

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANILO BATISTA VIEIRA

AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE
CARBONO A PARTIR DO POTENCIAL EÓLICO DO MUNICÍPIO DE
FRANCISCO SÁ / MINAS GERAIS

CURITIBA

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANILO BATISTA VIEIRA

AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE
CARBONO A PARTIR DO POTENCIAL EÓLICO DO MUNICÍPIO DE
FRANCISCO SÁ / MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas, e Gestão Corporativa do Carbono da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista.

Orientador: Alexandre Dullius

CURITIBA

2014

AVALIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES DE GERAÇÃO DE CREDITOS DE CARBONO A PARTIR DO POTENCIAL EÓLICO DO MUNICÍPIO DE FRANCISCO SÁ / MINAS GERAIS

Danilo Batista Vieira¹

Orientador: Alexandre Dullius

1. Engenheiro Ambiental, danilosiver@yahoo.com.br

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho, Av. Osmani Barbosa, 937, JK, Montes Claros – Minas Gerais, <http://www.fasa.edu.br>, (38) 3690-3690

Resumo

Com crescimento da chamada “economia de baixo carbono”, vem ganhando destaque o mercado de carbono como um dos principais instrumentos possíveis de combate às mudanças climáticas promovendo o crescimento, principalmente, das economias de países em desenvolvimento através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Nesse modelo de desenvolvimento, baseado em projetos de menor impacto ao clima, os de energia eólica têm ganhado grande destaque no contexto brasileiro. Por este motivo, este trabalho propõe a análise do potencial de geração de créditos de carbono, no aproveitamento do potencial eólico do município de Francisco Sá, localizado em Minas Gerais. Para isso foi estimada a quantidade de créditos de carbono que o potencial eólico possa vir gerar através do MDL, utilizando a metodologia aprovada de linha de base consolidada para geração de energia elétrica renovável para o sistema interligado. Com a estimativa de créditos de carbono foi possível também, estimar o possível retorno financeiro, através da comercialização desses créditos em diferentes mercados. De maneira geral os dados apresentados demonstram a viabilidade do projeto proposto obter um retorno financeiro através dos créditos de carbono, podendo ser uma fonte de capital necessária para a viabilidade do projeto e promover o desenvolvimento econômico e sustentável da região.

Palavras Chave: Energia eólica, Desenvolvimento Sustentável, Mercado de carbono, Crédito de Carbono

Abstract

The growing of the " low carbon economy " , has been gaining attention of the carbon market as a major potential instruments to combat the climate changes which promotes the growth, in mainly economies of developing countries through the Clean Development Mechanism (CDM). This model of development, based on less impact projects on the climate, using wind energy which has gained great prominence in the Brazilian context . Therefore, This study proposes the analysis of the potential for generating carbon credits, the use of wind power in the city of Francisco Sá, located in Minas Gerais. In order it was estimated the amount of carbon credits that wind power might come to generate through the CDM, using the methodology approved baseline consolidated for the generation of renewable electric energy for the interconnected system.

To an estimated carbon credits was also possible to estimate the possible financial return through the commercialization of these credits in different. In general, the data presented demonstrate the viability of the proposed project to obtain a financial return through the carbon credits, which can be a source of capital required for the viability of the project and, promote economic and sustainable development of the region.

Keywords: *Wind Energy, Sustainable Development, Carbon Market, Carbon Credit*

1. INTRODUÇÃO

A constatação dos efeitos provocados ao meio ambiente, como o aumento do aquecimento global, ocasionado principalmente pelas as emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de combustíveis fósseis, desmatamento e decomposição anaeróbia da matéria orgânica, vem mobilizando a comunidade e os governos mundiais no sentido de mudar o perfil de suas matrizes energéticas. Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCT, 2013) o Brasil instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187/2009, que define o compromisso nacional voluntário de adoção de ações de mitigação com vistas a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) entre 36,1% e 38,9% em relação às emissões projetadas até 2020.

Segundo o Decreto no 7.390/2010, que regulamenta a Política Nacional sobre Mudança do Clima, a projeção de emissões de gases de efeito estufa para 2020 foi estimada em 3, 236 gigatoneladas (Gt) CO₂. Por este motivo, busca-se a desvinculação da energia gerada por termoelétricas movidas a combustíveis fósseis através do fomento de uma maior participação maior por energias renováveis (eólicas, solar, hídricas).

Segundo o Ministério de Minas e Energia, em 2013, o segmento de transporte, em valores absolutos, liderou o crescimento da demanda energética, agregando 4,1 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep). A produção e o consumo de etanol cresceram respectivamente 17,6% e 19,9% em relação ao ano anterior. Pelo segundo ano consecutivo, devido às condições hidrológicas desfavoráveis observadas ao longo do período, houve redução da oferta de energia hidráulica ocasionando o decréscimo de 5,4% em 2013. No caso do Brasil, apesar do grande potencial hidrelétrico, existe outras fontes renováveis em sua matriz energética, dentre elas, a energia eólica vem apresentando crescimento mesmo em pequena escala. Segundo dados do Balanço Energético Nacional a participação eólica cresceu 0,2% de 2012 a 2013 gerando um total de 6.579 GWh (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2014). E até o mês de abril, segundo dados da Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2014), a

fonte eólica no Brasil corresponde a 2,11% na matriz energética, com 129 usinas em funcionamento e um total de 2.704.376 kW gerados.

A energia dos ventos pode ser explicada, em termos físicos, como a energia cinética formada nas massas de ar em movimento, sendo aproveitada através da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação (ALVES, 2006). Segundo Amarante *et al* (2001) vento é resultante da atmosfera em movimento e tem sua origem na associação da energia solar e a rotação planetária. Todos os planetas envoltos por gases presentes no nosso sistema solar apresentam distintas formas de circulação atmosférica e diferentes ventos em suas superfícies, cuja duração é mensurável na escala de bilhões de anos. Assim o vento é considerado fonte renovável de energia.

É através de vários modelos de desenvolvimento, tais como o etanol, energia eólica, energia solar, entre outras, que busca uma maior participação das energias renováveis na matriz energética, como é o caso da energia eólica e outros projetos de baixo carbono, que segundo Vieira (2011), ganha destaque o mercado de carbono ou de emissões de gases. E é neste contexto do crescimento da chamada “economia de baixo carbono”, que se justifica cada vez mais, o uso pelo Brasil do vasto potencial eólico nacional.

Baixo carbono é a expressão de ordem para a economia do século XXI e significa inovar processos produtivos e soluções tecnológicas que resultam em menor impacto sobre o clima do planeta, com destaque para a busca de eficiência e alternativas energéticas, redução de emissões e gestão em sustentabilidade. Nos últimos anos, a energia eólica tem sido uma das fontes de energia com o maior crescimento ao redor do mundo, e ela é popular por seu potencial para oferecer eletricidade limpa e abundante. Potencial este, que se estende também pelo interior do país em áreas socialmente menos favorecidas; cuja possibilidade do seu uso como complementação da energia hidrelétrica, possibilitaria não só o combate às mudanças climáticas assim como, promover o crescimento econômico por meio da venda dos créditos gerados pelas emissões efetivamente reduzidas.

A energia eólica é a conversão da energia do ar em uma forma útil de energia, através do rotor de uma turbina eólica que converte esta energia em

movimento, que por sua vez pode ser convertida em energia elétrica por um gerador acoplado a turbina (ALDABÓ, 2002).

Uma usina eólica ou parque eólico é um conjunto de turbinas eólicas dispostas adequadamente em uma mesma área. Essa proximidade geográfica tem a vantagem econômica da diluição de custos: arrendamento de área, fundações, aluguel de guindastes e montagem, equipes de operação, manutenção e estoques de reposição. Essas turbinas estão normalmente ligadas à rede de transmissão de energia elétrica (AMARANTE *et al* 2001).

A energia eólica, como uma alternativa aos combustíveis fósseis, é abundante, renovável, amplamente distribuído, limpo, não produz emissões de gases de efeito estufa durante a operação e usa pouca terra. Quaisquer efeitos sobre o meio ambiente são geralmente menos problemática do que os de outras fontes de energia. A partir de 2011, a Dinamarca está gerando mais de um quarto de sua eletricidade, e 83 países ao redor do mundo estão usando energia eólica em uma base comercial. Em 2010, a produção de energia eólica era superior a 2,5% do uso total de energia elétrica em todo o mundo, e crescendo rapidamente a mais de 25% por ano. O custo monetário por unidade de energia produzida é similar ao custo de carvão novo e instalações de gás natural. Embora a energia eólica é uma forma popular de geração de energia, a construção de parques eólicos não é universalmente recebido devido à estética (MARTINS *et al.*, 2008).

Desta forma, o problema desta pesquisa pôde ser assim apresentada:

“Como a avaliação das oportunidades de geração de créditos de carbono a partir do potencial eólico de Francisco Sá - MG pode contribuir para o município?”

Sendo assim, o principal objetivo deste trabalho é analisar o aproveitamento do potencial eólico do município de Francisco Sá, localizado em Minas Gerais, para o desenvolvimento de um projeto de geração de créditos de carbono, com o intuito de obter um retorno financeiro para viabilização de projetos e promover o desenvolvimento econômico e sustentável da região.

1.1 O Mercado de Carbono e a possibilidade de participação externa

Os efeitos ocasionados pelo aquecimento global, já são realidade, modificando tanto o micro quanto o macro clima pelo planeta. Assim surgiu a

necessidade da estabilização das emissões dos Gases causadores do Efeito Estufa (GEE), resultando na criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em 1992, que deu origem às Conferências anuais das Partes (COPs), que culminaram no ano de 1997, na criação do Protocolo de Quioto (LIMIRO, 2008).

De acordo com o referido Protocolo, os países signatários se comprometeram a reduzir a emissão desses poluentes em 5,2% em relação aos níveis de 1990 através de cotas diferenciadas de até 8% num período compreendido de 2008 a 2012. O acordo foi ratificado pelos 141 países, incluindo o Brasil, entrando em vigor somente em 16 de fevereiro de 2005.

A fim de atingir as metas estabelecidas no Protocolo, vários países incluindo o Brasil, criaram programas de incentivo ao aproveitamento de energia renováveis como complementação da matriz elétrica, investindo na exploração de outras fontes de energia que podem sustentar o quadro econômico futuro e tentando se livrar, da forte dependência externa em relação ao suprimento de combustíveis fósseis (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

De todas as políticas, o mercado de carbono é considerado um dos meios mais eficientes e de menor custo para se diminuir ou desacelerar as emissões de GEE, dentro da chamada economia de baixo carbono, de maior eficiência no uso de recursos naturais e menor emissões de GEE (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

Conforme Paiva *et. al.*, (2012), o mercado de carbono se divide em duas vertentes, os mercados regulado e voluntário. O primeiro caso trata-se de ambientes institucionais nos quais os seus membros estão submetidos à legislação e normas nacionais ou globais, que estabelecem critérios e regras para concepção de projetos e comercialização das Reduções Certificadas de Emissões (RCE) oriundas dos projetos de MDL. Já o mercado voluntário constitui-se de um ambiente no qual as regras e normas surgem a partir das relações entre os membros do mercado, sendo os projetos de mitigação e/ou redução de GEE submetidos a padrões internacionais que fixam regras próprias para concepção dos mesmos. Esses mercados têm se expandido pelo mundo com a comercialização de créditos de carbono tendo como foco a redução das emissões globais de GEE.

Os diferentes mercados existentes se diferenciam principalmente nos aspectos de tamanho, características de concepção, abrangências setoriais e geográficas e natureza. Recentemente houve uma proliferação de iniciativas nacionais e regionais no que diz respeito à criação de mercados de carbono, esse fato demonstra a importância política atribuída a este como um instrumento de eficiência econômica e promotor de inovação tecnológica. O conteúdo do Instituto Carbono Brasil possui direitos reservados, porém é disponibilizado para organizações sem fins lucrativos desde que seja citada a fonte e incluída a URL para o portal.

O homem lança mais de 46,5 bilhões de toneladas de dióxido de carbono (incluindo mudanças no uso da terra e florestas), o principal gás causador do aquecimento global, por ano na atmosfera (BRITO, 2009). Segundo o autor, para diminuir este número, foram criados mecanismos de redução de emissões de gases do efeito estufa através dos mercados de carbono. Portanto, o mercado de carbono busca negociar a redução das emissões de dióxido de carbono, teoricamente auxiliando na mitigação das mudanças climáticas. Assim como a comercialização dos créditos de redução das emissões e diminuição dos custos para se chegar a um corte absoluto sobre as emissões auxiliando também os países que têm compromissos de redução. Para compor tal sistema, é preciso a elaboração de uma série de metodologias, regulamentações e estruturas de monitoramento e comercialização dos 'créditos' de redução das emissões.

Nesses mercados, a nova moeda é a comercialização de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente reduzida (CO_{2eq}), ou seja, os gases de efeito estufa reduzidos são convertidos para o CO_2 , através do seu potencial de aquecimento global (Global Warming Potential – GWP) ou seu potencial de mudança da temperatura global (Global Temperature Change Potential – GTP) como mostra a tabela 1 abaixo. Cada tonelada de CO_{2eq} será revertida em um crédito de carbono.

Esses créditos no mercado regulado são as reduções certificadas de emissões (RCE), já no voluntário são as reduções verificadas de emissões (RVE) (PAIVA *et al*, 2012). A tabela 1 mostra as equivalências para os gases de efeito estufa incluídos nas estimativas deste estudo. A rigor, o valor do GWP e do GTP

deve vir associado a um horizonte temporal, normalmente de 100 anos. Nesse sentido, e indicado na tabela GWP-100 e GTP-100.

Tabela 01: Equivalência para os gases do efeito estufa.

| Equivalência GWP e GTP | | |
|-------------------------------|---------|---------|
| Gás | GTP-100 | GWP-100 |
| CO ₂ | 1 | 1 |
| CH ₄ | 5 | 21 |
| N ₂ O | 270 | 310 |
| HFC-125 | 1.113 | 2.800 |
| HFC-134 ^a | 55 | 1.300 |
| HFC-143 ^a | 4.288 | 3.800 |
| HFC-152 ^a | 0 | 140 |
| CF ₄ | 10.052 | 6.500 |
| C ₂ F ₆ | 22.468 | 9.200 |
| SF ₆ | 40.935 | 23.900 |

Fonte: SISTEMA DE ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA (2013).

No que diz respeito aos preços, em 2012, o mercado voluntário pagou um preço médio ponderado de US\$ 5.9/tCO₂, valor ligeiramente mais baixo que o pago em 2011 que foi de US\$ 6.2/tCO₂, entretanto significativamente maior do que o preço médio da tonelada de CO₂ do MDL, menos de US\$ 1/tCO₂ (ECOSYSTEM MARKETPLACE, 2013).

A análise dos dados do Ecosystem Marketplace¹, possibilitou também a escolha dos mercados a serem analisados de acordo com os principais mercados em operação, tipos de projetos preferenciais assim como a preferência dos compradores com base o ano de 2012 como demonstram as figuras 1 e 2.

¹ www.ecosystemmarketplace.com/

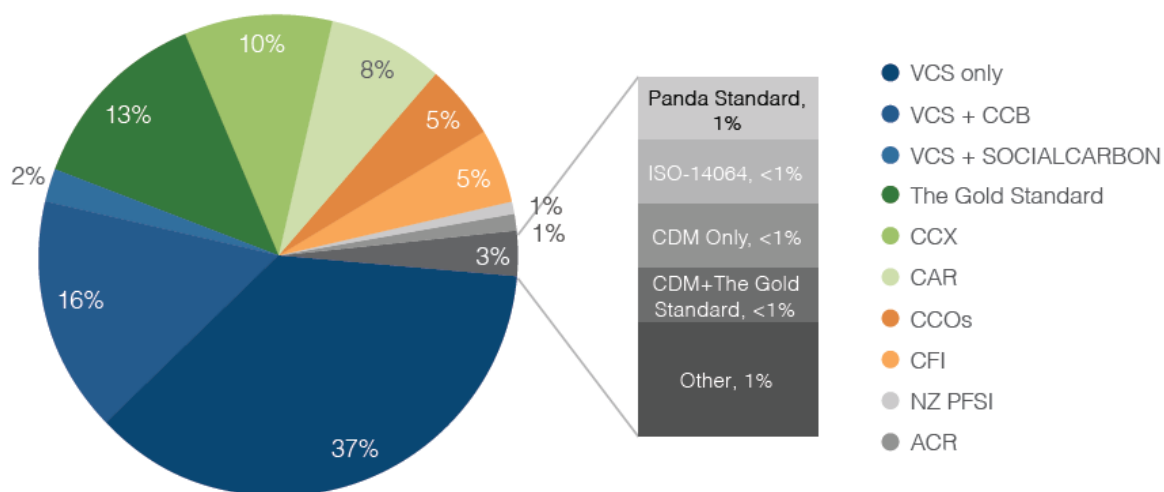


Figura 1. Participação no Mercado por padrão de projeto.

Fonte: ECOSYSTEM MARKETPLACE (2013)

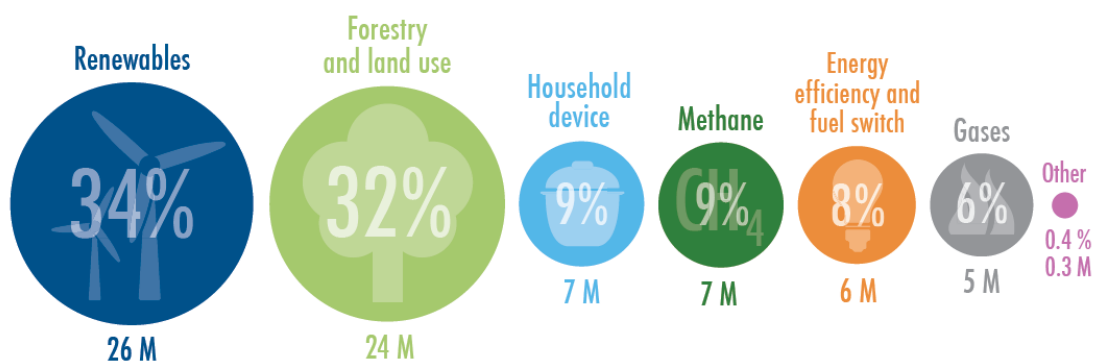


Figura 2. Volume negociado por categoria de projeto do total de 75,5 MtCO₂e.

Fonte: ECOSYSTEM MARKETPLACE (2013)

1.1.1 Os principais Mercados de Carbono com possibilidade de enquadramento do projeto

Através da análise do documento do Ecosystem Marketplace, evidenciou-se quais padrões que poderiam ou não enquadrar o projeto, e possibilitou a obtenção do preço médio pago por tonelada de carbono no ultimo ano no mercado voluntário e no mercado regulado representado pelo MDL. A partir daí foi

buscado no endereço eletrônico de cada padrão² a descrição e as principais informações sobre os mesmos, que estão descritas abaixo conforme trabalhos de Paiva, Magalhães, Limiro, Dutra e Batista:

VCS – Esse programa apresenta um padrão global e robusto cujo objetivo é proporcionar transparência e credibilidade para o mercado de créditos voluntários. Os créditos do VCS devem ser reais (originados de projetos realizados), adicionais (além de atividades de business-as-usual), mensuráveis, permanentes (não sendo emissões temporariamente evitadas), independentemente verificados e únicos (não sendo utilizados mais de uma vez para créditos de emissões). Os objetivos do programa são alcançados através do registro múltiplo do VCS em um banco de dados central dos projetos abertos ao público. Os créditos gerados pelo programa do VCS são denominados VCU (unidades voluntárias de carbono) e são uns dos mais valorizados no mercado voluntário.

SOCIALCARBON - é desenvolvedora de projetos de redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) para o mercado de carbono na América Latina. A empresa acredita que o desenvolvimento de serviços que promovem a sustentabilidade é o ponto central para o tratamento de questões relacionadas às mudanças climáticas. SOCIALCARBON Standard é o único padrão mais genérico que abrange cerca de 15 categorias de projeto. Para agregar um maior grau de especificidade ao padrão foram desenvolvidos indicadores específicos por setor aplicáveis a cada tipo de projeto, como por exemplo, hidrelétricas, cerâmicas, florestais etc. Os desenvolvedores de projetos também podem propor novos sistemas de indicadores se necessário, os quais estarão sujeitos à aprovação.

GOLD STANDART - O Gold Standard foi criado em 2005 pelo WWF – World Wildlife Fund e é um padrão para a criação de reduções de emissões de alta

² www.v-c-s.org/
www.socialcarbon.org/
www.cdmgoldstandard.org/
www.climateactionreserve.org/
www.americancarbonregistry.org/
www.green-e.org/
www.cdm.unfccc.int/

qualidade em projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), Implementação Conjunta (IC) e Mercado Voluntário de Carbono. E tendo como objetivo assegurar que os créditos de carbono não fossem apenas reais e verificáveis, mas que fizessem contribuições mensuráveis para o desenvolvimento sustentável mundial. Outros objetivos são agregar marca, rótulo e geração de novos créditos de carbono para projetos que podem ser comprados e comercializados inclusive entre países que não têm acordo com o Protocolo de Quioto. Em maio de 2006 foi lançada sua metodologia, que atua exclusivamente com projetos de eficiência energética e energia renovável, e pode ser adotada tanto no mercado regulado como no voluntário. O Gold Standard possui um alto grau de especificação, uma vez que aceita somente duas categorias de projeto: de Energia Renovável e de Eficiência Energética. Desse modo, chega a ser um padrão pouco flexível, o que restringe demasiadamente a sua área de atuação e faz com que muitos projetos bons sejam excluídos.

CAR - O Climate Action Reserve, sucessor do California Climate Action Registry, foi criado no ano de 2008 com intuito de fornecer integridade e transparência ao mercado de carbono dos EUA. Os créditos de carbono desse programa são denominados Toneladas Reserva Climáticas (CRTs) e são transacionadas em um sistema acessível ao público. Tem como objetivos assegurar que as reduções de GEE gerados por projetos são reais, permanentes, verificáveis, aplicáveis e adicionais. Todos os projetos aprovados devem ser registrados no registro online CAR, garantindo uma cadeia transparente de custódia, desde a emissão até a finalização.

ACR - Registro americano sem fins lucrativos é um programa de compensação de carbono reconhecido por seus fortes padrões de integridade ambiental. Criado em 1996, como o Registro de GEE pela Environmental Resources Trust, ACR tem 15 anos de experiência no desenvolvimento de rigorosos padrões científicos e metodologias de compensação de carbono, bem como experiência operacional em termos de qualidade de registro de projetos voluntários de carbono, compensação de emissão, serialização e transações on-line transparente e relatórios de finalização.

GREEN –E CLIMATE - Green-e Climate foi criado em fevereiro de 2008 como o primeiro e único programa independente de certificação de terceiros para compensações de carbono vendidos no mercado voluntário. Ele garante que certificados voluntários, atendam aos mais altos padrões de qualidade ambiental e são vendidos e entregues como anunciado.

Green-e Climate, assim como outras organizações, servem o mercado como padrões de projetos e programas de certificação que visam garantir válida oferta, verificada de reduções de emissões reais para o mercado. Os créditos são emitidos por essa organização para seus projetos registrados e verificados de reduções de emissões, em unidades de toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e).

MDL - No âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, os projetos de redução de emissões desenvolvidos nos países em desenvolvimento pode ganhar créditos de redução de emissões certificadas. Esses créditos comercializáveis podem ser usados pelos países industrializados atenderem a uma parte de suas metas de redução de emissões no âmbito do Protocolo de Quioto. A cada tonelada de CO₂ e gerado um credito, ou 1 RCE, esses podem ser negociados e utilizados pelos países industrializados.O objetivo principal do mecanismo é estimular o desenvolvimento sustentável e a redução de emissões aos países em desenvolvimento, enquanto os países industrializados obtêm flexibilidade para atingir suas metas de limitação de redução de emissões.

1.2 O Brasil e o seu mercado de carbono

No Brasil, segundo Ereno (2010), os moinhos de vento com aproximadamente 110 metros de altura transformam os ventos alísios que sopram constantemente durante todo o ano na região Nordeste, o que assegura aos parques eólicos uma produtividade bem acima da média mundial. E que juntamente com a crise do crédito mundial em 2009, fez com que a oferta de máquinas fosse maior em relação à procura, o que levaram as empresas nacionais e algumas multinacionais a investir no promissor mercado brasileiro. O

que levou a uma redução considerável no preço médio da energia eólica nos dois leilões de energia renovável, dezembro de 2009 e agosto de 2010, promovidos pela ANEEL.

Exemplos como este, fez com que este tipo de energia se tornar-se altamente competitiva, tendo sido contratado em dezembro do ano passado 1.808 megawatts (MW) para entrega até julho de 2012, ficando o megawatt-hora R\$ 148,30. Já em agosto, aconteceu a encomenda de 70 novas usinas somando 2.047 MW para entrega em outubro de 2013. Segundo comparação feita pelo autor, essa capacidade corresponde a mais de uma vez e meia a usina nuclear de Angra 2, e o megawatt-hora caiu para R\$ 130,86, bem mais baixo que o valor ofertado pelas usinas movidas a queima de bagaço de cana (R\$144,20) e pelas pequenas centrais hidrelétricas (R\$141,93) (ERENO, 2010).

O governo brasileiro, assumiu o compromisso voluntário de reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa de 36,1% a 38,9% até 2020. O compromisso foi estabelecido através da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), criada pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Segundo a mesma, deverão ser estabelecidos planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas. O objetivo dos planos é alcançar uma economia de baixo consumo de carbono que contemple os setores de geração e distribuição de energia elétrica, transporte público urbano e sistemas modais de transporte interestadual de cargas e passageiros, indústria de transformação e de bens de consumo duráveis, indústrias químicas fina e de base, indústria de papel e celulose, mineração, indústria da construção civil, serviços de saúde e agropecuária (OLIVEIRA, 2008).

A criação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE) foi um dos objetivos presentes na PNMC, através do art. 4º, inciso VIII da lei. Segundo o art. 9º Lei nº 12.187, de 29.12.2009, o MBRE seria operacionalizado em bolsas de mercadorias e futuros, bolsas de valores e entidades de balcão organizado, autorizadas pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), onde se daria a negociação de títulos mobiliários representativos de emissões de gases de efeito estufa evitadas certificadas.

Segundo Silva et al. (2012), o MBRE, através das ações do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) têm concentrado as

ações no incentivo aos projetos de redução de emissão de gases de efeito estufa no âmbito do MDL. Para isso foi criado sistema para a negociação de créditos de carbono na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) um ambiente de negócios propício, e de estímulo à criação de linhas de crédito e fundos privados (Programa de Desenvolvimento Limpo do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para o financiamento aos projetos).

Nesse ambiente eletrônico de negociação da BM&FBOVESPA desenvolvido para viabilizar o fechamento de negócios, as operações são realizadas por meio de leilões eletrônicos na web e agendadas a pedido de entidades públicas ou privadas que desejem ofertar os seus créditos de carbono no mercado. No Brasil, alguns projetos já aproveitaram da oportunidade desta ferramenta que possibilitou a venda dos créditos de carbono gerados para outros países, tais como Estados Unidos, China e Alemanha (MENEGUIN, 2012).

No que diz respeito aos projetos brasileiros, do total analisado pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, 413 foram aprovados nos termos da Resolução nº 1³, sendo quatro foram aprovados com ressalvas, seis encontram-se em revisão e resta um projeto submetido.

Se tratando do mercado voluntário, até junho de 2013 foram registrados 153 projetos brasileiros, sendo esses projetos divididos em 8 (oito) escopos setoriais: eficiência energética (3%), reciclagem (1%), reflorestamento (7%), resíduos (3%), troca de combustíveis fósseis (13%), troca de combustível proveniente de mata nativa (22%), suinocultura (46%) e energia renovável (7%) (TELÉSFORO *et al*, 2013).

No caso específico dos projetos de energia eólica, até o primeiro semestre de 2014 encontram-se registrados 50 projetos brasileiros na UNFCCC, no âmbito do Protocolo de Quioto, para geração de créditos de carbono. Já no mercado voluntário não foi identificado nenhum projeto demonstrando a necessidade de desenvolvimento de projetos desse escopo neste mercado.

1.3 O Recurso eólico e seu aproveitamento

³ http://www.fboms.org.br/files/clima/resolucao_CIMGC.pdf

O vento é resultante do deslocamento das massas de ar, que geram energia cinética que pode ser convertida em energia útil. A conversão é feita por uma turbina eólica que capta uma parte da energia cinética do vento, que passa através da área varrida pelo rotor, e a transforma em energia elétrica. O potencial de geração do vento está diretamente relacionado com a sua velocidade, assim, baseado no fato que o ar em movimento é uma massa detentora de energia cinética, para determinar o potencial eólico de um local é necessário principalmente, determinar a velocidade com que o vento sopra nesse lugar (OLIVEIRA E SANTOS, 2008).

Segundo Sousa (2013), para que o vento possa ser convertido em energia útil alguns fenômenos ocorrem em escala reduzida, sejam de natureza térmica ou mecânica, resultantes das diferentes capacidades de armazenamento de calor da terra e das massas líquidas, por um lado, e pela ação do relevo e da rugosidade que cobre o solo, por outro. Os fenômenos térmicos são na maioria dos casos os determinantes na definição do padrão diário do vento, já os efeitos concentradores e aceleradores provocados pelo relevo, assim como a influência da cobertura do solo, constituem fatores determinantes na criação de condições favoráveis ou não à exploração energética do vento (SOUZA, 2013).

O levantamento do potencial eólico através de moderna tecnologia de aquisição e tratamento de dados, e condição indispensável para realização de projetos de fazendas eólicas, assim conforme descreve Dutra (2007), no início da década de 1980, a Eletrobrás desenvolveu ações visando a medição do potencial eólico brasileiro através estudos de viabilidade técnica em geração de energia elétrica, o que resultou na primeira versão do Atlas do Potencial Eólico Nacional entre outros.

Estes estudos e seus resultados visaram adquirir dados relativos aos ventos e suas características para uso em projetos de geração eólica, para possibilitar a identificação e tomadas de decisão de quais áreas são mais adequadas para aproveitamentos eólio-elétricos tornando os atlas, instrumentos indicativo fundamental para que se possa pré-avaliar os recursos eólicos para geração de energia elétrica.

1.4 Potencial Eólico de Minas Gerais e Francisco Sá

O alvo deste estudo foi o município de Francisco Sá, localizado no interior do estado de Minas Gerais, que possui uma população de 24.912 habitantes, com uma área da unidade territorial de 2.747,283 Km², totalizando uma densidade demográfica de 9,07 hab/Km². O município, que faz parte da região Norte de Minas Gerais, também denominada semi-árido mineiro, apresenta uma situação de transição eco geográfica do clima subúmido para o semi-árido, do Cerrado para a Caatinga (IBGE, 2010).

Muitas são as causas que contribuem para o subdesenvolvimento dessa região semi-árida de Minas, onde muitas das suas características se assemelham às características predominantes no Nordeste. São exemplos dessas causas, a geofísica da região, seus ecossistemas de cerrado e caatinga, o clima semi-árido e principalmente as precárias condições de vida da maior parte da sua população.

As políticas de desenvolvimento regional realizadas levaram essa região a formar um padrão de exclusão e desigualdades, como pode ser observado pelo índice Indicador de Desenvolvimento Humano (IDH) que utiliza como critérios de avaliação educação, longevidade e renda. Sendo que o município em questão apresentou o valor de 0,654 no último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2010 enquanto o estado apresentaram valores médios de 0,731 e 0,715 respectivamente.

Em 2010 a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) publicou o Atlas do Potencial Eólico do Estado de Minas Gerais, e identificou o município de Francisco Sá como uma das áreas de maior potencial. O que já tinha sido verificado inicialmente em Amarante *et al* (2001) no Atlas do Potencial Eólico Brasileiro como mostra a figura 4. Este mapeamento do potencial eólico mineiro foi realizado a partir de um modelo numérico de simulação da camada-limite atmosférica, calculado sobre modelos digitais de terreno na resolução horizontal de 200 m x 200 m e complementado por dados de estações de medições anemométricas.

Segundo Amarante *et al* (2001), o potencial brasileiro atinge facilmente os 272,2 TWh/ano, já para Minas Gerais segundo Amarante (2010), os resultados da integração cumulativa indicam um potencial estimado de 10,6 GW, 24,7 GW e 39,0 GW, para áreas com ventos iguais ou superiores a 7,0 m/s, nas alturas de 50

m, 75 m e 100 m, respectivamente. O atlas do potencial eólico de Minas Gerais, apresenta as áreas 1, 2, 3 e 4 identificadas na Figura 4 como as mais promissoras para empreendimentos eolioelétricos no estado, sendo a localidade de estudo situada na região 1 como demonstra a Figura 4 abaixo.

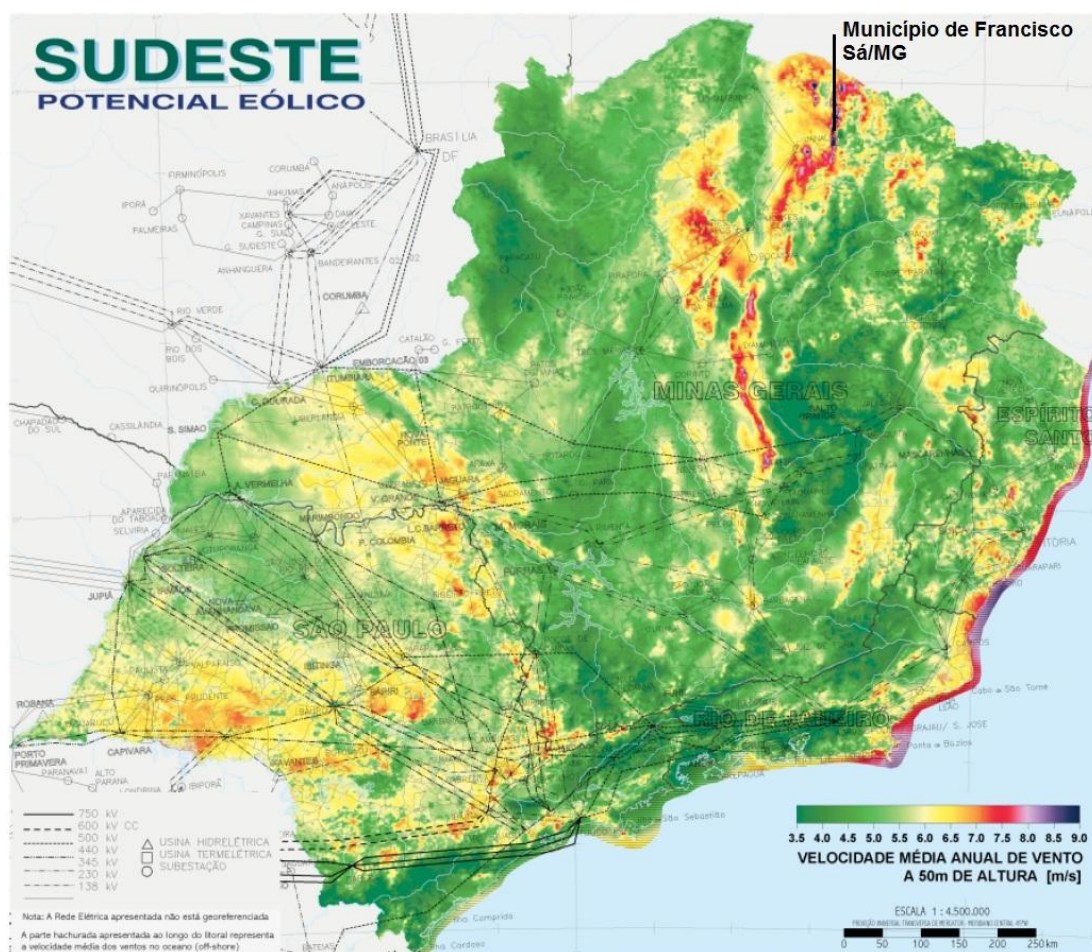


Figura 3. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro.

Fonte: AMARANTE (2001)

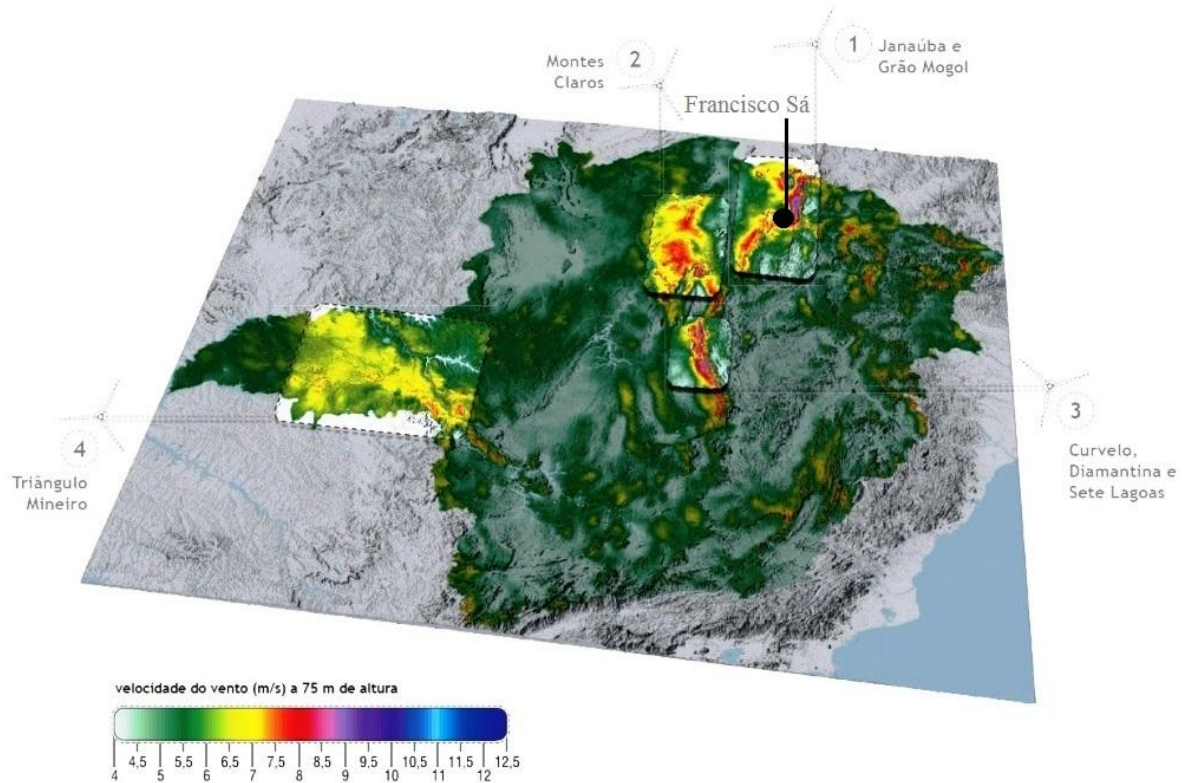


Figura 4. Mapeamento do potencial eólico de Minas Gerais.

Fonte: AMARANTE (2010)

Conforme observado na Figura 4, a área 1 referente a Janaúba e Grão Mogol é uma extensa região ao norte de Minas Gerais, abrange parte da serra do Espinhaço e do vale do rio Verde Grande, nas microrregiões de Janaúba e Grão Mogol. As melhores áreas estão nos municípios de Espinosa, Gameleiras, Monte Azul, Mato Verde, Porteirinha, Serranópolis de Minas, Riacho dos Machados e Francisco Sá. Os potenciais mais significativos ocorrem principalmente nas depressões a oeste da serra, e não apenas nas maiores elevações, sendo essas áreas mais apropriadas para aproveitamentos eólicos uma vez que são menos montanhosas e não possuem restrições ambientais. As velocidades médias anuais do vento superam facilmente os 7,5 m/s a 75 m de altura, configurando assim, uma região com grande potencial como destacado na Figura 4 (AMARANTE, 2010).

Baseado nestas informações, este projeto realiza a análise do potencial de geração de créditos de carbono, verificando se o possível projeto atenderia as

definições dos Mercado Voluntário e Regulado (MDL), calculando a redução líquida de emissões e a geração de créditos, para então analisar em qual mercado pode-se obter um maior retorno financeiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As atividades realizadas para o desenvolvimento deste trabalho compreendem a pesquisa bibliográfica e análise documental de caráter exploratórias, através da consultas a livros, relatórios corporativos, periódicos e bases de dados nacionais e internacionais, assim como, consultas a teses e dissertações, que permitiram melhor compreensão e descrição do assunto investigado. Para uma melhor compreensão do trabalho as etapas foram sintetizadas na Figura 5. Os dados secundários obtidos foram a avaliação preliminar do potencial eólico da região e a quantidade de energia gerada num possível aproveitamento, como sugerido em Arsego *et al* (2007), e realizado anteriormente por Batista Vieira (2011). E assim como em Amarante (2001), para o cálculo da energia anual gerada ou mensal, é realizado a multiplicação dos valores de potência gerada pelo tempo de duração de uma velocidade média v , realizada pelas equações estatísticas de Rayleigh ou Weibull. Sendo a distribuição mais utilizada a de Weibull, escolhida por este trabalho.

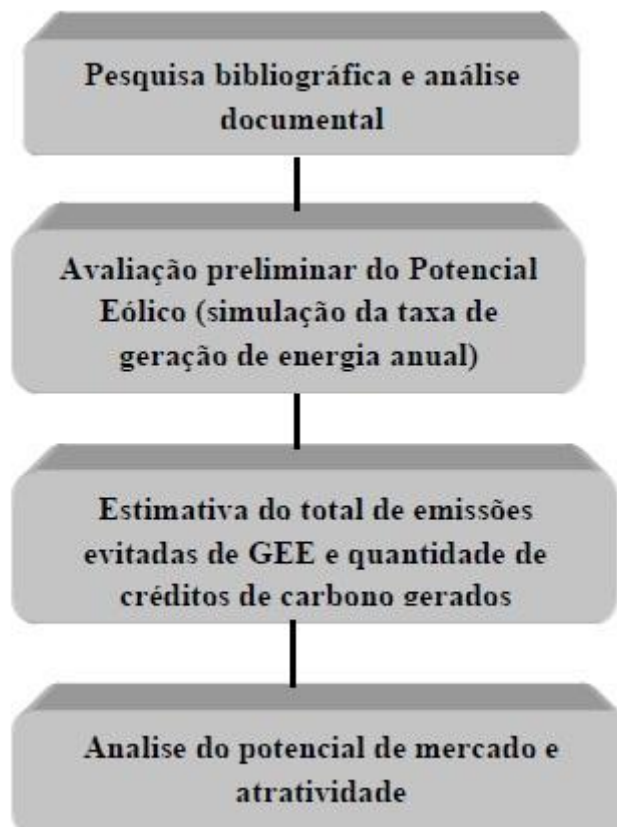


Figura 5. Fluxograma das etapas do trabalho

Fonte: Elaborado pelo autor

Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica de análise documental, pesquisando em bases de dados confiáveis, tais como a Scielo e LILACS. Posteriormente foi realizada a avaliação preliminar do potencial eólico e a estimativa total de emissão de gases do efeito estufa, além da análise do potencial de mercado por meio de dados estatísticos.

Utilizando a metodologia assim como em Arsego *et al* (2007), onde o cálculo da produção de eletricidade de uma turbina eólica contemplará apenas as velocidades dos ventos de intersecção da distribuição de freqüência e da curva de potencia da turbina. E a partir daí utilizar programas computacionais para o cálculo da produção de eletricidade de uma turbina eólica em determinada região.

Desta forma utilizou-se assim como em Batista Vieira (2011), onde foi feita uma avaliação preliminar do potencial eólico da região em questão, incluindo uma simulação da taxa de geração de energia anual. Para isso foi utilizado o valor

mínimo de velocidade média anual observada, assim como tipo de terreno e altitude do local de estudo, citados no Atlas Eólico de Minas Gerais (AMARANTE, 2010), para um possível aproveitamento na altura de 75 metros. Para as simulações da quantidade de energia gerada anualmente, foi utilizado o *software* EOLUSOFT que possui um módulo de dimensionamento e saídas gráficas de sistemas eólicos, que realiza a análise estatística do recurso eólico partir de informações fornecidas pelo usuário referente à velocidade do vento local, tipo de terreno e altitude do local em estudo. A partir das informações é possível simular a energia anual gerada por uma turbina, sendo o software desenvolvido pelo Núcleo Tecnológico de Energia e Meio Ambiente da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (NUTEMA PUC-RS, 2001). A turbina escolhida na simulação é semelhante a utilizada pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) na obtenção dos dados de vento.

Por meio dos dados obtidos foi utilizada a Metodologia ACM0002, a qual utiliza a linha de base consolidada para atividades cujo projeto é a geração de eletricidade conectada à rede a partir de fontes renováveis de energia, que permitiu estimar o total de emissões evitadas de GEE e conseqüentemente a quantidade de créditos de carbono que pode ser gerado pelo potencial eólico da região. A seqüência do procedimento pode ser observado na Figura 6.

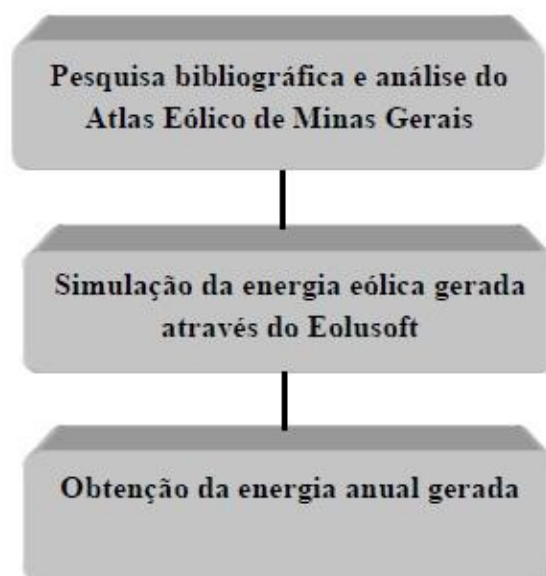


Figura 6. Fluxograma dos Materiais e Métodos

Fonte: Elaborado pelo autor

As reduções de emissão de CO₂ do projeto foram calculadas multiplicando-se a energia líquida que seria gerada pelo projeto para a rede interligada pelo fator de emissão da linha de base. O fator de emissão da linha de base é calculado no Brasil como uma Margem Combinada (CM), que consiste na combinação dos fatores da Margem Operacional (OM) e da Margem de Construção (MC). Os cálculos para essa margem combinada devem basear-se neste caso, em dados do centro de despacho que são disponibilizados ao público pelo Ministério de Ciência e Tecnologia conforme Figura 7.

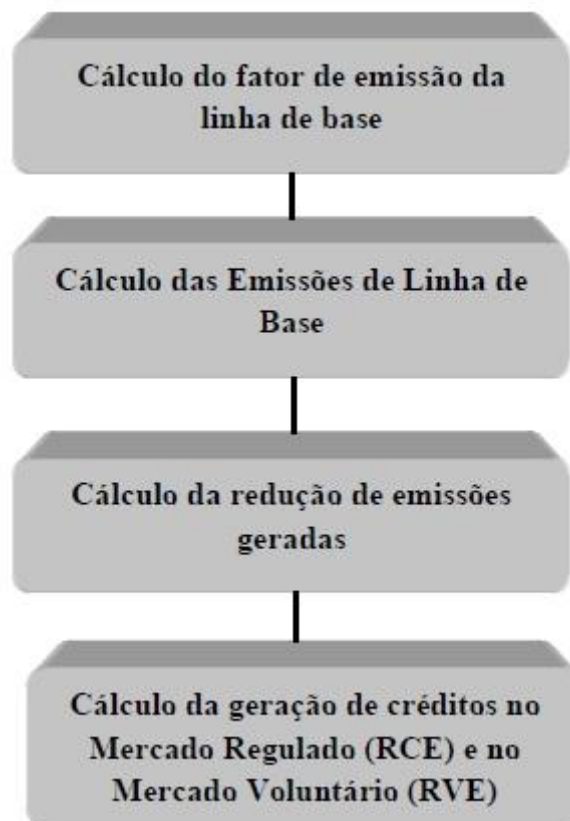


Figura 7. Fluxograma das etapas para se obter a quantidade de créditos gerados

Fonte: Elaborado pelo autor

O fator de emissão da linha de base é calculado como a média ponderada do fator de emissão da margem de operação e do fator de emissão da margem de construção. Esses dois tipos de fatores de emissão de CO₂ para energia elétrica são publicados pelo MCT como demonstra a Figura 8.



Figura 8. Fatores de emissão das margens construção e operação de 2012

Fonte: MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (2013)

Os pesos, por padrão, são 0,5 para a OM e 0,5 para a BM. Para projetos de energia eólica e solar podem ser adotados os pesos 0,75 para a OM e 0,25 para a BM. Pesos alternativos podem ser usados desde que OM + BM = 1 e que seja seguida as orientações prestadas assim como apresentada uma justificativa adequada (MCT, 2006).

O cálculo da linha de base foi realizado segundo as equações:

$$\text{Fator de emissão da linha de base (LB) ou da Rede} = \text{Fator de emissão da margem de construção (BM)} \times 0,25 + \text{Fator de emissão da margem de operação (OM)} = \text{Margem Combinada}$$

$$\text{Linha de Base} = \text{MWh} \times \text{Fator de Emissão da Rede (tCO}_2\text{/MWh)}$$

As reduções de emissões pela atividade do projeto durante um determinado ano são a diferença entre as emissões da linha de base e as emissões do projeto como segue:

$$\textit{Redução Líquida de Emissões} = \textit{emissões da linha de base} - \textit{emissões do projeto}$$

Assim pode-se chegar ao objetivo proposto pelo trabalho, de analisar o potencial de mercado e atratividade, através da ilustração dos possíveis recursos financeiros gerados nos diferentes mercados de carbono globais. Para a escolha dos mercados a serem analisados foi observado o documento do Ecosystem Marketplace, cujos dados possibilitaram obter os principais mercados em operação, através da porcentagem de participação de cada um no mercado de carbono global, onde se destacam uma maior participação dos mercados voluntários. Assim como os tipos de projetos preferenciais e o perfil dos compradores com base o ano de 2012 demonstrando o percentual negociado por categoria de projeto do total de 75,5 MtCO₂e.

Segundo dados da Intercontinental Exchange (NYSE: ICE) rede de bolsas regulamentadas e câmaras de compensação para os mercados financeiros e de commodities, foi obtido os últimos preços negociados da tonelada de carbono nos mercados regulado e voluntario em dezembro de 2013 e a cotação do dólar (NYSE: ICE, 2013). A partir daí foi calculado o retorno financeiro gerado com a venda dos créditos obtidos no período de um ano, lembrando que o projeto teria duração de 7 anos podendo ser renovado mais duas vezes.

3. RESULTADOS E DISCUSSAO

De posse dessas informações e utilizando *software* EOLUSOFT do NUTEMA PUC-RS foi simulado a quantidade de energia gerada, segundo a

distribuição de Weibull⁴, tendo como base o menor valor de velocidade média observado na região que foi de 7,5m/s a altura de 75m gerando um total de 491.444,10 MWh de energia anual.

O cenário atual brasileiro apresentado, assim como destaca Vidal (2006), não condiz com suas riquezas. O país, pode se destacar mundialmente por utilizar fontes de energia renováveis, entretanto a maior parte da sua matriz energética é baseada na energia hidráulica. E na ausência dessas fontes complementares como tem acontecido devido aos longos períodos de estiagem, tem tornado o setor energético vulnerável. Isso demonstra a necessidade de desenvolver uma infra-estrutura aceitável para o desenvolvimento e exploração eficiente das demais fontes alternativas, o que não existe (Vidal, 2006).

Assim foi posteriormente foi estimada a quantidade de emissões evitadas assim como a quantidade de créditos de carbono que o potencial eólico do município poderá vir gerar, através da comercialização desses créditos nos mercados voluntários e regulado e os possíveis retornos financeiros.

3.1 Cálculo da linha de base

Com objetivo de calcular a redução de emissões, inicialmente foi realizado o cálculo das emissões de linha de base. Para isso foi obtido o fator de emissão da linha de base como mostra os cálculos na tabela a seguir. O cálculo da linha de base, gerado pelo projeto para a rede interligada pelo fator de emissão da linha de base, como pode ser observado na seqüência abaixo como apresentado na Tabela 2:

O valor de Linha de Base foi de 491.444,10 MWh x 0,4384 tCO₂/MWh e de emissões de Linha de Base foi de 215.479,80 t CO₂/ ano.

⁴ Distribuição desenvolvida em 1951 pelo professor sueco Waladdi Weibull é usada frequentemente na engenharia da confiabilidade, análise de sobrevivência. No mapeamento eólico, permite representar a distribuição de frequência da velocidade de vento de forma bem compacta através de uma equação.

Tabela 2 - Fator de emissão da linha de base

| MÊS | FATOR DE EMISSÃO DA MARGEM DE CONTRUÇÃO (BM) | FATOR DE EMISSÃO DA MARGEM DE OPERAÇÃO (OM) | MARGEM COMBINADA (CM = BM + OM) |
|-------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|
| JAN | 0,2010 X 0,25 | 0,2935 X 0,75 | 0,2703 |
| FEV | 0,2010 X 0,25 | 0,3218 X 0,75 | 0,2916 |
| MAR | 0,2010 X 0,25 | 0,4050 X 0,75 | 0,354 |
| ABR | 0,2010 X 0,25 | 0,6236 X 0,75 | 0,51795 |
| MAI | 0,2010 X 0,25 | 0,5943 X 0,75 | 0,495975 |
| JUN | 0,2010 X 0,25 | 0,5056 X 0,75 | 0,42945 |
| JUL | 0,2010 X 0,25 | 0,3942 X 0,75 | 0,3459 |
| AGO | 0,2010 X 0,25 | 0,4490 X 0,75 | 0,387 |
| SET | 0,2010 X 0,25 | 0,6433 X 0,75 | 0,532725 |
| OUT | 0,2010 X 0,25 | 0,6573 X 0,75 | 0,543225 |
| NOV | 0,2010 X 0,25 | 0,6641 X 0,75 | 0,548325 |
| DEZ | 0,2010 X 0,25 | 0,6597 X 0,75 | 0,545025 |
| TOTAL | 5,26155 / 12 | | 0,4384 |

Fonte: Elaborada pelo autor (2013).

3.2 Redução de emissões

A atividade do projeto reduz as emissões, por meio da substituição da geração de eletricidade da rede com usinas movidas a combustíveis fósseis, por eletricidade renovável. As reduções de emissões pela atividade do projeto durante um determinado ano são a diferença entre as emissões da linha de base e as emissões do projeto encontram-se no valor de Redução líquida de emissões = 215.479,80 tCO₂/ano.

3.3 Geração de Créditos nos diferentes mercados

Foi simulado também, um possível retorno para o período de 21 anos com a mesma geração nos anos seguintes pra ilustrar o potencial do projeto.

RCEs = 215.479,80 tCO₂e x US \$ 5,9 = US \$ 1.271.330,87

RCEs = US \$ 1.271.330,87 x 2.3(cotação do dólar) (NYSE: ICE, 2013)

RCEs = R\$ 2.924.061/ ano

RCEs = 61.405.281,02 em 21 anos.

RVEs = 215.479,80 tCO₂e x US \$ 0,52 = US \$ 112.049,50

RVEs = US \$ 112.049,50 x 2.3(cotação do dólar) (NYSE: ICE, 2013)

RVEs = R\$ 257.713,85/ano

RVEs = 5.411.990, 85 em 21 anos.

O estudo permitiu obter uma avaliação preliminar da quantidade de energia elétrica que pode ser obtida em função do recurso eólico da região, do retorno financeiro que pode ser gerado por uma possível instalação de um parque eólico e da comercialização dos créditos de carbono.

Após validação e análise dos dados de ventos para a determinada região, e verificado o potencial eólico da região através do software utilizado, permitiu realizar análises e o cálculo dos dados de vento médio e seu potencial, na região escolhida a situar um projeto eólico.

A análise empreendida no estudo permitiu a identificação do mercado voluntário como aquele mais rentável financeiramente para o desenvolvimento do projeto, devido ao maior preço pago por tonelada de emissões evitadas. Entretanto se analisarmos o caso específico dos projetos de energia eólica desenvolvidos até o momento pelo Brasil, existem 50 projetos brasileiros registrados no âmbito do Protocolo de Quioto e no mercado voluntário não foi identificado nenhum.

Isso demonstra a necessidade de desenvolvimento de projetos desse escopo neste mercado, assim como, seguir a tendência de se ter mercados fragmentados em diferentes regiões, como vem acontecendo nos EUA, China, Austrália entre outros, que buscam criar e fortalecer o mercado interno ou regional (VIEIRA, 2011).

Assim foi possível traçar um panorama das possibilidades geradas a partir de um aproveitamento do potencial eólico do local de estudo.

Tanto a análise bibliográfica como o resultado das simulações, aponta os benefícios do projeto, como a redução da emissão de GEE através do uso de energias renováveis, e no aspecto econômico apresenta a viabilidade de comercialização desses créditos em diferentes mercados de carbono com grande possibilidade de retornos financeiros aos investidores. O município em questão pode vir a se beneficiar, sendo um centro eletroprodutor, com a criação de novas oportunidades de trabalho, qualificação de profissionais, valorização imobiliária e aumento da renda local. Por esses motivos o município deveria cobrar incentivos e criar políticas que incentivassem a o fomento de projetos como o de estudo.

Assim como destaca Nascimento *et al* (2012), nesse sentido, é possível verificar que os pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) podem ser visualizados ao longo de praticamente todas as questões envolvendo a implantação de novas usinas eólicas. Entretanto deve-se destacar que as questões econômicas estão no centro das discussões e é por meio da viabilidade econômica, que as questões ambientais e sociais também são beneficiadas. Assim, a energia eólica tem se mostrado cada vez mais competitiva em decorrência do barateamento de equipamentos e da escala que o setor ganhou ao redor do mundo, demandando cada vez mais energias de natureza renovável como a eólica.

A facilidade e crescimento das ações voluntárias e de diferentes iniciativas, além de um maior valor pago pela tonelada de emissões reduzidas, tornam o mercado voluntario mais atrativo para geração de créditos de carbono a partir de um projeto em virtude da burocracia e regras mais rígidas encontradas pelos projetos no âmbito do Protocolo de Quioto.

4. CONCLUSÃO

Analisando os dados obtidos, a simulação e cálculos energéticos realizados, foi possível obter uma geração de 491.444,10 MWh/ano e uma redução líquida de emissões = 215.479,80 tCO₂/ano

A pesquisa unida à revisão de literatura, análise documental e juntamente com as considerações das simulações realizadas, serviram de suporte para que possa expressar as considerações finais sobre o tema proposto neste estudo, e,

baseado em parâmetros científicos, possa contribuir para o amadurecimento do assunto.

Aqui são revistos os objetivos propostos no início deste trabalho e a pergunta da pesquisa, destacando os aspectos mais relevantes. “Qual a importância de gerar créditos de carbono a partir do potencial eólico do município de Francisco Sá – MG ?”

Após a análise dos dados obtidos, foi possível confirmar a possibilidade do aproveitamento do potencial eólico do município de Francisco Sá para o desenvolvimento de um projeto de geração de créditos de carbono e a venda desses créditos nos mercados existentes sejam voluntários ou regulado.

É importante salientar que não é coerente chegar a uma conclusão final sobre o potencial eólico da região sem antes possuir um banco de dados suficiente para isso. Portanto, os resultados obtidos são de caráter preliminar e necessitam de novos estudos, que dêem uma continuidade para que se possa chegar a conclusões mais seguras. Apesar disso, as análises inicialmente feitas foram satisfatórias para demonstrar esse potencial.

Por ultimo, afim de promover o desenvolvimento econômico e sustentável da região, o mercado de carbono e conseqüentemente a venda desses créditos, possibilita a valorização dos indicadores sociais e ambientais do projeto, buscando atender um dos focos do trabalho que é contribuir social e ambientalmente para o desenvolvimento regional, no caso, do semiárido mineiro. E que o incentivo ou não ao desenvolvimento de um possível projeto está ligado às características locais ou às políticas regionais, ressaltando a necessidade de um melhor direcionamento de ações públicas efetivas voltadas para essa área.

Diante do que foi apresentado, espera-se contribuir para o incentivo ao desenvolvimento de projetos na região, e a formulação de novas políticas mais alinhadas com os projetos de redução de GEE, e direcionadas para o semiárido norte mineiro, a partir do conhecimento adquirido sobre as características do potencial existente na região.

5. REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica;. **Boletim Mensal de Dados do Setor Eólico – Público**. n.10. Outubro. 2013. Disponível em: <<http://www.portalabeeolica.org.br/pdf/Boletim-Dados-ABEEolica-Outubro-2013.pdf>>. Acesso em: 18/11/2013.

ALDABÓ, Ricardo. **Energia Eólica**. São Paulo. 2002. p. 13-15.

ALVES, Jose Jakson Amancio. **Estimativa da Potência, Perspectiva e Sustentabilidade da Energia Eólica no Estado do Ceará**. 163f. Dissertação (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 2006. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=104675>. Acesso em: 20 mar. 2014.

AMARANTE, O. A. C; BROWER, M.; ZACK, J.; SÁ, A. L. de. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/atlas_eolico_2010/atlas%20pdf/atlas%20eolico%20MG.pdf>. Acesso em: 20/03/2011.

AMARANTE, Odilon A. Camargo do; SILVA, Fabiano de Jesus Lima da; ANDRADE, Paulo Emiliano Piá de. **Atlas eólico : Minas Gerais**, 2010. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/atlas_eolico_2010/atlas%20pdf/atlas%20eolico%20MG.pdf>. Acesso em: 20/03/2011.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica;. **Matriz de Energia Elétrica**. 2014. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacaocapacidadebrasil.asp>>. Acessado em: 20/ 03/2014.

ARSEGO, Diogo Alessandro; BERTAGNOLLI, Rafael Fettermann; PEREIRA, Enio Bueno; SCHUCH, Nelson Jorge;. **Avaliação do potencial eólico no sul do Brasil**. Santa Maria. 2007. Disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacaocapacidadebrasil.asp>>. Acessado em: 20/ 03/2014.

BATISTA VIEIRA, Danilo. **Levantamento do potencial eólico do município de Francisco Sá / Minas Gerais e o seu aproveitamento para o desenvolvimento econômico e sustentável**. 111f. Dissertação (Graduação em Engenharia Ambiental) - Faculdades de Ciência Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho, Montes Claros, 2011.

BRITO, R.S. **Mercado de carbono: Aspectos financeiros**. 2009. 24f. Dissertação (Pós Graduação) - Programa de Pós-graduação em Mercado Financeiro e Investimento, Faculdade FORTIUM, Brasília, 2009. Disponível em:

<http://cmb.adv.br/assets/mercado-de-carbono_aspectos-financeiros_rafaela-silva-brito.pdf>. Acesso em: 20/03/2014.

DUTRA, M. R. **Propostas de Políticas Específicas para Energia Eólica no Brasil após a Primeira Fase do PROINFA**. 2007. 174f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Planejamento Estratégico, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em:

<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/teses_doutorado/200704_dutra_r_m_dr_apres.pdf>. Acesso em: 20/03/2014.

ECOSYSTEM MARKETPLACE. **Maneuvering the Mosaic: the state of the voluntary carbon markets 2013**. Disponível em: <http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_2828.pdf>. Acesso em: 04/09/2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional – BEN 2014**. Disponível em:

<<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioSintese2014.aspx>>. Acesso em 15/07/2014.

ERENO, Dinorah; **A força dos ventos**. Pesquisa FAPESP. v.177. p 1-2. 2010.

IBGE. **Censo demográfico 2010**. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=312670>>. Acesso em 25/10/2011.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC WG-I Fourth Assessment Report (AR4) – The Physical Basis on Climate Change – Summary for Policymakers**. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/WG1/SPM/](http://www.ipcc.ch/WG1/SPM.pdf)>. Acesso em: 29/08/2013.

LIMIRO, Danielli. **Créditos de Carbono: Protocolo de Kyoto e Projetos de MDL**. Curitiba: Juruá, 2008.

MAGALHÃES, Aline Souza; JÚNIOR, Admir Antônio Betarelli; DOMINGUES, Edson Paulo. **Impactos e perspectivas do mercado de carbono pós-2012 no Brasil**. In: Encontro Nacional de Economia, 40., 2012, Rio de Janeiro. Anais do... Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro/2012/inscricao/files_I/i10-5b97c6cc65eab4771945e2a9c5899916.pdf>. Acesso em: 29/08/2013

MARTINS, F.R.; GUARNIERI, R.A.; PEREIRA, E.B. **O aproveitamento da energia eólica**. Rev. Bras. Ensino Fís. 2008, v.30, n.1, p. 1304.1-1304.13.

MENEGUIN, Fernando. **O que é o mercado de carbono e como ele opera no Brasil?** Disponível em:

<<http://www.brasil-economia-governo.org.br/2012/08/13/o-que-e-o-mercado-de-carbono-e-como-ele-opera-no-brasil>>. Acesso em 29/08/2013.

MCT. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Arquivos dos Fatores de Emissão 2012**. Disponível em:

<<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/338047.html#ancora>>. Acesso em: 29/08/2013.

MCT. Ministério de Ciência e Tecnologia. **Formulário do documento de concepção do projeto (MDL-DCP)**. v.3. 2006. Disponível em:
<http://www.mct.gov.br/upd_blob/0200/200810.pdf>. Acesso em: 29/08/2013.

NASCIMENTO, Tiago Cavalcante; MENDONÇA, Andréa Torres Barros Batinga De; CUNHA, Sieglinde Kindl Da. **Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil**. Caderno EBAPE. Rio de Janeiro. v. 10. n. 3. artigo 9. p. 651-651. 2012.

NYSE: ICE; **New York Stock Exchange: Intercontinental Exchange Inc.**
Disponível em:
<<https://www.intercontinentalexchange.com/about>>. Acesso em 10/12/2013.

PAIVA, Danielle Soares; ANDRADE, José Célio Silveira; TELÉSFORO, Ana Cristina de Oliveira; CAIRO, Thaís Fernandes Dias; RAMOS, Luiza Schultz Cortes Freire; ASSIS, Luiz Eduardo Marcelo de. **Mercado Voluntário de Carbono: co-benefícios para o desenvolvimento sustentável dos projetos brasileiros de cerâmica**, In: Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, 27., 2012, Salvador. Anais do... Disponível em:
<http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012_SIMPOSIO105.pdf>. Acesso em: 29/08/2013.

OLIVEIRA, Thiago Fleury Fernandes de; SANTOS, Harlen Inácio dos. **Uso da energia eólica como alternativa para mitigar o agravamento do efeito estufa**. Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2008. Disponível em:
<<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/USO%20DA%20ENERGIA%20E%20LICA%20COMO%20ALTERNATIVA%20PARA%20MITIGAR%20O%20AGRAVAMENTO%20DE%20EFEITO%20ESTUFA.pdf>>. Acesso em: 27/08/2013.

SEEG. **Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil 1990-2012**, 2013.

SILVA, Laura Auxiliadora Martins da; MOURA, James Moraes de; FERNANDES, Alan Tocantins. **Crédito de carbono: reflexões ambientais e econômicas para o mercado brasileiro**, In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 3., 2012, Goiânia. Anais do... Disponível em:

<<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VI-003.pdf>>. Acesso em: 29/08/2013.

SOUSA, João. **A Importância da Previsão da Geração Elétrica de Base Eólica**, In: Brazil Windpower Conference & Exhibition, 2013, Porto. Anais do... Disponível em:

<<http://www.brazilwindpower.org/archives/anuario/Sala%201%20-%2014h00%20-%20A%20Importancia%20da%20Previsao%20da%20Geracao%20Eletrica.pdf>>. Acesso em: 20/03/2014.

SOUZA, André L.; PAIVA, Daniele S.; ANDRADE, José C. S.; JUNIOR, Antonio C. S.; GOULART, Ricardo Curi. **O Mercado Internacional de créditos de carbono: estudo comparativo entre as vertentes regulada e voluntária no Brasil no período de 2004 a 2011**. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão. v. 7. n 4. 2012, p. 526-544. Disponível em:

<<http://www.uff.br/sg/index.php/sg/article/download/V7N4A2/V7N4A2>>. Acesso em: 27/08/2013.

TELÉSFORO, Ana Cristina de Oliveira; PAIVA, Danielle Soares Paiva; ANDRADE, José Célio Silveira. **Projetos de Redução de Gases do Efeito Estufa do Mercado Voluntário de Carbono Brasileiro: Um Estudo de Caso na Indústria Cerâmica do Semiárido**. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão. v. 44. Número especial. 2013, p. 333-346. Disponível em:

<http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/publicacoes/rennumeros_publicados/docs/ren_2013_7_projetos.pdf>. Acesso em: 20/03/2014.

UNFCCC. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. **United Nations Framework Convention on Climate Change**. Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int>>. Acesso em: 28/08/2013.

VIDAL, José. **Entrevista - Conselho em Revista**. CREA-RS. Porto Alegre: n. 22, p.6-7, 2006.

VIEIRA, Viviane Fiedler. **Riscos e oportunidades do mercado de carbono no setor energético brasileiro**. 41f. Dissertação (Pós-graduação em Economia e Negócios Ambientais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/handle/1884/32792>>. Acesso em: 27/08/2013.