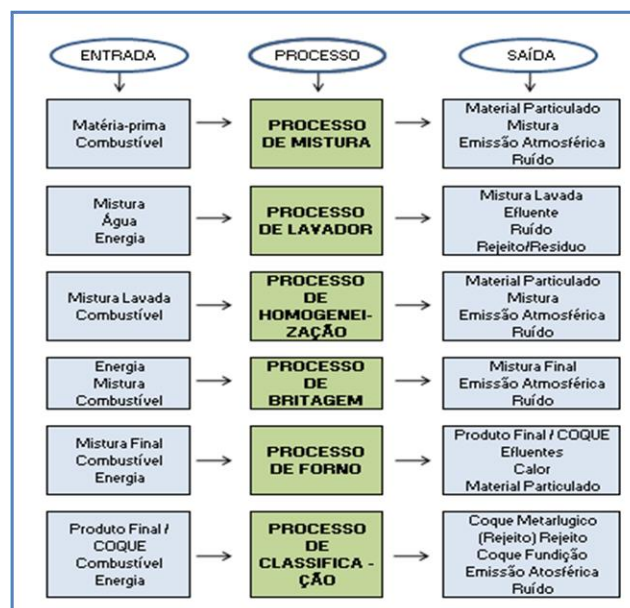
de avaliar separadamente cada aspecto ambiental e impacto ambiental dentro de cada uma dessas etapas.

Não foram considerados nesta pesquisa setores auxiliares, como manutenção, recursos humanos, compras, entre outros. Apenas, analisou-se o processo produtivo de coque na empresa-alvo.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Com a formação do *ecotime*, o processo produtivo da empresa-alvo foi dividido em etapas, a fim de facilitar a obtenção dos dados de entrada e saída de cada uma delas, elaborando-se, assim, o fluxo de processo produtivo de coque, conforme apresenta a Figura 2:

Figura 2 – Fluxo de Processo Produtivo do Coque



Fonte: dados da pesquisa

De acordo com a Figura 2, o processo de produção de coque foi dividido em seis etapas. Constatou-se que em todas as etapas há a geração de aspectos ambientais, principalmente de emissões atmosféricas e ruídos. Em estudo comparativo entre essas etapas, pode-se afirmar que o processo de mistura é o menos agressivo ao meio ambiente, visto que a emissão de particulados e de ruídos está em proporção menor ao dos outros processos. Já o processo mais agressivo ao meio ambiente é o de forno, pois a queima de carvão, além de liberar quantidades significativas de material particulado e

dióxido de carbono, libera também hidrocarboneto e dióxido de enxofre, os quais contribuem para a deterioração da qualidade do ar e intensificam fenômenos como o aquecimento global e a geração de chuva ácida (FELTRE, 2008).

Com base no fluxograma do processo produtivo de coque (Figura 2), elaborou-se uma matriz para identificar os aspectos e os impactos ambientais em cada atividade da produção na empresa estudada. A Tabela 1 apresenta a quantidade de aspecto ambiental encontrada em cada um dos processos descritos na Figura 2.

Tabela 1 – Aspectos Ambientais do Processo Produtivo de Coque

Etapas do processo de coque	Aspectos ambientais
Etapas de mistura	06
Etapas de lavador	08
Etapas de homogeneização	04
Etapas de britagem	03
Etapas de forno	24
Etapas de processo de classificação	11

Fonte: dados da pesquisa

Dos aspectos ambientais identificados, os mais significativos foram: geração de ruídos, emissões atmosféricas, efluentes, calor e consumo de combustível.

Vale ressaltar que, na etapa de forno e na etapa de classificação, a quantidade de aspecto ambiental foi mais expressiva, pois se trata de processos mais complexos.

Com base nos aspectos ambientais identificados, foram apontados os impactos ambientais gerados, sendo que, para cada um dos aspectos observados, houve um impacto gerado, na mesma proporção da Tabela 1.

Essa matriz ainda define qual é o grau de significância para cada um dos aspectos levantados, sendo que a significância é dada pelo grau de importância, que é obtida por meio da multiplicação dos fatores de probabilidade, severidade, escala e detecção. O resultado desta multiplicação determina a significância do impacto, que está em uma escala

de zero a 81, sendo que valores entre 1 e 8 são desprezíveis; enquanto de 9 a 17, o impacto é significativo; já valores iguais ou superiores a 18, o impacto é considerado importante.

Diante disso, para tal pesquisa, foram considerados apenas os aspectos cujos resultados do grau de importância foram iguais ou superiores a 18. A Tabela 2 apresenta para cada etapa do processo produtivo de coque a quantidade de aspectos que apresentaram valores de importância iguais ou superiores a 18, o que indica, consequentemente, que a significância é importante.

No processo de produção de coque, percebeu-se que os principais impactos ambientais envolvidos são: a contaminação do solo, a poluição do ar e a contaminação hídrica.

A contaminação do solo ocorre nos processos de mistura, lavador, forno e classificação, isto é, em quase todo o processo de produção de coque há a contaminação do solo, que é provocada pelo contato direto do carvão com o solo, gerando a oxidação do rejeito. Com esse processo químico, ocorre a liberação de gases na atmosfera, podendo provocar problemas ocupacionais, além de contribuir para o efeito estufa e a formação da chuva ácida.

Uma proposta de produção mais limpa para este impacto ambiental seria a utilização de calhas que contornem todo o parque fabril, evitando, assim, a contaminação além dos limites da atividade, o qual pode prejudicar o seu monitoramento e tratamento. Além disso, essas calhas serviriam para direcionar os resíduos que estão dispostos no parque fabril, ao tratamento (bacia de decantação).

Outra proposta de produção limpa para esse impacto ambiental seria maximizar as áreas de estoques com revestimentos de concreto, evitando o contato do material com o solo. Tais revestimentos não estariam restritos apenas aos parques fabris, mas também nas vias mais movimentadas dentro da empresa.

Referente ao impacto de poluição do ar, este é mais presente nas etapas de mistura, forno e classificação. Nessas etapas, a poluição do ar não está somente associada ao manuseio do material, mas também à queima de carvão. Devida à baixa umidade do material e ao atrito entre as pedras, acaba-se por gerar desprendimento de partículas menores, que acabam sendo lançadas na atmosfera. Essas partículas provocam o desconforto

Tabela 2 – Quantidade de Aspectos Ambientais de Grau de Importância Igual ou Acima de 18

Etapas do processo de coque	Quantidade	Impactos ambientais
Etapa de mistura	02	Contaminação do solo e poluição do ar
Etapa de lavador	03	Contaminação do solo e contaminação hídrica.
Etapa de homogeneização	00	
Etapa de britagem	00	
Etapa de forno	10	Poluição do ar, contaminação do solo e contaminação hídrica.
Etapa de processo de classificação	04	Poluição do ar, contaminação hídrica e contaminação do solo.

Fonte: Dados da pesquisa

do trabalhador e arredores, podendo gerar doenças respiratórias.

A poluição do ar também ocorre na descarga do material, onde o coque, em contato com a água, libera material particulado e dióxido de enxofre, auxiliando, assim, o efeito estufa e, consequentemente, a formação de chuva ácida. Já no carregamento dos fornos, ocorre a introdução de material seco (máximo 6% de umidade) no interior dos fornos, gerando a queima da mistura e a emissão de material particulado pela chaminé.

Diante disso, têm-se como sugestões para eliminar ou minimizar esse impacto ambiental a pavimentação das vias para evitar a resuspensão de pó, visto que a circulação de maquinários causa a suspensão dos particulados para a atmosfera. Outra proposta é a utilização de galpões cobertos onde ocorrem as maiores movimentações, tais como a realização de mistura, fazendo com que o material particulado não se propague. Sugere-se também a utilização de captadores de pó e de coifas para captação dos gases no processo de descarga dos fornos, além da manutenção dos sistemas de tratamento de emissões atmosféricas após processo de queima.

O último impacto ambiental significativo é a contaminação hídrica, que ocorre principalmente nas etapas de lavador, forno e classificação. Essa contaminação da água se dá pela lavagem do material/carvão bruto e das intempéries do tempo, ocasionando a lixiviação do material e, posteriormente, a contaminação de recursos hídricos.

Sugestões para eliminar ou reduzir esse impacto ambiental no processo produtivo de coque é a utilização de calhas direcionadoras de água à bacia de decantação para um posterior tratamento.

Destaca-se que as sugestões aqui apresentadas para a redução dos impactos ambientais do solo, do ar e da água na empresa estudada se enquadram, conforme os níveis de aplicação da produção mais limpa expostos na CNTL (2000), como minimização de resíduos e emissões de nível 1, isto é, de redução na fonte.

5 CONCLUSÃO

No processo produtivo de coque de uma indústria localizada no município de Criciúma, pôde-se observar, ao longo da pesquisa, um interesse crescente pela alta gerência em criar projetos de implantação de produção mais limpa, a fim de reduzir ou eliminar problemas que causariam danos ao meio ambiente, ao colaborador e à vizinhança.

A linha de produção de coque foi dividida em seis etapas, em que se observou que a etapa de forno foi a que apresentou o maior número de aspectos ambientais, com significância importante, isto é, com 24 ocorrências.

Em virtude dos aspectos ambientais, a presente pesquisa trouxe os principais impactos ambientais na produção de coque na indústria localizada em Criciúma. Os três principais impactos observados na linha produtiva foram: contaminação do solo, poluição do ar e contaminação hídrica.

Diante de tais impactos, foram apresentados para a alta gerência soluções para reduzir ou minimizar os resíduos, a fim de tornar a produção de coque mais limpa. Para evitar a contaminação do solo, sugeriu-se que se utilizassem calhas para contornar todo o parque fabril, a fim de que não ocorra a lixiviação do material e, conseqüentemente, a contaminação para fora do território da empresa. Ainda para evitar esse impacto ambiental, apresentou-se a sugestão de pavimentar as áreas de estoque, a fim de que não haja um contato direto entre o solo e os rejeitos.

A poluição atmosférica na linha de produção de coque desta indústria está atrelada ao manuseio do material, em que partículas se desprendem e são lançadas no ar. A fim de reduzir e, até mesmo, minimizar esse impacto ambiental, sugeriu-se à alta gerência a pavimentação das principais vias do parque fabril, com o intuito de reduzir a suspensão de pó para atmosfera. Ainda como proposta de produção mais limpa, a construção de galpões cobertos para as etapas de mistura, fazendo com que o material particulado não se propague, também foi apresentada. Captadores de pó e coifas de captação de gases no processo de descarga dos fornos foram sugeridos à alta gerência.

Ainda no processo produtivo de coque, o terceiro impacto ambiental observado foi à contaminação hídrica, provocada pela lavagem do carvão bruto. Como sugestão de produção mais limpa, foi apontada à alta gerência a instalação de calhas para direcionar a água contaminada às bacias de decantação, onde, após fazer a decantação das partículas sólidas, o pH da água é restabelecido para ser despejado, a fim de que a água siga seu curso.

Diante de tais levantamentos e sugestões, percebeu-se interesse dos empresários e gerentes em incluir na pauta da próxima reunião do plano de investimento anual a implantação desta ferramenta de gestão ambiental no processo.

Tal pesquisa não procura esgotar sugestões de produção mais limpa à linha produtiva de coque, mas apresentar sugestões e oportunizar que novas pesquisas nesta área sejam elaboradas, visto a baixa publicação de artigos, dissertações e teses deste segmento.

6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. **Carvão e coque na siderurgia.**

Disponível em: <http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11326/11326_3.PDF>. Acesso em: 16 jun. 2015.

CEBDS. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável de Produção mais Limpa. Disponível em: <<http://www.cebds.org.br/cebds/eco-pmais1-rede-brasileira.asp>>. Acesso em: 2 jun. 2015.

CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas – SENAI. Disponível em: <<http://www.senairs.org.br/cntl>>. Acesso em: 2 jun. 2015.

FELTRE, R. **Química geral:** volume 1. São Paulo: Moderna, 2008.

FERNANDES, J. V. G. Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 06, n. 03, jul/dez. Rio de Janeiro, 2001. p. 157-164.

FIGUEIREDO, V. F. Produção mais limpa nas pequenas e micro empresas: elementos inibidores. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004, Florianópolis. **Anais do XXIV ENEGEP**, 2004.

LEMONS, A. D. C. **A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade:** o caso da fazenda Cerro do Tigre. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.

MARTINS JUNIOR, J. **Como escrever trabalhos de conclusão de curso:** instruções para planejar e montar, desenvolver, concluir, redigir e apresentar trabalhos monográficos e artigos. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

RODRIGUES, A. et al. **Pesquisa de mercado.** Criciúma: UNESC, 2015.