

O PLANO DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL DE UMA EMPRESA DE REFLORESTAMENTO

Fernanda Freitas de Oliveira Azevedo Dutra¹ (Engenheira Civil) E-mail: fernandafazevedo@gmail.com
Marques Gabriel Vieira² (Engenheira Civil) E-mail: marquesgabrielvieira71@gmail.com

Resumo: Este artigo teve como objetivo desenvolver o plano de Gerenciamento Ambiental de uma empresa Florestal para que se possa utilizar os recursos de forma consciente e sustentável de forma a promover a produção sustentável de carvão vegetal, e introduzir sistemas inovadores para redução de emissões atmosféricas e garantir a conformidade da empresa com as legislações aplicadas à produção de carvão vegetal. A pesquisa desenvolveu uma abordagem multifacetada, integrando métodos experimentais, estudos de caso, análises de dados quantitativos e qualitativos, além de técnicas de geoprocessamento. Uma avaliação minuciosa das operações da empresa foi realizada, juntamente com a implementação de sistemas de redução de emissões atmosféricas e técnicas de geoprocessamento para otimização do licenciamento ambiental. Os resultados indicam que as estratégias inovadoras foram altamente eficazes. Houve uma redução significativa nas emissões de gases não condensáveis durante a queima da madeira, bem como uma redução notável das emissões atmosféricas devido à implementação dos sistemas inovadores. A empresa apresentou total conformidade com as legislações aplicadas à produção de carvão vegetal, facilitada pela aplicação do geoprocessamento no processo de licenciamento ambiental. Este estudo destacou as previsões e os benefícios da produção sustentável de carvão vegetal. As estratégias inovadoras não apenas promoveram a eficiência industrial, mas também demonstraram o compromisso com a responsabilidade ambiental e social.

Palavras chave: Produção Sustentável. Emissões Atmosféricas. Carvão Vegetal. Avaliação Ambiental. Desempenho ambiental e social

THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN OF A REFORESTATION COMPANY

Abstract: This article aimed to develop the Environmental Management plan of a Forestry company so that resources can be used consciously and sustainably to promote the sustainable production of charcoal, and introduce innovative systems to reduce atmospheric emissions and ensure compliance with company with the legislation applied to the production of charcoal. The research developed a multifaceted approach, integrating experimental methods, case studies, quantitative and qualitative data analysis, as well as geoprocessing techniques. A thorough assessment of the company's operations was carried out, along with the implementation of atmospheric emissions reduction systems and geoprocessing techniques to optimize environmental licensing. The results indicate that the innovative strategies were highly effective. There was a significant reduction in non-condensable gas emissions during wood burning, as well as a notable reduction in atmospheric emissions due to the implementation of the innovative systems. The company received full compliance with the legislation applied to charcoal production, facilitated by the application of geoprocessing in the environmental licensing process. This study highlighted the interference and benefits of sustainable charcoal production. Innovative strategies have not only promoted industrial efficiency, but also demonstrated a commitment to environmental and social responsibility.

Keywords: Sustainable Production. Atmospheric emissions. Charcoal. Environmental Assessment. Environmental and social performance

1. Introdução

O meio ambiente tem sido uma das questões mais preocupantes da sociedade mundial atualmente. As questões ambientais e a necessidade de alcançar o crescimento sustentável - ou seja, atender às necessidades de desenvolvimento do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades - ocupam o terceiro lugar no ranking de preocupações dessa geração.

Isso se deve ao impacto negativo dos padrões de consumo e produção, que não só afetam as condições físicas do ar, da terra e da água, mas também afetam a saúde das pessoas e o ambiente social estabelecido pelo homem para manter sua sobrevivência. Esta situação compromete a sobrevivência e a qualidade da produção das crias para garantir a sua sobrevivência. É compreensível que à medida que os indivíduos se conscientizam dos danos causados pela degradação ambiental e seu impacto na terra e na vida humana, aumente a mobilização de toda a sociedade para proteger os recursos naturais.

Portanto, quanto mais as pessoas souberem sobre algumas das principais questões ambientais, mais as questões ambientais farão parte de suas decisões de consumo, produção e proteção. Atualmente, o crescimento industrial tem causado alguns problemas relacionados ao impacto ambiental (poluição, desenvolvimento de energia, estabelecimento de extensas áreas agrícolas, crescente urbanização, buracos na camada de ozônio, desmatamento, desmatamento, chuva ácida, etc.) No entanto, as questões ambientais são identificados Seu impacto na qualidade de vida pessoal é uma questão bastante abstrata, pois a gestão ambiental não foi incorporada à "receita do bolo" da gestão econômico-administrativa-financeira e da tomada de decisões de investimentos.

Sob o novo pano de fundo que esta sociedade está começando a perceber os problemas ambientais e perceber que os recursos naturais são limitados - sociedade, empresas e governos - eles estão mobilizando esforços que vão contra a nova realidade, tentando conectar melhor o presente e o futuro. Realize a alocação intertemporal de recursos. As políticas ambientais relacionadas à gestão ambiental são baseadas em um tripé: o país, o mercado e a sociedade, que envolvem parcerias e negociações com as partes interessadas. O compromisso da empresa com o meio ambiente está consubstanciado em suas responsabilidades sociais, incluindo a redução de emissões, resíduos e efluentes e melhoria na prevenção e controle de acidentes em todas as unidades.

Hoje, muitas empresas buscam um “selo verde” que comprove a qualidade socioambiental dos produtos ou serviços que produzem. Atualmente, a responsabilidade social também é uma questão de marketing da empresa, pois mostra que a empresa está comprometida em cumprir seu papel na sociedade e no meio ambiente. No que diz respeito ao país, a política ambiental inclui um conjunto de objetivos e ferramentas que visam reduzir os impactos negativos do comportamento humano no ambiente. A legislação sobre o assunto ainda está em dia. Com o objetivo de regulamentar a “Lei de Crimes Ambientais”, medidas provisórias foram expedidas após a atividade poluidora e o órgão de controle ambiental ou após a assinatura da Cláusula de Ajustamento de Lei (TAC) com o Ministério de Relações Públicas. O TAC está se tornando um importante fórum para a participação da sociedade nas políticas de controle ambiental. Diante desta nova realidade, este buscou desenvolver o Sistema de Gestão Ambiental para gerenciar adequadamente o sistema produtivo da empresa Florestal para realizar a produção de carvão vegetal de forma limpa e segura.

Faz-se necessária a interação homem-meio ambiente para que se possa utilizar os recursos naturais de forma correta e sustentável. Dessa forma, a criação de um Plano de Gerenciamento Ambiental (PGA) é imprescindível para a empresa Florestal, pois seus recursos, matéria prima, e os derivados desse processo, necessitam ser usados de forma sustentável. Além disso, há a necessidade de melhora nas formas de operacionalizar o uso, armazenamento e descarte dos resíduos e os impactos causados pela emissão de poluentes atmosféricos na produção de carvão vegetal.

Diante dessas considerações, o objetivo desta pesquisa foi a de desenvolver o plano de Gerenciamento Ambiental empresa Florestal para que se possa utilizar os recursos de forma consciente e sustentável.

Partindo deste pressuposto, também é objetivo do projeto, difundir instruções acerca de educação ambiental dentro e fora da empresa, de modo que os profissionais e a comunidade possam levar consigo os princípios de bom-convívio com o meio. A implantação do Plano de Gerenciamento Ambiental contribuiu também com a comunidade local, gerando uma melhor qualidade de vida a todos os seus integrantes e servindo de referência para outras empresas.

2. O Sistema de gerenciamento

O Gerenciamento Ambiental (GA) ou Gestão de Recursos Ambientais (GRA) é um meio de se administrar o exercício de atividades econômicas e sociais, de forma a utilizar de maneira racional os recursos naturais, incluindo fontes de energia, renováveis ou não renováveis. Esta gestão deve visar o uso de práticas que garantam a conservação e preservação da biodiversidade, a reciclagem das matérias-primas e a redução do impacto ambiental das atividades humanas sobre os recursos naturais. E se faz necessário incorporar, a esse arcabouço de conhecimentos associados à GA, técnicas para a recuperação de áreas degradadas, técnicas de reflorestamento, métodos para a exploração sustentável de recursos naturais e o estudo de riscos e impactos ambientais para a avaliação de novos empreendimentos ou ampliação de atividades produtivas (BOTH e FISCHER, 2017).

Segundo Martins et al. (2015) a prática da gestão ambiental introduz a variável ambiental no planejamento empresarial, e quando bem aplicada, permite a redução de custos diretos - pela diminuição do desperdício de matérias-primas e de recursos cada vez mais escassos e mais dispendiosos, e de custos indiretos, representados por sanções e indenizações relacionadas a danos ao meio ambiente ou à saúde de funcionários e da população de comunidades que tenham proximidade geográfica com as unidades de produção da empresa.

À medida que a sociedade se conscientiza da necessidade de se preservar o meio ambiente, a opinião pública começa a pressionar o meio empresarial a buscar meios de desenvolver suas atividades econômicas de maneira mais racional. Desta forma, surgiram várias certificações, tais como as da família ISO 9000 que, apesar de conferir qualidade extra a um produto (ou serviço), garante apenas que o produto (ou serviço) apresentará sempre as mesmas características. Sendo assim, os princípios básicos das normas ISO 9000 são o de uma organização com documentação acessível, ágil, que tenha equipamentos limpos e em bom estado.

Ressalta-se que um dos aspectos mais importantes é o da auditoria interna, pois a empresa/instituição deve ser constantemente auditada e estar sempre se auto averiguando, para descobrir defeitos nos processos produtivos e promover as ações preventivas e corretivas para que eles não se repitam (MARIQUITO et al., 2017).

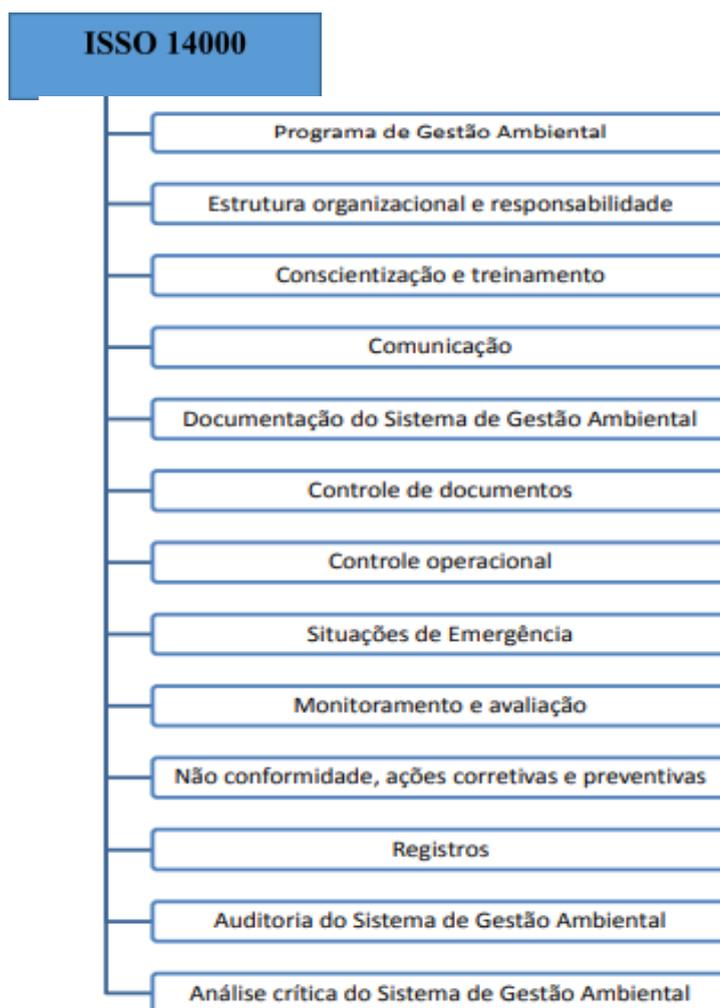


Figura 1 - Fluxograma com as características da Norma ISO 14000.

As normas ISO 14000 (Figura 1) – Gestão Ambiental, foram inicialmente elaboradas visando o “manejo ambiental”, que significa “o que a organização faz para minimizar os efeitos nocivos ao ambiente causados pelas suas atividades” (ISO, 2000). Ela foi criada a partir da ISO 9000, sendo a primeira com função de atestar que uma determinada empresa executa suas atividades com base nos preceitos da gestão ambiental sobre resíduos gerados e seus impactos no meio ambiente.

Conforme Embrapa (2007), o conjunto de Normas ISO-14000 fez com que o mundo todo focasse nas questões ambientais, encorajando a busca de um planeta mais limpo, seguro e saudável para todos. Não existe um limite para a aplicação de um sistema de gestão ambiental, e podem ser incluídos os produtos, serviços, atividades, operações, plantas, transportes etc. Todas as atividades da organização devem ser consideradas para o levantamento dos aspectos e impactos ambientais, considerando as práticas atuais, passadas e futuras. Devem ser revisados estes aspectos e impactos ambientais para as condições normais, anormais e situações de emergências (VECHI et al., 2016).

Dessa maneira, essas normas fomentam a prevenção de processos de contaminações ambientais, uma vez que orientam a organização quanto à sua estrutura, forma de operação e de levantamento, armazenamento, recuperação e disponibilização de dados e

resultados (sempre atentando para as necessidades futuras e imediatas da sociedade e, conseqüentemente, a satisfação dos cidadãos, entre outras orientações, inserindo a organização no contexto ambiental).

Os principais benefícios obtidos com um SGA baseado na norma NBR ISO 14001 são: redução de custos na contratação de seguros; aumento da atratividade perante investidores; facilidade de acesso a empréstimos; motivação dos colaboradores para atingirem metas e objetivos ambientais; influência positiva nos demais processos internos de gestão, melhoria do moral dos colaboradores e da imagem da empresa; aumento da demanda por bens e serviços; desenvolvimento de ações ambientais preventivas; redução do consumo de energia elétrica, óleo combustível, água e gás; início ou ampliação das exportações; e maior confiabilidade na marca da empresa (OLIVEIRA E SERRA, 2010).

A norma ISO 14001, conforme Colares e col. (2015), estabelece o sistema de gestão ambiental da organização e, assim: 1. avalia as conseqüências ambientais das atividades, produtos e serviços da organização; 2. atende a demanda da sociedade; 3. define políticas e objetivos baseados em indicadores ambientais definidos pela organização, que podem retratar necessidades desde a redução de emissões de poluentes até a utilização racional dos recursos naturais; 4. implicam na redução de custos, na prestação de serviços e em prevenção; 5. é aplicada às atividades com potencial de efeito no meio ambiente; 6. é aplicável à organização como um todo.

Ressalta-se, contudo, que nem as normas ISO 9000 nem aquelas relativas à ISO 14000 são padrões de produto. O padrão de manejo do sistema nessas famílias de normas estabelece requerimentos para direcionar a organização sobre o que ela deve fazer ao realizar processos que influenciam a qualidade (ISO 9000) ou processos que influenciam o impacto das atividades da organização no meio ambiente (ISO 14000).

Baseado nessas premissas, o primeiro passo para a criação desse projeto de Gerenciamento Ambiental foi a definição de uma Política Ambiental clara, e posteriormente divulgada em toda a empresa. O comprometimento do corpo gerencial tem que ser visível. Além disso, a responsabilidade pelas questões ambientais é de todos

Vale ressaltar que o objetivo primeiro não se pretende buscar certificação de ISO, mas criar com a PGA uma Coordenação de Gerenciamento Ambiental que faz parte de uma assessoria que estará diretamente ligada à Direção da empresa. Essa Coordenação atuará em nível consultivo. A gerência se dedicará, basicamente, além das assessorias, à divulgação das diretrizes, conscientização, ao acompanhamento de projetos, supervisões e capacitações (Figura 2).

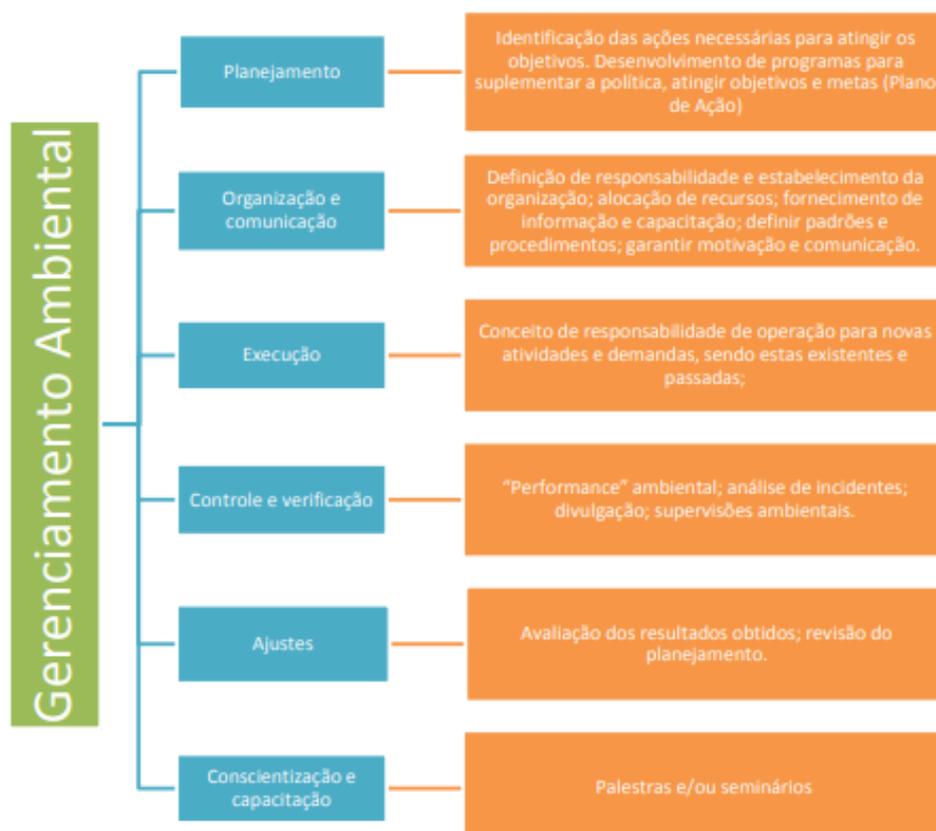


Figura 2 – Fluxograma com o ciclo gerencial anual de ações existentes no GA.

3. Metodologia

A metodologia descrita no resumo é multifacetada e abrange várias abordagens de pesquisa. Utilizou-se da revisão bibliográfica, do método experimental e do estudo de caso. Uma vez que o objetivo da pesquisa foi o de desenvolver o plano de Gerenciamento Ambiental empresa Florestal para que se possa utilizar os recursos de forma consciente e sustentável.

Iniciou-se com a revisão sistemática da literatura científica existente sobre o tema, identificando tendências, lacunas e metodologias anteriores, buscando realizar uma revisão aprofundada da literatura científica sobre produção sustentável de carvão vegetal, focando em métodos de redução de emissões e boas práticas ambientais.

O Estudo de Caso, se deu com a realização de uma análise detalhada das operações da empresa, entrevistas com os gestores e funcionários, e revisão de documentos internos para avaliar o cumprimento das legislações e identificar áreas de melhoria. Realizou-se ainda uma auditoria nas operações da empresa, identificando lacunas em relação às legislações ambientais e propondo medidas corretivas para garantir a conformidade legal.

Por fim foi utilizado o Método Experimental, utilizado na condução dos experimentos em condições controladas para quantificar e analisar as emissões de gases não condensáveis durante a queima da madeira. E no desenvolvimento e testagem dos sistemas utilizados para reduzir as emissões atmosféricas durante o processo de produção de carvão vegetal, avaliando sua eficácia e soluções econômicas.

A pesquisa experimental foi utilizada ainda para desenvolver tecnologias que reduzam o volume das cascatas de madeira, seguidamente pela implementação e teste essas tecnologias.

4. Escopo

4.1 Identificação da Legislações aplicadas à produção de carvão vegetal

Conforme Resolução n° 001/86 do CONAMA, entende-se por impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do ambiente, proveniente de atividades humanas. E que de alguma forma afetam a saúde da população, atividades sociais e econômicas, a biota, a qualidade dos recursos ambientais. 44 No artigo 2° desta resolução constam as atividades que carecem de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental. Dentre elas há duas relacionadas ao carvão vegetal, como a exploração econômica da madeira ou lenha: em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental; atividades que utilizem carvão vegetal acima de dez toneladas por dia.

A Lei n° 12.651 de 2012 estabelece no artigo 34° que siderúrgicas, metalúrgicas e outras indústrias consumidoras de grande quantidade de carvão vegetal ou lenha devem utilizar matéria-prima exclusiva de florestas plantadas ou de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS, estas já integrando o processo de licenciamento ambiental; No artigo 36°, parágrafo 3°, fica estabelecido que todo aquele que recebe ou adquire carvão para fins industriais, comerciais é obrigado a exigir a apresentação do DOF – Documento de Origem Florestal, e manter-se com uma cópia.

De acordo com a Norma Técnica 002/95, os fornos de carvão vegetal devem se localizar em áreas rurais, de preferência próximas ao local da produção de madeira, com distância de no mínimo 500 metros de residências, e vias de transporte rodoviário e ferroviário. É solicitada também a utilização de cortina vegetal em torno da área de produção. Esta medida visa amenizar visualmente o empreendimento e promover a elevação da pluma de gases, melhorando sua dispersão na atmosfera. No ano de 2007, foi acrescido um item a norma técnica citada acima, este item determina que cada produtor de carvão poderá ter instalado no máximo dois fornos de carvão com capacidade de 10 m³ cada, localizados em zona rural, afastados no mínimo 100 m de residências, vias públicas, rodovias e ferrovias.

De acordo com a Resolução n° 288/2014 do CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente, esta atividade possui baixo impacto ambiental e pode ser licenciada pelo órgão ambiental municipal. No sistema do órgão estadual FEPAM, é possível buscar pela 45 atividade Produção de Carvão Vegetal em Fornos através do código 3.017,00. Também é possível observar o potencial poluidor e a unidade de produção, m³/d (FEPAM, 2016). Em 18 de maio de 2016, foi publicado no Diário Oficial a Resolução n° 315/2016 pelo CONSEMA, esta estabelece critérios para o licenciamento da atividade da produção de carvão vegetal em fornos. De acordo com o art. 2° desta resolução, para o licenciamento ambiental da referida atividade, é preciso adoção de alguns critérios, como:

- I - Inscrição do imóvel no Cadastro Ambiental Rural – CAR;
- II - Os fornos devem estar localizados em imóvel rural, com distância mínima de 500 metros de residências, prédio públicos e privados, rodovias e

ferrovias, e ainda atender legislação municipal referente ao zoneamento da atividade, quando existente;

III - O cortinamento vegetal composto por espécies exóticas e ou nativas no entorno da área de produção de carvão vegetal, deve ser inserido no máximo 10 metros do conjunto de fornos. A adoção desta prática visa minimizar os impactos visuais provenientes desta atividade e propicia condições de elevação da pluma de gases ou a fumaça e a melhoria da dispersão atmosférica;

IV - A matéria-prima florestal a ser utilizada na produção deverá ser originária de florestas plantadas ou de supressão de vegetação nativa licenciada, sendo identificado o produto (lenha) e espécie vegetal nas notas fiscais e embalagens para a exposição à venda no comércio.

V - A distância dos fornos em relação aos corpos hídricos deve ser de no mínimo de 30 metros;

VI - As especificações construtivas e operacionais dos fornos e das chaminés devem atender aos seguintes quesitos: a) Chaminé com diâmetro interno máximo de 30 cm ou aresta interna máxima de 26 cm; b) Chaminé com altura mínima de 1 m acima da altura do forno; c) Cada chaminé poderá ser utilizado por no máximo 2 fornos; d) O duto de entrada dos gases da chaminé deve estar posicionado na parte inferior da parede do forno; e) Os fornos deverão ter todas as suas entradas de ar laterais fechadas, após no máximo dois dias do início de operação, ficando as emissões restritas à chaminé;

VII - A destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e rejeitos da produção deve ser informada ao órgão ambiental competente pelo empreendedor;

VIII - O órgão ambiental deverá exigir do empreendedor a Anotação de Responsabilidade Técnica – ART.

Ainda consta neste artigo, que os fornos existentes tem o prazo de 5 anos para atenderem aos critérios do inciso V, citado acima. Quanto aos fornos em operação que estiverem a menos do que trinta metros, prazo superior a 5 anos somente será autorizado quando comprovado a inexistência de alternativa locacional.

Para agricultura familiar, de acordo com a Lei 11.326 de 2006, e para instalação de até 4 fornos para produção de carvão vegetal, com capacidade individual de até 15m³, há algumas exceções as médias estabelecidas acima, como: a) Distância mínima de 100m de residências, prédios públicos ou privados, rodovias, ferrovias; b) Localização em áreas rurais consolidadas, consoante inscrição no CAR, de acordo com as regras do art. 61-A da Lei Federal 12.651/2012, com os prazos de regularização dos §§ 1º.2º; c) Processo de licenciamento simplificado dispensando Anotação de Responsabilidade Técnica –ART.

Quanto à instalação das chaminés, e aos demais critérios do artigo 2º desta resolução, deverão ser promovidos pelos empreendimentos em operação no prazo máximo de 2 anos, contando a partir da data da publicação desta Resolução. Algumas ferramentas têm auxiliado os profissionais no processo de licenciamento ambiental, como o geoprocessamento. Este proporciona o armazenamento de imagens, 47 informações e ainda o cruzamento destas, permitindo uma visão mais ampla e detalhada da área de estudo (OLIVEIRA et al., 2008).

4.2 Identificação dos sistemas de redução de emissões atmosféricas para a produção de carvão vegetal

O carvão vegetal é uma fonte renovável de energia, porém grande parte da produção de carvão vegetal ainda ocorre em fornos modestos, que apresentam baixo rendimento gravimétrico ocasionando perda econômica e uma maior área plantada para atender a

demanda. O controle durante o processo de carbonização é baseado em aspectos subjetivos, como a cor da fumaça. Os trabalhadores ficam expostos por longos períodos à emissão de gases tóxicos e altas temperaturas. E muitas vezes não há recuperação de subprodutos provenientes da carbonização (CARNEIRO et al. 2012).

Entretanto, alguns sistemas e adaptações podem ser adotados para aprimorar aspectos ambientais, econômicos e proporcionar melhores condições de trabalho na produção de carvão vegetal. Compostos de Enxofre Decréscimo da função pulmonar, doença pulmonar obstrutiva crônica Ácidos Orgânicos Irritação das mucosas Compostos Orgânicos Voláteis Irritação nos olhos, tosse, sonolência.

Taccini (2010) relata a geração de gases não condensáveis durante o processo de carbonização da madeira, como CO, CO₂, H₂ e CH₄. No caso da queima completa destes gases, ocorreria somente a liberação de CO₂ e vapor de água. De acordo com OLIVEIRA (2012), visando reduzir a emissão dos gases poluentes para a atmosfera, tem-se feito a combustão destes através de fornalhas acopladas aos fornos de carvão vegetal. OLIVEIRA et al. (2014), descreve que a fornalha tem o objetivo de incinerar os gases gerados durante o processo de carbonização, transformando a poluição em energia na forma de calor.

Conforme Dias et al. (2002), faz-se necessário a introdução de processos mais limpos, que visem além de aumentar o rendimento do carvão, possibilitar o reaproveitamento de subprodutos, diminuindo a emissão de poluentes e agregando valor ao processo. Misayaka et al. (2001, apud MACHADO et al., 2013), descreve um destes subprodutos oriundos da carbonização da madeira, o líquido pirolenhoso. Este é obtido através da condensação da fumaça, podendo ser utilizado como fertilizante orgânico, fungicida, repelente e nematicida, dentre outros. A seguir serão apresentados estes dois sistemas de redução das emissões atmosféricas.

4.3 Licenciamento ambiental

No Brasil, a legislação ambiental teve início em 1934 com a instituição do Código de Florestas, o Código das Águas, e o Código de Minas. Todos foram criados com o intuito de controlar o acesso aos recursos naturais, visto que o país apresentava processos de urbanização e industrialização. Na década de 1970, ocorreu a formulação de um corpo legal referente à questão ambiental, este fato foi motivado por debates ambientais no âmbito nacional e internacional (SILVA; LIMA, 2013).

De acordo com Verdum e Medeiros (2006), a Lei Federal 6.938 de agosto de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente originou o Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA. Este apresenta a seguinte estrutura: o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo. O Ministério do Meio Ambiente – MMA é o órgão central. O órgão executor é o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Através desta lei, também houve uma maior participação dos estados e municípios na fiscalização e implantação de leis, como a atuação dos órgãos seccionais (entidades estaduais) e local (entidades municipais), cabendo à União a edição de normas gerais. O Decreto nº 8.028/90 regulamenta a Lei 6.938/81, declara que compete ao CONAMA estabelecer critérios básicos para estudo de impacto ambiental para a finalidade de licenciamento. Dentre estas medidas está o diagnóstico da área, a descrição da atividade, o estudo de impacto ambiental realizado por profissionais habilitados, para a descrição da atividade, o estudo

de impacto ambiental realizado por profissionais habilitados, para a constituição do Relatório de Impacto Ambiental.

A resolução CONAMA 237/1997 complementa os procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental previamente definido na Resolução 001/86. Estabelece que o licenciamento ambiental é o processo administrativo ao qual uma atividade é submetida, para possível aprovação do órgão competente. Neste processo, é analisada a localização, instalação, operação e ampliação dos empreendimentos que possam causar poluição e/ou degradação ambiental. A licença ambiental é ato administrativo em que o órgão competente estabelece os critérios e restrições de controle ambiental para a localização, instalação, operação e ampliação de algum empreendimento que venha a utilizar recursos naturais e que possa provocar poluição e/ou do ambiente.

Há três tipos de licenças: Licença Prévia (LP) – é concedida na primeira fase de instalação do empreendimento, com base na análise da localização e viabilidade ambiental; Licença de Instalação (LI) – permite a instalação do empreendimento, de acordo com o projeto aprovado, incluindo as medidas de controle ambiental; Licença de Operação (LO) – após a aprovação das medidas anteriores, esta permite a operação do empreendimento.

Cabe ressaltar que estas licenças podem ser expedidas de forma isolada ou sucessivamente, dependendo das características e fases do empreendimento. Também se faz necessário enfatizar que as licenças não possuem caráter definitivo, possuem prazos de validade, variando de acordo com o tipo de licença. Ainda podem ser suspensas ou canceladas caso haja algum descumprimento em relação às medidas exigidas pelo órgão competente.

4.4 Geoprocessamento aplicado ao licenciamento ambiental

Recolher informações sobre a distribuição geográfica dos minerais, vegetação, hidrografia, uso do solo, dentre outros, possui significativa relevância para o desenvolvimento da sociedade. Entretanto, a coleta destas informações era feita apenas em documentos e mapas de papel, tal fato impossibilita o cruzamento de diversos dados simultaneamente. Com o advento da tecnologia de informática, na segunda metade do século XX, fez-se possível armazenar e representar estas informações em computadores, permitindo a eclosão do geoprocessamento (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

De acordo com Silva e Zaidan (2009), o geoprocessamento consiste em apresentar informações referentes à localização de propriedades e eventos em uma base de dados de georreferenciamento, cujas informações servirão de apoio à tomada de decisão. O geoprocessamento é utilizado para tomada de importantes decisões em diversas áreas, como planejamento urbano e regional, análise de recursos naturais, comunicações, transportes, agricultura (LACERDA, 2010).

É possível fazer uso de diversas técnicas para a aplicação do geoprocessamento, visto que estas dependem do tipo do uso e da manipulação dos dados coletados. Dentre as tecnologias alocadas ao geoprocessamento, está o Sistema Geográfico de Informação (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR) (LACERDA, 2010). Os SIG são as ferramentas computacionais do geoprocessamento, eles permitem integrar dados de diferentes fontes e criar banco de dados georreferenciados (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

Um SIG é responsável pela coleta, pelo armazenamento e pela recuperação de informações espaciais representadas por dados de localização e/ou coordenadas geográficas. A aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica é bastante diversificada, podendo ser utilizada em: planejamento e gestão urbana, infraestrutura, agricultura, segurança, transporte e meio ambiente (SILVA et al., 2006).

O SR pode ser definido como o processo de obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (MARTINS; OLIVEIRA; BERNARDES, 2009). As contribuições do SR no licenciamento ambiental estão relacionadas ao uso e cobertura das terras do espaço geográfico considerado, bem como o levantamento e monitoramento que ocorrerem nestas áreas e os impactos ambientais provenientes das alterações. Ainda corroboram para o inventário de sequestro de carbono (MIURA et al., 2011). Em seus estudos, Martins, Oliveira e Bernardes (2009) utilizaram geoprocessamento associado ao sensoriamento remoto e SIG para avaliar o cumprimento do código florestal em área de extração de carvão vegetal no município de Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul. O uso de imagens de satélite permitiu comparar no decorrer do tempo as alterações pertinentes à área de estudo. Conclui-se que o geoprocessamento é uma ferramenta eficaz para avaliar o cumprimento da lei, visto que esta não foi cumprida. Verificou-se que as imagens de satélite não são suficientes para determinar o real estado das formações vegetacionais (MARTINS; OLIVEIRA; BERNARDES, 2009).

O geoprocessamento auxilia no monitoramento da biodiversidade, pois permite a coleta de dados para diversos estudos e análises complexas, ao assimilar simultaneamente informações de vários bancos de dados (SENA; NETO; LEITE, 2012). Portanto, a utilização deste recurso contribui para a realização deste trabalho, permitindo localizar as unidades produtoras e o ambiente físico em que estão inseridas.

5 Resultados da Empresa de estudo

O empreendimento escolhido para a implantação do Sistema de Gestão Ambiental é uma Unidade de Produção de Carvão (UPC) localizada na Fazenda Boa Vista, município de Olhos D'água – MG. A carvoeira é de propriedade da empresa Florestal, com sede na cidade de Olhos D'água e possui 10 anos atuando no setor de carvão vegetal.



Figura 3 - Unidade de Produção de Carvão (UPC) localizada na Fazenda Boa Vista município de Olhos D'água – MG

A UPC possui 105 fornos e gera um montante de 2000 metros de carvão (mdc) por mês, o equivalente a 540 toneladas de carvão vegetal por mês. Os fornos estão dispostos em 5 filas nomeadas de A à F, a tabela 1 apresenta a quantidade de fornos por fila.

Tabela 1 – Quantidade de fornos por fila

Fila	Nº de Fornos
A	23
B	18
C	19
D	20
E	17
F	8
Total	105

Cada forno contém 3,2 metros de diâmetro e 2,0 metros de altura e em média produzem cerca de 5,5 mdc de carvão por ciclo. O ciclo de cada forno dura em média 6 dias, inicia-se no enchimento do forno com a madeira e finaliza-se na retirada do carvão, durante essas etapas acontece a carbonização da madeira dentro do forno. A produção do carvão consome muitos recursos de forma direta e também indiretamente para o seu pleno funcionamento, entretanto a sua produção intensa gera alguns problemas ambientais.

5.1 Consumo de madeira

O consumo direto está relacionado à queima da madeira que provém do reflorestamento de árvores de eucalipto. Considerando uma taxa de conversão de 1,4, para a produção de 2000 mdc por mês, nesta carvoeira são gastos 2800 m³ de madeira no mês. Transformando m³ em estéreo (st), sendo a taxa de conversão de 1,4, no mês são gastos 3920 st de madeira de eucalipto nesta UPC.

De acordo com o inventário da madeira utilizada, são necessárias quatro árvores de eucalipto para se obter um m³ de madeira. Por tanto, são derrubadas um total de 11200 árvores por mês. Considerando que em cada hectare possui 1111 árvores, no mês são colheitas 10,1 hectares de madeira.

Tabela 2 – Conversões de madeira

mdc	madeira (m ³)	madeira (st)	árvore s	Hectare
2000	2800	3920	11200	10,08

É importante pontuar que a madeira de reflorestamento é sustentável e sua extração não é agressiva ao ecossistema local. Isso porque as árvores extraídas são repostas imediatamente em uma área de tamanho previamente designado. Ou seja, as florestas originais não são afetadas. O reflorestamento também contribui para o sequestro de CO₂ da atmosfera e pode ressignificar terras que antes eram improdutivas ou até mesmo inutilizadas.

5.2 Fumaça

Grande parte da produção de carvão vegetal é oriunda de rudimentares fornos de alvenaria, em que não ocorre controle de gases. Durante o processo de produção, de toda a madeira inserida para queima, apenas 30% é convertida em carvão vegetal, o restante da biomassa é emitido para atmosfera, aumentando a concentração de gases poluentes (SENA et al., 2014).



Figura 4 - Unidade de Produção de Carvão (UPC)

Há a emissão de gases não condensáveis, como metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), hidrogênio (H_2), etano (C_2H_6) e outros hidrocarbonetos. De acordo com Junior (2015), a tabela 3 apresenta a emissão desses gases para a produção de 1 tonelada de carvão vegetal.

TABELA 3 – Emissão de gases poluidores para cada 1 tonelada de carvão vegetal

Carvão (ton)	CO (ton)	CO ₂ (ton)	CH ₄ (ton)	C ₂ H ₆ (ton)
1	0,405	1,165	0,03	0,005

Considerando a produção mensal da carvoaria de 540 toneladas de carvão, a tabela 4 apresenta a quantidade em toneladas de cada gás emitido de acordo com Junior (2015).

TABELA 4 – Quantidade de gases emitidos em um mês

Carvão (ton)	CO (ton)	CO ₂ (ton)	16,2	C ₂ H ₆ (ton)
540	218,7	629,1	16,2	2,7

Os dados apresentados mostram que os gases da fumaça emitidos na queima da madeira é o principal dano ambiental desta carvoeira, portanto é fundamental a implantação de um sistema de gestão ambiental para minimizar esse impacto.

5.3 Consumo de água

A água utilizada na UPC é reservada em dois reservatórios de 16 m³ cada, totalizando 32 m³ de volume de reservatório. Os reservatórios são abastecidos por pipas móveis. Por semana são gastos 15000 litros de água, em média são gastos 60 mil litros de água por mês.

Esta água é destinada ao barrelamento dos fornos, higienização humana e higienização da área de vivência. Para o consumo humano a água é levada em garrafas térmicas, em médias são gastos 100 litros de água por dia para consumo, cerca de 3 mil litros de água por mês. A tabela 5 apresenta o consumo total mensal de água nesta UPC.

TABELA 5 – Consumo mensal de água

Não Potável	Potável	Total
60 m ³	3 m ³	63 3

5.4 Energia elétrica

A energia elétrica da carvoeira provém das placas solares, não sendo utilizado energia proveniente das hidrelétricas. A energia solar é uma das principais tecnologias sustentáveis instaladas na carvoeira. São usadas duas placas fotovoltaicas e em média são gerados 85 kWh por mês.

5.5 Resíduos sólidos

Em relação a geração de resíduos sólidos na carvoeira, o principal problema são as cascas da madeira, pois a madeira para ser queimada precisa estar em um estado de densidade ideal, quando atinge esse estado ela começa a desprender sua casca que não é utilizada na queima. Para fazer a limpeza da carvoeira a máquina retira essas cascas empilhando-as em um local, entretanto esse acúmulo de casca gera pilhas enormes. Embora as cascas sejam um material orgânico e algumas vezes esse material é retirado por agricultores locais para servir de esterco, a pilha de resíduos é enorme. Levando em consideração Ferreira et al. (1989), as cascas representam 11% da madeira, portanto se são produzidos 2800 m³ de madeira por mês, mensalmente são gerados em média 308 m³ de cascas.

Outros resíduos gerados são os lixos provenientes de sacolas plásticas, embalagem de produtos, papéis e os marmitex usados. O maior volume são os marmitex usados, média de 450 marmitex usados por mês, que totalizaram 5 quilos mensais. Já os outros resíduos somados deram 1,2 kilos por mês.

Na carvoeira há um local destinado para coleta seletiva desses resíduos. Esses resíduos são coletados e levados para o aterro sanitário do município.

5.6 Recursos Humanos

Há 15 funcionários atuando na operação da carvoeira, todos os funcionários registrados de carteira assinada e recebem todos os direitos trabalhistas, além de serem fornecidos a eles todos os EPIs necessários para manterem a sua saúde e a segurança.

6. Ações planejadas (Definição dos objetivos, metas e planos de ação):

a. Para os impactos significativos serão definidos objetivos, metas e planos de ação visando minimizá-los.

Os impactos mais significativos gerados por esta carvoeira são a emissão de gases na atmosfera devido ao processo de carbonização da madeira e os resíduos sólidos provenientes das cascas da madeira.

6.1 Geração de gases não condensáveis durante o processo de carbonização da madeira

A queima da madeira provoca a emissão de gases não condensáveis, como metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), hidrogênio (H₂), etano (C₂H₆) e outros hidrocarbonetos. Alguns destes gases corroboram para o efeito estufa, como o monóxido e dióxido de carbono, metano e outros hidrocarbonetos. O efeito estufa é um fenômeno natural e necessário. Mantém a manutenção da temperatura global, sem este a temperatura seria 33°C mais baixa, não permitindo as formas de vida que existem atualmente. Entretanto, a emissão exagerada de alguns gases intensifica o efeito estufa, provocando alterações climáticas em todo o planeta. Essa grande concentração de gases dificulta que o calor seja devolvido ao espaço, aumentando, conseqüentemente, as temperaturas do planeta. (AMORIM, 2012).

- **Objetivo:** Diante dessa problemática ambiental foram definidas ações planejadas na qual o objetivo é promover a produção sustentável do carvão vegetal, reduzindo a emissão de gases não condensáveis durante a queima da madeira, contribuindo assim para a desaceleração do efeito estufa.

- **Meta:** Reduzir em 50% a massa do gás emitidos durante a queima da madeira e mais de 50000 de extrato pirolenhoso.

- **O plano de ação:** Para alcançar a presente meta é atingir ao objetivo, será feita uma adaptação nos fornos existentes na UPC para recolher subprodutos oriundos da carbonização da madeira. O subproduto em questão é o líquido pirolenhoso obtido através da condensação da fumaça, podendo ser utilizado como fertilizante orgânico, fungicida, repelente e nematicida, dentre outros.



Figura 5 – Adaptação de um forno para geração de líquido pirolenhoso

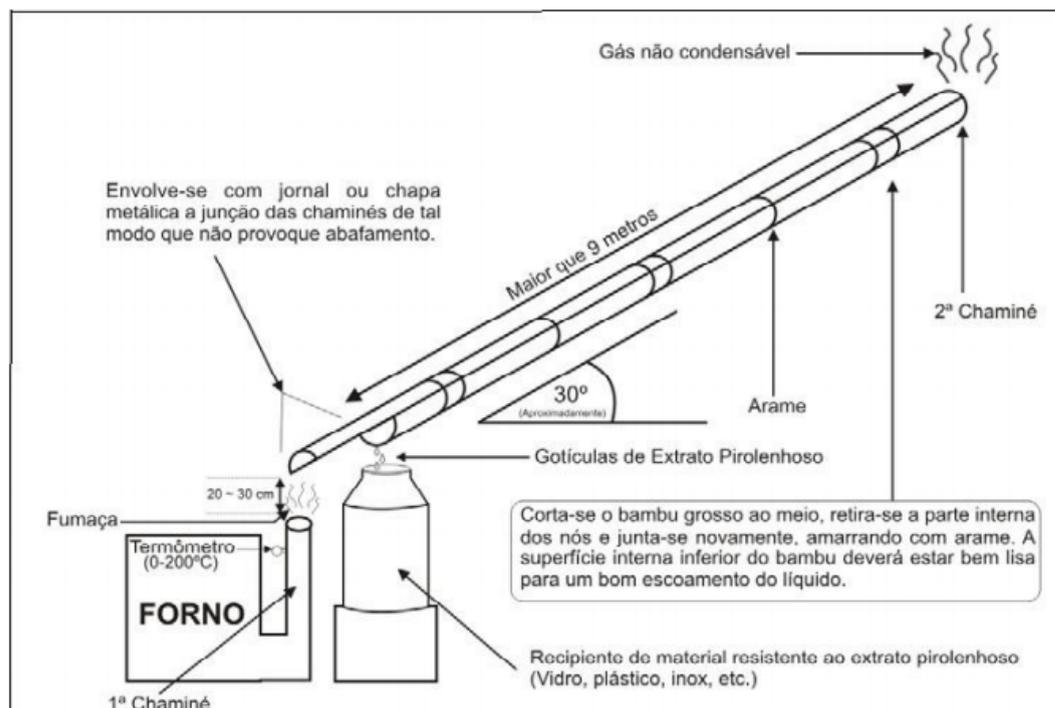


Figura 6 - Sistema de coleta de líquido pirolenhoso

Para Brito (1990, apud TACCINI, 2010), durante o processo de carbonização, alguns compostos são condensados, chegando a representar 50% do total da massa da madeira, destaca-se a água (28%) e produtos orgânicos (22%). Estes últimos são identificados e quantificados na tabela abaixo. O líquido pirolenhoso é constituído exclusivamente por

compostos orgânicos, derivado de um recurso renovável, tais características o tornam apto para ser utilizado em sistemas orgânicos de produção (MADAIL; SIMA, 2011).

Tabela 6 – Geração de produtos orgânicos durante o processo de carbonização

Produto Orgânico	Quantidade (%)
Ácido acético	6
Metanol	2,5
Compostos aromáticos	3,5
Derivados fenólicos	3
Aldeídos e derivados	1
Piche	6

O líquido pirolenhoso pode ser aplicado em diversas situações, como para repelir determinadas pragas e prevenir doenças em alguns cultivos agrícolas, pode servir como repelente de pássaros, morcegos e roedores (MIYASAKA et al., 2001, apud GONÇALVES et al., 2010). Na indústria florestal, o líquido pirolenhoso é aplicado na madeira, evitando agentes deterioradores, este é seu mais antigo emprego (PAES et al., 2002, apud GONÇALVES et al., 2010). O alcatrão pode ser utilizado como óleo combustível, dissolvente, produtos farmacêuticos, aromatizantes (BRITO; BARRICHELO, 1981).⁴²

Encarnação (2001) descreve que há uma redução de até 50% da quantidade de fumaça emitida para atmosfera. Quanto à produção de líquido pirolenhoso bruto, conforme Schnitzer (2009) a carbonização de 100 kg de madeira produz cerca de 8 litros de extrato pirolenhoso bruto. Já para a produção de 100 kg de carvão são produzidos 11,2 litros de extrato pirolenhoso bruto, sendo produzido por mês 60480 litros do subproduto.

Tabela 7. Quantidade de fumaça emitida para atmosfera antes implantação do sistema

Madeira (kg)	Carvão (kg)	Extrato pirolenhoso (l)
100	71,43	8
140	100	11,2
75600	540000	60480

Utilizando a conversão da UPC, para o m³ de cúbico de carvão são produzidos 30,24 litros de extrato pirolenhoso bruto. Cerca de 70% deste produto será vendido para cobrir os investimentos feitos para a construção da adaptação.

Tabela 8. Quantidade de fumaça após processo de pirólise

Carvão (ton)	Fumaça (ton)	carvão ton/mês	Fumaça ton/mês	Fumaça após processo de pirólise
1	1,605	540	866,7	433,35

Com a redução de 50% da fumaça, com o sistema adaptado será possível reduzir a emissão de 433,35 toneladas de gases não condensáveis.

6.2 Resíduos sólidos provenientes das cascas da madeira:

- **Objetivo:** Reduzir pela metade o volume de cascas provenientes das toras de madeira, promovendo a limpeza e abertura de espaço na UPC e contribuindo para a agricultura da região.

- **Meta:** Reduzir em 50% a quantidade de resíduos sólidos provenientes das cascas da madeira.

- **Ações planejadas:** Buscam reduzir as cascas da madeira através de uma parceria junto a prefeitura municipal da cidade, na qual a carvoeira disponibilizará o material gratuitamente e a prefeitura se encarregará em transportar o material para os agricultores da região, visto que esse material funciona como esterco e podem ser utilizadas em áreas de pastagem e de plantação. Para estimular ainda mais o apoio dos agricultores e com isso estimular o ingresso da prefeitura nesse projeto a UPC doará também 30% de seu extrato pirolenhoso produzido, cerca de 18000 litros do subproduto aos agricultores cadastrados no programa. Estes dois produtos contribuirão para o aumento da produção agrícola da região.

6.3 Formas de comunicação e critérios de avaliação de desempenho ambiental

Uma das referências conceituais mais utilizadas para seleção de Indicadores de Desempenho Ambiental na empresa é a NBR ISO 14031 (ferramenta de gestão ambiental), onde se descrevem 2 categorias gerais de indicadores a serem considerados na condução da Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA) que são:

1. Indicador de Condição Ambiental (ICA);
2. Indicador de Desempenho Ambiental (IDA);

A ABNT NBR ISO 14031 dá suporte aos requisitos da ABNT ISO 14001 e às orientações da ABNT ISO 14004, mas também pode ser usada independentemente.

A ISO 14031 objetiva medir e analisar o desempenho ambiental de uma empresa, para comparar os resultados com as metas definidas no estabelecimento do sistema de gestão ambiental, e comprovar as melhorias alcançadas. A NBR ISO 14031 foi publicada em 2004 e poderá, dentre outras coisas, auxiliar as organizações a identificar os aspectos ambientais; determinar os aspectos ambientais que serão tratados como significativos; estabelecer critérios para seu desempenho ambiental e avaliar e comparar seu desempenho ambiental com outras organizações.

Definição da Comunicação Ambiental A comunicação ambiental é um dos elementos-chave de estratégias ecoorientadas, ao lado de fatores como a eco-eficiência, os sistemas de controle ambiental, entre outros fatores que têm se tornado uma questão de competitividade nas empresas. Diferentemente da comunicação de marketing, a comunicação ambiental pressupõe a divulgação franca e abrangente de informações para stakeholders relevantes - internos e externos – com o objetivo de informar sobre a performance e os impactos ambientais da organização, fazendo uso de um processo de comunicação de vias múltiplas, linguagem focada na público, recebendo e respondendo demandas, questões e comentários de stakeholders, e, se possível, implementando-as em seus processos. Por fazer parte tanto do sistema de Gestão Ambiental quanto das

atividades genéricas de Comunicação do Negócio, a Comunicação Socioambiental deve estar em linha com ambos para garantias de consistência e de coerência com os demais princípios da organização. Assim como nos conceitos de origem (isto é, na Comunicação Geral e na Gestão Ambiental), na Comunicação Socioambiental é possível distinguir diferentes níveis: políticas, estratégias e programas ou ferramentas.

Para a questão das atividades de gerenciamento como um todo, pode-se detectar, a partir da visão de uma empresa, uma série de elementos agrupados em três diferentes níveis. No primeiro nível, chamado Normativo, encontram-se as estruturas chave do gerenciamento, como a missão, os princípios e políticas que irão nortear a administração. No nível seguinte, o Estratégico, estão as estruturas típicas de modelos de gerenciamento, com as estratégias e todos os processos; e por fim, no nível Operativo estão as estruturas dos programas de atividades, como as metas, projetos e ferramentas.

7. Conclusão

Este estudo representa um passo significativo na direção da produção sustentável de carvão vegetal, abordando várias questões cruciais relacionadas à indústria. Ao promover estratégias que reduzam as emissões de gases não condensáveis durante a queima da madeira, implementando sistemas inovadores para reduzir as emissões atmosféricas e cumprindo rigorosamente as legislações pertinentes, conseguimos criar um modelo exemplar para a produção de energia vegetal.

A aplicação estratégica do geoprocessamento não apenas simplificou o processo de licenciamento ambiental, mas também garantiu a proteção de ecossistemas sensíveis. Além disso, ao reduzir pela metade o volume de cascas provenientes das toras de madeira, conseguimos não apenas promover a limpeza nas Unidades de Produção de Carvão (UPC), mas também contribuir significativamente para o setor agrícola local, fornecendo um material valioso para a agricultura .

O estabelecimento de formas de comunicação transparentes e a implementação de critérios de sistemas de avaliação de desempenho ambiental não apenas promoveram a responsabilidade corporativa, mas também permitiram uma colaboração eficaz com as partes interessadas, incluindo comunidades locais e órgãos reguladores.

Estes resultados indicam que a produção sustentável de carvão vegetal não é apenas viável, mas também economicamente benéfica e socialmente responsável. Além de beneficiar o meio ambiente, nossas estratégias têm o potencial de se tornar um modelo replicável em outras regiões, promovendo práticas industriais sustentáveis em uma escala mais ampla.

No entanto, é crucial continuar inovando e adaptando as nossas estratégias à medida que as condições ambientais e regulatórias evoluem. O compromisso contínuo com a pesquisa e o desenvolvimento é essencial para garantir que permaneçamos na vanguarda da produção de carvão vegetal sustentável, liderando não apenas em termos de eficiência industrial, mas também em termos de responsabilidade ambiental e social.

Portanto, com uma abordagem integrada e um compromisso inabalável com a sustentabilidade, pode-se transformar não apenas a indústria do carvão vegetal, mas

também o impacto de todos no mundo, preservando os recursos naturais para as gerações futuras.

Referências

BOTH, Francielle; FISCHER, Augusto. Gestão e contabilidade ambiental. Unoesc & Ciência-ACSA, v. 8, n. 1, p. 49-58, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, 2006. 182p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução n. 357, de maio de 2021.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA Nº 306 de 07 de Dezembro de 2004. BRASIL. Resolução do Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente Nº 275 de 25 de Abril de 2001.

BRASIL. Resolução do Ministério do Meio Ambiente Conselho Nacional do Meio Ambiente No 358 de 29 de Abril de 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Lei 12.305/10.

COLARES, Ana Carolina Vasconcelos; ATHAYDE, Márcia; DA CUNHA, Jacqueline Veneroso Alves & RIBEIRO, Maísa de Souza. As Empresas com Certificação ISO 14001 Realmente têm uma Atividade Ambiental Superior?. *Sistemas & Gestão*, v. 10, n. 3, p. 356-368, 2015.

MARIQUITO, João Vitor Machado; SILVA, Lethícia de Almeida Garcia.; PORFÍRIO, Vítor Hugo Martins; ARAUJO, Rafael Mendes & ABREU, Sanderson Rocha. Estudo de referencial teórico: normas de qualidade integrantes da série ISO 9000 aplicáveis ao sistema de gestão da qualidade. *Anais do IX SIMPROD*, 2017.

OLIVEIRA, Otávio José; SERRA, José Roberto. Benefícios e dificuldades da gestão ambiental com base na ISO 14001 em empresas industriais de São Paulo. *Produção*, v. 20, p. 429 citation_lastpage= 438, 2010.

VECHI, Nivea Regina Gallo; GALLARDO, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo; TEIXEIRA, Cláudia Echevengua. Aspectos ambientais do setor da construção civil: uma contribuição para a adoção de sistema de gestão ambiental pelas pequenas e médias empresas de prestação de serviços. *Sistemas & Gestão*, v. 11, n. 1, p. 17-30, 2016.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à Ciência da Geoinformação. 2 a ed. rev. São José dos Campos: INPE, 2001.

CARDOSO, M. T. et al. Construção de um sistema de queima de gases da carbonização para redução da emissão de poluentes. *Cerne, Lavras*, v. 16, p. 115-124. 2010

CARNEIRO, A.C.O. et al. Estudo da viabilidade técnica e econômica da produção de carvão vegetal em fornos circulares com baixa emissão de poluentes. Viçosa: CEPEA/ESALQ, 2012.

DE OLIVEIRA, Paulo Tarso Sanches et al. Geoprocessamento como ferramenta no licenciamento ambiental de postos de combustíveis. *Sociedade & Natureza*, v. 20, n. 1, p. 87-99, 2008.

DIAS, E. A. et al. Processo de trabalho e saúde dos trabalhadores na produção artesanal de carvão vegetal em Minas Gerais, Brasil. *Cad. Saúde Publica*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 269–277, jan/fev, 2002.

LACERDA, J. M. F. Uso do geoprocessamento na expansão urbana: o caso das comunidades subnormais do município de Bayeux – PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3, 2010, Recife – PE. *Anais eletrônicos...* Recife, 2010.

MACHADO, G. H. et al. Montagem e caracterização de um forno piloto para a produção e recuperação do extrato pirolenhoso proveniente da carbonização da madeira. *Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2930, 2013.

MARTINS, C. A.; OLIVEIRA, A. M.; BERNARDES, C. R. Geoprocessamento como instrumento do código florestal em área de extração de carvão vegetal no Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul. *Embrapa Informática Agropecuária/INPE*, p. 470 – 479, 2009.

MIURA, Adalberto K. et al. Avaliação de áreas potenciais ao cultivo de biomassa para produção de energia e uma contribuição de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 607-620, 2011.

MOURA, A. P.; CAMPOS, J. E.; MAGALHÃES, S. R. Melhoria da qualidade de serviço na produção de carvão no setor de carbonização: um estudo de caso. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, Betim, MG, v. 8, n. 1, 2010.

OLIVEIRA, A. C. et al. Otimização da produção do carvão vegetal por meio do controle de temperaturas de carbonização. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 557-566, 2013. Disponível em: . Acesso em: 28 abr. 2016.

OLIVEIRA, A. C. et al. Viabilidade econômica da produção de carvão vegetal em dois sistemas produtivos. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 143 – 152, jan./mar. 2014.

OLIVEIRA, A. C. Sistema Forno-Fornalha para Produção de Carvão Vegetal. 2012. 74 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

OLIVEIRA, R. L. M. Instrumentação e análise térmica do processo de produção de carvão vegetal. 2009. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

SENA, Marcelo Monteiro Fonseca et al. Potencialidades do extrato pirolenhoso: práticas de caracterização. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 18, p. 41-44, 2014.

SILVA, Danielly Ferreira; LIMA, Gustavo Ferreira. Empresas e meio ambiente: contribuições da legislação ambiental. *INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar*, v. 10, n. 2, p. 334-359, 2013.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. *Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

SILVA, Luciene Regina Pinheiro da et. al. Risco de exposição e a saúde do trabalhador em uma carvoaria no município de Sinop/MT. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Federal de Mato Grosso, 2006.

TACCINI, M. M. Estudo das metodologias da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, referentes à emissões de gases de efeito estufa na produção de carvão vegetal. 2010. 87 f. Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2010.

UHLIG, A.; GOLDEMBERG, J.; COELHO, S. T. O uso de carvão vegetal na indústria siderúrgica brasileira e o impacto sobre as mudanças climáticas. *Revista Brasileira de Energia*, v. 14, n. 2, p. 67-85, 2008.

VERDUM, R.; MEDEIROS, R. M. V. (Orgs). *RIMA: relatório de impacto ambiental: legislação, elaboração e resultados*. 5 ed. Ver. Ampl. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

VITAL, Marcos Henrique Figueiredo; PINTO, Marco Aurélio Cabral. Condições para a sustentabilidade da produção de carvão vegetal para fabricação de ferro-gusa no Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 30, p. 237-297, 2009.