

Eficiência Energética: Mercado de Créditos de Carbono como contribuição ao Brasil

Alexandra Maria Sandy (Faculdade Pitágoras, Campus Poços de Caldas - MG) alexasandy@gmail.com

Luciana Cristina de Carvalho Ramos (Faculdade Pitágoras, Campus Poços de Caldas - MG)

lucianacristinaramos@gmail.com

Gustavo Henrique Judice (Faculdade Pitágoras, Campus Poços de Caldas - MG) gustavoghj@hotmail.com

Diego Henrique de Almeida (Faculdade Pitágoras, Campus Poços de Caldas - MG) diegoestruturas@gmail.com

Erlandson de Lima Ricardo (Faculdade Pitágoras, Campus Poços de Caldas - MG)

erlandson.ricardo@pitagoras.com.br

Resumo:

Atualmente a questão energética tornou-se uma grande preocupação internacional. No modelo energético vigente, sustentado pelos combustíveis fósseis, a geração, distribuição e uso da energia envolvem problemas como desequilíbrio ambiental, demanda energética exponencial, distribuição desigual e o esgotamento e altas de preços das fontes de energia tradicionais. Neste cenário, é indiscutível a importância de uma gestão que perceba a importância de energia renováveis. Para solucionar tais problemas, a comunidade internacional reúne forças com o intuito de encontrar mecanismos alinhados com o conceito-chave de desenvolvimento sustentável, abrangendo coesão social, crescimento econômico e equilíbrio com o meio ambiente. Neste contexto foi assinado em 1997 o Protocolo de Kyoto, dando origem ao mercado de créditos carbono – instrumento econômico com o intuito de incentivar a redução global de emissões de gases de efeito estufa. O mecanismo permite o financiamento de projetos mitigadores do fenômeno de aquecimento global em países em desenvolvimento. O trabalho contextualiza os problemas climáticos e energéticos atuais e analisa o papel do mercado de créditos de carbono para a construção de um paradigma energético e climático que seja mais sustentável no âmbito internacional, particularmente, no Brasil.

Palavras chave: Desenvolvimento Energético, Crédito de Carbono, Sustentabilidade.

Energy Efficiency: Carbon Credits Market as a contribution to Brazil

Abstract

Currently this energy issue has become a major international concern. In the current energy model, supported by fossil fuels, the generation, distribution and use of energy involve problems like environmental imbalance, exponential energy demand, unequal distribution and the depletion of traditional and high energy sources prices. In this scenario, it is indisputable the importance of management who understands the importance of renewable energy. To solve such problems, the international community gathers forces in order to find mechanisms aligned with the key concept of sustainable development, including social cohesion, economic growth and balance with the environment. In this regard it was signed in 1997 the Kyoto Protocol, giving rise to carbon credits market - economic instrument in order to encourage the overall reduction of greenhouse gas emissions. The mechanism allows the financing of projects mitigating the global warming phenomenon in developing countries. The work contextualizes the current energy and climate issues and examines the role of carbon credits market for the construction of an energy and climate paradigm that is more sustainable in the international arena, particularly in Brazil.

Key-words: Energy Development, Carbon Credit, Sustainability.

1. Introdução

No Brasil as usinas hidrelétricas representam 70% da matriz energética brasileira, com evolução de mais 13 mil MW de potência até na década de 70 para 70 mil MW no início do século atual.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2015), afirmam que estão em operação atualmente na matriz energética brasileira 1.122 empreendimentos de fontes hidráulicas, 209 já aprovados para e outros 34 em construção.

O Ministério de Minas e Energia (MME) em seu projeto de expansão de 2022 antevê que a participação das hidrelétricas deve cair para 65% já no início da próxima década, reportando que a carga de energia crescerá 4,2% ao ano, passando dos atuais 63 mil megawatts médios para mais de 91 mil megawatts em 2022.

Presenciamos recentemente, períodos de estiagem e falta de água, esvaziamento das represas junto a ameaças ao abastecimento, racionamento de energia em alguns Estados e temor de futuros apagões, o que enfatizou a emergência da diversificação da matriz energética brasileira.

Rezende (2015) assegura que a energia cresce 4% ao ano e em 2030 não haverá mais tantas usinas hidrelétricas para construir. Nesta visão de longo prazo, o planejamento estratégico energético do país deve visar às fontes renováveis de energia como solar, eólica e biomassa. As energias alternativas nunca vão substituir a que é predominante, porém elas devem ser complementares para atender às necessidades da demanda, uma vez que são fundamentais para a matriz e salutar para o meio ambiente.

Neste âmbito, o mercado de Créditos de Carbono há mais de dez anos em operação surge como uma espécie de facilitador para o desenvolvimento das fontes de energias renováveis, por meio de investimento em tecnologias mais eficientes dos países desenvolvidos em países em desenvolvimento, a fim de compensarem os impactos de suas atividades econômicas. A maioria dos projetos visam a substituição de fontes de energias fósseis por renováveis, tornando esta uma oportunidade de diversificação.

2. Desenvolvimento Energético Sustentável

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (2007) três objetivos sustentáveis podem levar a um desenvolvimento energético sustentável, que se relacionam com as variáveis expressas anteriormente. São eles:

- **Acessibilidade:** Há que se considerar a necessidade não somente a quantidade de energia a ser disponibilizada, mas em quais regiões existem maior demanda, ofertando assim o acesso aqueles economicamente menos favorecidos.
- **Disponibilidade:** as atuais reservas energéticas disponíveis são relativamente modestas e estão cada vez mais baixas havendo a necessidade de complexas políticas energéticas, haja visto que o setor depende também de investimentos privados. Espera alcançar tais objetivos optando-se prioritariamente por opções renováveis.
- **Aceitabilidade:** ações necessárias com a capacidade de proporcionar ganhos significativos frente aos grandes desafios, exigindo grande ação do poder público alocando bens e recursos para que possa ser possível a inserção da variável socioambiental no processo decisório na formulação de políticas públicas neste sentido.

2.1 Eficiência Energética

A eficiência energética gera economia de energia através da otimização dos recursos envolvidos, evitando perdas, o que reduz a demanda energética e os impactos ambientais decorrentes da produção e uso da energia. Assim, eficiência energética é a taxa que relaciona a energia útil que sai de um sistema, processo de conversão ou atividade, com a quantidade de energia inicial (IPCC, 2007).

Segundo Rezende (2008), economizar energia é de longe o jeito mais eficiente de melhorar a segurança do abastecimento de energia e de reduzir as emissões de dióxido de carbono. Além disso, ajuda a fomentar a competitividade econômica e estimula o novo mercado de tecnologias e produtos de eficiência energética.

A autora cita dados do Instituto Nacional de Eficiência Energética (2008), que esclarecem que o custo para se produzir 1 Watt é de R\$ 4,00. Assustadoramente, o custo para reduzir o mesmo Watt é muito inferior: no caso da troca de uma lâmpada incandescente por uma fluorescente, por exemplo, existe uma economia de aproximadamente 77W a um custo de apenas R\$ 0,15. A conservação de eletricidade reduz o consumo e posterga a necessidade de investimentos em expansão da capacidade instalada, sem comprometer a qualidade dos serviços prestados aos usuários finais. A eficiência energética é, sem dúvida, a maneira mais efetiva de ao mesmo tempo reduzir os custos e os impactos ambientais locais e globais. Além disso, a conservação diminui a necessidade de subsídios governamentais para a produção de energia.

2.2 Energias Renováveis

A energia renovável é obtida de fontes naturais capazes de se regenerar, incluindo fontes tecnológicas não emissoras de carbono, como a energia solar, hídrica, eólica, geotérmica, das marés e ondas de calor, assim como tecnologias carbono-neutro como a biomassa (IPCC, 2007).

Ainda segundo explanações do IPCC as energias renováveis servem como substitutas dos combustíveis fósseis e atendem à perspectiva do desenvolvimento energético sustentável, por estarem amplamente disponíveis, garantindo a segurança de suprimento e reduzindo a dependência geopolítica derivada das importações de petróleo. Além disso, são menos poluidoras, e podem se tornar mais acessíveis que os combustíveis fósseis em um cenário de escassez e restrições a fontes fósseis de energia por políticas climáticas. A Figura 1 apresenta o percentual de fontes renováveis ofertadas no mundo e no Brasil.

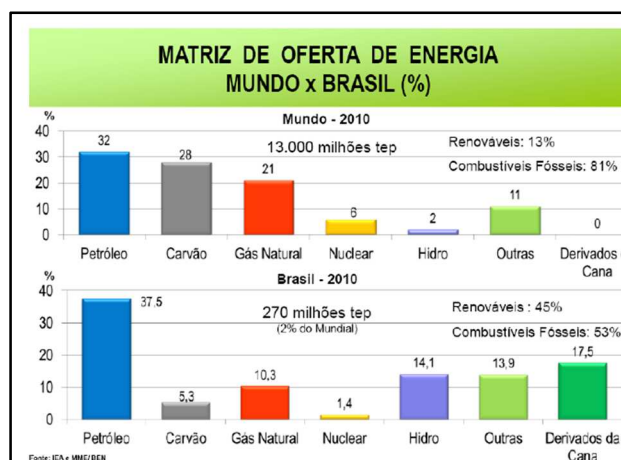


Figura 1 - Percentual de oferta de energias renováveis no Brasil e no mundo

A economia mundial, devido aos últimos acontecimentos naturais já citados acima, tem passado por uma reestruturação em busca de uma sociedade com desenvolvimento sustentável. No âmbito brasileiro podemos citar o racionamento de energia elétrica de 2001 que sofreu com a seca dos reservatórios das hidrelétricas. Neste contexto, a diversificação da matriz energética brasileira passou a ser fator estratégico com incentivo de geração a partir de fontes alternativas tais como eólica, biomassa e pequenas centrais hidroelétricas. (REZENDE, 2008).

3. Protocolo de Kyoto e mercado de carbono

Conforme Pinotti (2010) até chegar ao Protocolo de Kyoto, houve uma série de discussões que provocaram a tomada de consciência dos atuais problemas ecológicos do mundo. Em 1972, na Suécia, cidade de Estocolmo realizou-se a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano. O primeiro encontro de líderes de Estado para discutir o assunto, o que contribuiu para o reconhecimento global dos riscos do meio ambiente e da necessidade de um esforço coletivo dos governos e dos setores produtivos para futuras mudanças no modelo produtivo vigente.

Descreve Limiro (2009) que o referido protocolo contou inicialmente com o comprometimento de 39 países na redução das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera por meio de metas e prazo estabelecido e somente entrou em vigência internacional no ano de 2005, pois para entrar em vigor teria que ser ratificado por um número de países que significasse 55% do total de emissões mundiais, o que foi possível com a adesão do Canadá e da Rússia no final de 2004.

O Protocolo de Kyoto tem como finalidade traçar metas para a redução de emissão de gases causadores do efeito estufa, de forma clara, concreta, bem oposto aos outros tratados que traçavam esses objetivos de forma mais genérica, sem critérios. Exatamente por já trazer a quantidade necessária de redução dos gases poluentes, bem como a forma e o prazo que as mesmas devem se dar, que o Protocolo de Kyoto levou muito tempo para arrumar adeptos mínimos de Estados para sua entrada em vigor, com mencionado no parágrafo acima, mesmo porque estes gases poluentes estão profundamente vinculados às principais produções industriais dos países o que, sem dúvidas, ocasionam impactos irreversíveis na economia. (LOMBARDI, 2008).

Seiffert (2009) *apud*. Silva e Macedo (2012) confirma que o fator econômico é sem dúvidas, o maior obstáculo para a ratificação do Protocolo de Kyoto. A redução dos gases poluentes implica, diretamente, em adoção de medidas que demandam recursos financeiros para sua implementação, sem contar no que se deixa de obter, uma vez que grandes partes das atividades industrializadas, para não dizer todas, que movimentam a economia do planeta, emitem gases poluentes de forma intensa.

O financiamento de atividades sustentáveis pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) consiste em diminuir a dependência de combustíveis fósseis nos países em desenvolvimento e, conseqüentemente a menos emissões ao longo da execução dos projetos de MDL que poderão ser implantados nos setores: energético, de transporte e florestal. (LORENZONI, 2009).

Os créditos de carbono se relacionam de forma intrínseca ao MDL e, devido sua importância, será tratado em tópico específico.

3.1 MDL: instrumento para o desenvolvimento sustentável

Criado pelo artigo 12 do Protocolo de Kyoto, o MDL, considerado único mecanismo de flexibilização que admite a participação de países em desenvolvimento, originou-se de uma proposta brasileira de que se estabelecesse um fundo que receberia contribuições de alguns

países, segundo sua contribuição para o aumento da temperatura global. O dinheiro arrecadado pelo Fundo de Desenvolvimento Limpo seria designado aos países em desenvolvimento, com o propósito de alavancar o surgimento de novas tecnologias limpas (ARAÚJO, 2008; SANDY, 2015).

Para que os projetos de MDL sejam considerados elegíveis, as atividades propostas precisam observar alguns critérios essenciais, dentre eles o da adicionalidade, que implica a comprovação da redução eficaz da emissão de GEE ou remoção de CO₂ adicional ao que aconteceria na falta desse projeto. Outra condição indispensável é que o projeto coopere para o desenvolvimento sustentável do país. Em resumo, o projeto deverá provar benefícios concretos, mensuráveis e de longo prazo na procura de solucionar de fato a mudança do clima (SILVA JUNIOR, 2011).

Os tramites de um projeto MDL seguem uma lógica parecida com a Certificação de Sistemas de Gestão, de acordo com o modelo da ISO. Neste processo aparecem diferentes agentes importantes: a Autoridade Nacional Designada (AND), Entidade Operacional Designada (EOD) e o Comitê Executivo do MDL (CEMDL). Todos garantem a credibilidade do processo de certificação dos Créditos de Carbono (LOMBARDI, 2008). A Figura 2 ilustra a estrutura organizacional do MDL.

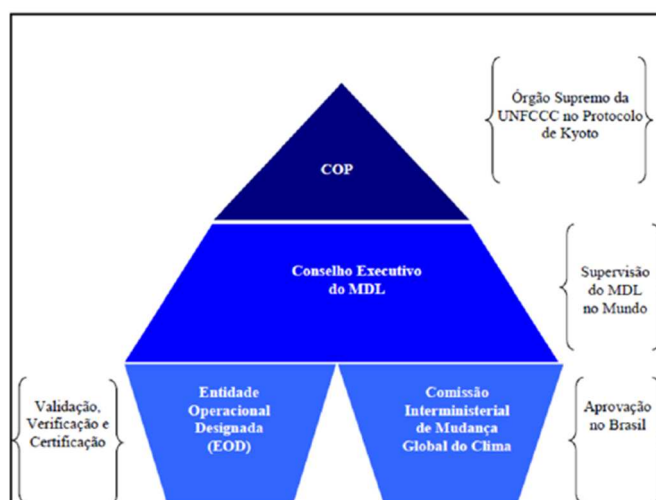


Figura 2 – Estrutura organizacional do MDL

Uma unidade de Certificado de Emissão Reduzida (CER) corresponde a cada tonelada de métrica de dióxido de carbono equivalente, removida ou reduzida por um projeto. O cálculo da equivalência ao dióxido de carbono é feito conforme o Potencial de Aquecimento Global de cada um dos gases, índice divulgado pelo IPCC. Com ele, pretende-se padronizar as quantidades dos diversos gases de efeito estufa em termos de dióxido de carbono equivalente, possibilitando que reduções de diferentes gases sejam somadas com pesos similares (ARAÚJO, 2008).

Em meio a riscos e incertezas faz-se necessário analisar os lucros que as mesmas geram. Para melhor entendimento sobre o montante de dinheiro que envolve no Mercado de Carbono, vale destacar que, apenas no dia 14 de janeiro de 2005, a Bolsa de Chicago negociou o volume recorde de 21000 toneladas de carbono, sendo 10000 toneladas em uma única transação, o mercado de créditos de carbono movimentou US\$ 11,6 bilhões durante todo o ano de 2005 (VIEIRA, 2013).

Nos dados de Firjan (2014) o potencial de geração de energia renovável do PROINFA, por exemplo, é estimado em 32,6TW/h por ano, o que representa um potencial de mitigação entre 3,47 e 8,49 milhões de toneladas de CO₂ e anualmente. Isso, consequentemente complementa

Chacon (2007), gera um potencial de venda de créditos de 52 a 128 milhões de euros, a serem aplicados na execução de projetos mitigadores do aquecimento global e de construção de uma matriz energética brasileira mais limpa e eficiente.

No parecer de Silva Junior (2011), o Brasil é um dos países com maior potencialidade em termos de oferta de créditos de carbono devido às condições privilegiadas em termos de área, regime climático e patrimônio hídrico, associadas a um potencial produtivo ainda por explorar, fizeram do Brasil candidato natural a usufruir do MDL como meio de desenvolvimento sustentável, recebendo investimentos em tecnologias e em pesquisa, e cooperando com a comunidade mundial para a desaceleração do Aquecimento Global.

De acordo com Vieira (2013), no Brasil, os créditos de carbono movimentam uma imensa quantidade de recursos, chegando a ultrapassar US\$ 400 milhões/ano. E segundo Kulay, Miraglia e Hummel (2008), a responsabilidade de aprovação de projetos de MDL no país é da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC).

3.2 MDL e projetos de eficiência energética

Segundo o Conselho Mundial de Energia (WEC) (2007) citado por Rezende (2008) as diferenças entre os países no que tange à emissão de GEE não têm como principal causa, nem a intensidade energética, que é a energia utilizada para cada unidade produzida, nem a procura total de energia.

O fator principal a ser considerado é a intensidade de carbono da energia, nada mais que a quantidade de dióxido de carbono CO₂ emitida, por unidade de energia utilizada. E afirma que em curto e médio prazo, o setor da eletricidade é o que apresenta maior potencial para diminuir emissões e intensidade de carbono, devido à disponibilidade de tecnologias limpas com emissões reduzidas ou mesmo nulas de carbono. A Figura 3 evidencia o setor energético e as emissões por atividades.

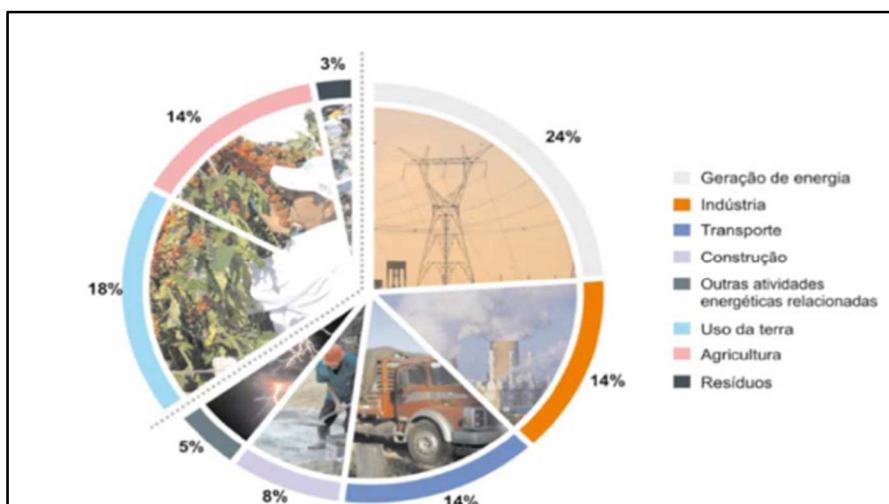


Figura 3 – Setor energético e emissão de CO₂

E o MDL de encontro a essa afirmação e suas possibilidades de redução nos setores de energia apontados na figura 15, atraiu em nível mundial o interesse dos participantes. Nas estatísticas da UNFCCC (2014) a indústria de energia do Brasil liderava com 197 projetos, seguida pelo Tratamento e eliminação de resíduos (85), Agricultura (59), Indústria manufatureira (9), Indústria Química (7), Florestamento e Reflorestamento.

Até 30 de novembro de 2014 a capacidade total instalada das atividades de projeto no âmbito do MDL no Brasil na área energética era de 15.722 MW. As Hidrelétricas lideravam com 9.933

MW; seguidas pelas Usinas Eólicas com 4.046 MW, Biomassa Energética 1227 MW, Gás de Aterro com 252 MW e outras atividades de projeto com 264 MW (UNFCC, 2014).

4. Metodologia

Considerando o propósito do presente estudo, seus objetivos e sua adequada compreensão foi utilizada a pesquisa exploratória, que segundo Vergara (2004) “visa prover o pesquisador de um maior conhecimento sobre o tema ou problema de pesquisa em perspectiva”. A autora enfatiza que a mesma é apropriada para os estágios de investigação em que o pesquisador não possui familiaridade com o fenômeno ou não o conhece de forma suficiente.

Esta pesquisa caracteriza-se, portanto como um estudo exploratório, com tratamento qualitativo e quantitativo dos dados coletados por meio de DCP (Documento de Concepção de Projetos) e contatos gestores de projetos de MDL.

5. Resultados e discussões

No presente capítulo serão apresentados os 3 projetos pesquisados, sendo preservados os nomes das empresas e dos mesmos, uma vez que, o objetivo do presente trabalho não é expor nenhuma empresa e sim buscar entender o alinhamento entre os projetos de MDL como facilitador para a eficiência energética em nosso país.

5.1 Projeto 1: Geração de energia pela utilização de gás de aterro sanitário

Este projeto, aqui denominado com projeto 1 teve início em 2008. E foi realizado em um Aterro Sanitário no estado do Amazonas, tendo como objetivo extrair gás de aterro (LFG), queimá-lo por meio de motores e uma unidade de queima anexada de alta eficiência para o LFG, a fim de reduzir as emissões de gases do efeito estufa. Os países envolvidos no projeto são: Brasil (anfitrião) e Reino Unido e Canadá (investidores).

Constituiu-se de duas fases. Na primeira fase foi implementado um sistema de coleta e queima de gás de aterro sanitário para obter a destruição do componente de metano. Na segunda fase do projeto foi construída uma instalação de geração elétrica, tendo como função destruir componente de metano e deslocar a eletricidade gerada a partir de combustíveis fósseis. Esta instalação foi construída por motores a gás projetados para o uso de gás do aterro sanitário. Os equipamentos utilizados foram: soprador de injeção, resfriador de gás, condensador e pós-resfriador, bombas de refrigeração, separador de umidade e analisador on-line de gás.

A coleta e a destruição do metano na atividade de projeto tiveram como consequência a redução das emissões de GEE do modo mais comum de trabalho atualmente empregado pelo Aterro Sanitário de Manaus. O LFG gerado no local é 60 composto, em média, por 50% de metano e 50% de dióxido de carbono, os quais são GEEs conhecidos com valores de Potenciais de Aquecimento Global de 21 e 1, respectivamente. Portanto, o projeto de MDL estabeleceu um sistema de coleta e utilização de gás de aterro sanitário no Aterro Sanitário de Manaus, reduzindo emissões de GEEs resultantes de: coleta e destruição do conteúdo de metano no LFG e deslocamento da eletricidade que seria gerada de outras fontes.

Até o término do projeto, as reduções totais esperadas em toneladas de CO₂ estão estimadas em 9108351 toneladas de CO₂ equivalente. O processo está sintetizado no Quadro 01.

REGIÃO DO PROJETO	• Economia fortemente baseada na cadeia de madeira, possuindo inúmeras indústrias de transformação primária, secundária e terciária, em sua maioria pequeno e médio porte. A principal característica dessa economia é a geração de resíduos de madeira gerados ao longo do processo produtivo, sujeitos à decomposição a céu aberto.
QUEIMA DO COMPONENTE DE METANO DO LFG	• Este componente é queimado em unidades de queima (flares) anexadas ou em conjuntos motor-gerador, estado da arte, de alta eficiência.
IMPLANTAÇÃO DE POÇOS VERTICAIS	• Foram implantados poços verticais de extração de gás no material de resíduos interligados ao sistema de sopradores conectados por meio de tubulações subterrâneas instaladas no perímetro do aterro sanitário. Conforme o soprador é operado, o vácuo é aplicado através da rede de tubulações que, por sua vez, aplica vácuo a cada poço e extrai LFG dos resíduos.
INSTALAÇÃO DE VALAS HORIZONTAIS	• As valas horizontais foram instaladas em uma vala escavada alinhada com a pedra livre. Houve a perfuração dos tubos de coleta no interior da vala para a aplicação do vácuo e, assim, o LFG ser retirado do aterro sanitário. As valas individuais são monitoradas manualmente e controladas afim de ajudar na instalação e balanceamento do campo de coleta do LFG.
TRANSPORTE DO LFG	• Para o transporte do LFG, foi utilizada uma tubulação não perfurada, constituída por um coletor perimétrico, subcoletores e tubulações laterais. A tubulação do coletor transporta o LFG coletado para a planta de controle de gás.
PLANTA DE CONTROLE DE GÁS	• O sistema de sopradores induz o vácuo para o sistema de poços verticais e valas horizontais.
UNIDADE DE QUEIMA (FLARE)	• O LFG extraído é enviado para conjuntos motor-gerador a gás ou desviadas para uma unidade de queima afim de destruir o componente de metano do gás de aterro sanitário extraído. A eletricidade gerada é alimentada na rede elétrica local.

Quadro 1 - Sistema de coleta e queima de gás do aterro sanitário

Projeto 2: Geração de energia por meio de resíduos de madeira

O projeto 2 pertence a uma empresa do setor bioenergético atuante no mercado desde 2002, construindo, operando e mantendo unidades de cogeração de energia elétrica e de vapor para um município do Estado de Santa Catarina.

A economia da região é fortemente baseada na cadeia de madeira, possuindo inúmeras indústrias de transformação primária, secundária e terciária, em sua maioria pequeno e médio porte. A principal característica dessa economia é a geração de resíduos de madeira gerados ao longo do processo produtivo, sujeitos à decomposição a céu aberto.

O foco principal da atividade do projeto é cooperar na redução das emissões de gases que causam o efeito estufa, reduzindo a geração de metano nas pilhas de resíduos de madeira devido ao consumo deste material e a consequente redução das quantidades que depositados no ambiente, visto que a região se destaca no setor madeireiro de consumo e serviços. Vale ressaltar também, que a biomassa oferece uma enorme vantagem para o país no que diz respeito a diversificação das fontes de suprimento de energia e que seu uso gera um impacto positivo na economia local.

A geração de energia de 28 MW e vapor 25 t/h, produz eletricidade e fornece vapor para indústrias madeireiras locais, usando resíduos de madeira das indústrias da região como combustível e comercializa eletricidade para a companhia de distribuição local e para clientes industriais ou consumidores livres.

Deste modo, a usina está apta a gerar um montante de 220000 toneladas de créditos de carbono, os quais são comercializados.

No que diz respeito à preocupação ambiental com o vapor produzido na planta, o mesmo é fornecido para duas grandes indústrias madeireiras da região. O projeto desta empresa é desenvolvido para evitar as emissões de metano equivalente a 2204394 toneladas de CO₂ anuais provenientes da decomposição anaeróbica de pilhas de resíduos de madeira por meio da combustão controlada pelo processo de cogeração. Gerando ao mesmo tempo eletricidade e

energia térmica a partir dos resíduos da madeira produzidos em diversas indústrias madeireiras, que de outra forma seriam dispostos de maneira imprópria no ambiente. O projeto segue medidas mitigadoras no licenciamento ambiental como mostra o Quadro 2.

TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	• O lodo originado do tratamento de efluentes será encaminhado para um leito de secagem e em seguida designado à indústria de cerâmica vermelha.
DESTINO DAS CINZAS	• Devem ser direcionadas para um aterro, usadas na indústria de cimento ou retornadas às florestas. Para tanto é necessário caracterizá-las, o terreno onde estas serão colocadas e obter da FATMA e do Ministério da Agricultura uma autorização específica.
DEMAIS RESÍDUOS SÓLIDOS	• São separados para reciclagem (metais), e os resíduos de escritório conduzidos para o aterro do município. Os óleos usados no Projeto são também separados e reciclados;
BAIXOS NÍVEIS DE EMISSÃO	• O projeto tem baixos níveis de emissão de material particulado, devido ao sistema de lavagem de gases, o que assegura o cumprimento dos padrões de qualidade de ar instituídos pela Resolução CONAMA nº 003/1990

Quadro 2 – Medidas mitigadoras do projeto 2

Projeto 3: Carvão vegetal gerando energia térmica em siderurgia

O projeto 3 pertence a uma empresa do ramo siderúrgico no Estado de Minas Gerais, produtora de ferro gusa de alta qualidade, especialmente dos tipos cinzento e nodular. A empresa que desenvolveu o projeto tornou-se modelo de auto sustentabilidade industrial pela aplicação de tecnologia limpa da siderúrgica a carvão vegetal e uma vez que o estabelecem plantios para suprir toda a sua produção de ferro com carvão vegetal advindo de fontes renováveis de madeira, em lugar de agentes redutores que impliquem em emissões intensivas de GEE. As principais especificações do projeto se encontram no Quadro 3.

CARVÃO MINERAL	• O uso do carvão mineral é estimulado pela imediata disponibilidade e custo mais baixo, se comparado ao custo de se implantar e manter uma floresta. Mas a utilização do carvão mineral é prejudicial ao meio ambiente, pois em sua combustão são liberados compostos de enxofre, responsáveis pela chuva ácida e principalmente pela liberação de CO ₂ .
OPÇÃO PELO CARVÃO VEGETAL	• O projeto em evidência resolveu substituir o carvão mineral (coque) pelo carvão vegetal, originados do plantio de eucaliptos que ao invés de liberar CO para atmosfera o resgata do meio ambiente.
ATIVIDADE DE PRODUÇÃO DE FERRO GUSA	• O ferro gusa é um componente básico para a produção de peças fundidas e aço. Para cada tonelada de ferro feita com carvão vegetal proveniente de florestas plantadas há um ganho ambiental mínimo de três toneladas de CO ₂ em comparação ao uso de combustíveis fósseis ou não-renováveis
ATIVIDADE FLORESTAL	• Remoção e estoque de CO ₂ em 23.100 hectares de plantios sustentáveis de eucalipto em áreas que, na ausência do projeto estariam sendo ocupadas por pastagens.
ATIVIDADE DE CARBONIZAÇÃO	• Mitigação de emissões de CH ₄ por meio da carbonização da madeira e das melhorias na eficiência do processo produtivo do carvão vegetal.
REGENERAÇÃO DE CERRADO	• É feita Regeneração induzida de aproximadamente 400 hectares de vegetação nativa de cerrado em terras não-florestadas.
ATIVIDADE F/R	• O As atividades que fazem parte do projeto Florestamento/Reflorestamento MDL contam com práticas de produção sustentáveis, tais como requeridas pela certificação do Conselho de Manejo Florestal ou de outros sistemas de gestão da qualidade

Quadro 3 – Ciclo funcional do projeto 3

O Projeto 3 teve como objetivo essa substituição energética via biomassa cultivada como fonte de energia renovável por meio de plantios de eucalipto nos moldes do MDL, conforme definido no artigo 12 do Protocolo de *Kyoto*.

O projeto teve como meio facilitador a assistência do Fundo Protótipo de Carbono (*Prototype Carbon Fund* - PCF) do Banco Mundial que apoia o MDL. O PCF promove o mercado de reduções de emissões através de compras de Certificados de Redução nas Emissões de qualidade comprovada, emitidos por Entidades Responsáveis por Projetos sob Acordos de Compra de Redução de Emissões. E neste projeto em especial o PCF garantiu a compra dos créditos gerados durante os sete primeiros anos de sua implantação, numa operação que envolveu a importância de 5,3 milhões de dólares de acordo com o relato de um dos atuais responsáveis pelo projeto. E atualmente tem a Holanda como um dos principais compradores.

Todas estas medidas adotadas pelas equipes de carbono do projeto e da Unidade de Financiamento de Projetos de Carbono do Banco Mundial seguiram as boas práticas de monitoração. Até mesmo atividades fora dos limites do projeto são monitoradas, como atividades que tenham o uso de combustíveis fósseis: máquinas e transportes. A entidade responsável pelo projeto não poupa esforços para minimizar possíveis fugas de emissões desde as associadas ao transporte de mudas das sessões de cultivo às áreas de processamento até o transporte de pessoal. Sua política de transporte se baseia na utilização de grandes ônibus, de maneira a manter o número de veículos menores em um nível mínimo. Ademais, a proponente do projeto não possui gado ou criação animal de qualquer tipo, e as terras adquiridas para fins de execução das atividades do projeto já se encontravam postas à venda.

A motivação maior deste projeto foi a participação do Banco Mundial na compra antecipada dos créditos de carbono provenientes do desenvolvimento do projeto garantindo assim maior rentabilidade das melhorias de desempenho ambiental. Assim, o responsável aponta que o MDL veio como uma alternativa para o alcance de recursos financeiros necessários para se adquirir terras novas para plantio de eucalipto, a fim de promover para a siderúrgica, um quadro de auto-suficiência de recursos energéticos, colaborando para a diversificação de seus negócios.

O estabelecimento de plantios como fonte renovável de energia para atender necessidades industriais traz ao clima um duplo benefício: geração de estoques de carbono e remoção de gases de efeito estufa da atmosfera por meio de sumidouros adicionais àqueles que iriam ocorrer na ausência de tais plantios. A estimativa de remoções líquidas de GEE pelos sumidouros é de 2273493 toneladas de CO₂ anuais, uma vez que este projeto estará em vigor até 2029, podendo depois ser renovado.

Quanto aos aspectos econômicos as receitas adicionais são o combustível que mantém o projeto em constante manutenção e inovação. Tão importante quanto as receitas marginais do carbono é o impacto qualitativo do financiamento de carbono nas estruturas de crédito para estabelecimento de novos plantios destinadas a suprir carvão vegetal para produção de ferro no Brasil.

Como exemplo disso o projeto em estudo desenvolveu uma tecnologia que permitiu o desenvolvimento de uma máquina denominada de rebaixador de tocos que depois da colheita do eucalipto rebaixa os tocos de madeira e deixa apenas as raízes num talhão, ou seja, não se retira a raiz e em seguida o carbono da terra. A tecnologia ambiental aplicada nesse projeto tem como foco a prevenção da poluição, pois ocorre o desenvolvimento de uma tecnologia mais limpa.

O projeto proposto é uma atividade pioneira dentro de seu escopo setorial, apresentando significativo potencial para ser replicado por outras organizações no Brasil, nos demais países da América Latina, bem como em muitos países africanos e asiáticos em desenvolvimento. O

projeto e seus indicadores de sustentabilidade são uma experiência pioneira na indústria do ferro no Brasil, contribuindo claramente para gerar dividendos do MDL em forma de desenvolvimento sustentável, em escala industrial.

6. Considerações finais

Conforme verificado através dos dados coletados, existe potencial para adoção de energias renováveis na composição do setor energético nacional com evidência na geração de eletricidade gerada por meio de biomassas residuais, levando em conta a perspectiva energética e o presente estágio de degradação dos recursos ambientais.

Mesmo que esses projetos ainda sejam escassos por fatores econômicos, políticos e sociais diversos, os projetos existentes mostram que as receitas provenientes de créditos de carbono podem ser um diferencial de agregação de valor, não somente ao caixa da empresa, mas à sua imagem perante a sociedade, uma vez que seu projeto se torna elegível ao MDL.

Pode-se dizer por meio das análises realizadas que a simetria entre o aumento da demanda mundial de energia e a redução dos impactos ambientais oriundos deste aumento é uma equação de difícil resolução devido à desigual proporção. Porém se as ações de responsabilidade dos países não tivessem se iniciado, o cenário poderia estar apresentando reflexos ainda piores.

O MDL criado pelo protocolo de *Kyoto* estudado neste trabalho, sinalizou o início destas iniciativas, mesmo que em pequenos passos, mas vem mostrando resultados expressivos, bem como os destacados pelos projetos brasileiros abordados nesta pesquisa, no que tange ao desenvolvimento energético sustentável pela melhoria contínua dos processos produtivos, apoiado pelas possibilidades de captação de recursos e novas tecnologias proporcionadas por este mecanismo e pelo comércio de emissões.

A comercialização dos créditos de carbono vem aumentando e seguindo a tendência mundial de preservação do meio ambiente, associando retorno financeiro à preservação do meio ambiente, para tornar estas ações mais usuais e efetivas e atrativas, principalmente com relação às condições climáticas.

Referências

- ANEEL.** Agência Nacional divulga relatório com avanços na expansão da oferta de energia. 2015. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVLZ6/content/aneel-divulga-relatorio-com-avancos-na-expansao-da-oferta-de-energia.
- DOCUMENTO CONCEPÇÃO.** Projeto de Gás de Aterro Sanitário de Manaus. Mct. 2006. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0019/19743.pdf.
- DOCUMENTO CONCEPÇÃO.** Projeto de uso de Carvão Vegetal proveniente de plantios de biomassa renovável como agente redutor na produção de ferro-gusa do complexo siderúrgico. Mct. 2006. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0019/19347.pdf.
- DOCUMENTO CONCEPÇÃO.** Projeto de redução de emissões de metano lages. Mct. 2005. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0018/18273.pdf. Acesso em: 10 jun. 2015.
- FIRJAN.** Boletim do Escritório do Carbono - nº 51/2014. FIRJAN, abr. 2014.
- KULAY, L. A.; MIRAGLIA, S. G. E. K.; HUMME, N. L.** Critérios de Sustentabilidade dos projetos brasileiros de mecanismo de desenvolvimento limpo. GEPROS. Gestão da produção, operações e sistemas, v. 1, 2008.
- LIMIRO, D.** Créditos de Carbono: Protocolo de Kyoto e projetos de MDL. Curitiba: Juruá, 2009.
- LOMBARDI, A.** Créditos de Carbono e sustentabilidade: os caminhos do novo capitalismo. São Paulo: Lazule, 2008.
- LORENZONI, N. A.** Contrato de crédito de carbono. Curitiba: Juruá, 2009.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA.** Resenha energética 2007. Brasília, 2007.
- PINOTTI, R.** Educação Ambiental para o Século XXI – No Brasil e no mundo. São Paulo: Blucher. 1ª Ed. 2010.
- REZENDE, B.B.** O Mercado de Créditos de Carbono como Incentivo a um Modelo Energético e Climático Sustentável. 100f. 2008. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas), Universidade Federal de Santa Catarina. 2008.

REZENDE, L.C. É preciso diversificar a matriz energética do Brasil. Canal Bioenergia.2015. Disponível em: <http://www.canalbioenergia.com.br/desafios-energeticos-diversificacao-e-a-saida-para-o-brasil>.

SANDY, A. M. *Análise da viabilidade do mercado de créditos de carbono como contribuição para a eficiência energética no Brasil.* 98 f. 2015. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Produção), Faculdade Pitágoras, Campus Poços de Caldas, Poços de Caldas, 2015.

SEIFFERT, M. E. B. *Mercado de carbono e protocolo de Kyoto.* São Paulo: Atlas, 2009

SILVA, L. F.; MACEDO, A.H. *Um estudo exploratório sobre o crédito de carbono como forma de investimento.* Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental, v 8, p. 1651-1669, Cascavel,2012.

SILVA JUNIOR, A. C. *Projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL): promotores de transferência de tecnologia e tecnologias mais limpas no Brasil.* 204 f. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial) - PEI, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2011.

VELA, J. A. A.; FERREIRA, E. *Vantagem Competitiva do Brasil nos Projetos de MDL.* Anais do VIII Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA). Rio de Janeiro/RJ, FEA (USP), EAESP (FGV-SP) e EBAPE (FGV-RJ), 2005.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração.* 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VIEIRA, G. M. P. *Redução das emissões de carbono e créditos de carbono como vantagem competitiva para as empresas.* VIII Workshop de Pós-graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza. São Paulo, 2013.

UNFCCC. *Executive board annual report 2014.* UNFCCC. 2014. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/publications/pub_cdm_eb_annualreport_2014.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2014