



Encontro Internacional sobre Gestão  
Empresarial e Meio Ambiente

## **ANALISE DOS PROJETOS MDL PARA GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL A PARTIR DE RESÍDUOS NO BRASIL**

### **ALICE DE MORAES FALLEIRO**

Universidade Federal de Santa Catarina  
alice.falleiro@gmail.com

### **AUGUSTA COELHO SANTANA**

Universidade Federal da Bahia  
augustagcoelho@hotmail.com

### **LUANA DAS GRACAS QUEIROZ DE FARIAS**

Instituto Federal da Bahia  
luanaffarias@yahoo.com.br

### **JOSÉ CÉLIO SILVEIRA ANDRADE**

Universidade Federal da Bahia - UFBA  
jcelio.andrade@gmail.com

## **ANALISE DOS PROJETOS MDL PARA GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL A PARTIR DE RESÍDUOS NO BRASIL**

### **RESUMO**

Entre os projetos elegíveis, no âmbito do MDL, aptos a comercializar créditos de carbono estão aqueles que utilizam a queima de resíduos para gerar energia renovável. O conhecimento acerca desses projetos é de suma importância, na medida em que eles podem ser uma alternativa para diminuir as emissões de GEE e, ao mesmo tempo, incentivar a destinação correta dos resíduos. Este artigo objetivou analisar esses projetos e compará-los entre si. A pesquisa foi de caráter exploratório, bibliográfico e documental, com abordagem qualitativa. Os dados secundários foram obtidos a partir do *Project design Document (PDD)* de cada projeto. Foram identificados 47 projetos desse tipo. Desses, 27 são da indústria sucroalcooleira localizados na sua ampla maioria no estado de SP. Apesar de representar a maioria dos projetos, as usinas de cana de açúcar não são as que mais estimam emitir créditos de carbono. A maior quantidade estimada de CER vem dos projetos de casca de madeira. Isso ocorre, em virtude do tipo de metodologia utilizada para o cálculo e a quantidade de energia prevista a ser gerada, uma vez que as estimativas são feitas em cima desse cálculo e da quantidade de GEE não emitida. Os resultados demonstram que os projetos no âmbito do MDL que envolvem geração de energia a partir de resíduos são potenciais geradores de CER, porque envolvem a não emissão do gás metano, 21 vezes com potencial de aquecimento global maior do que o CO<sub>2</sub>.

**Palavras chave:** bagaço cana de açúcar; resíduos; MDL; créditos de carbono; Protocolo de Quioto

## **ANALYSIS OF CDM PROJECTS TO GENERATE RENEWABLE ENERGY FROM WASTE IN BRAZIL**

### **ABSTRACT**

Eligible projects under the CDM, able to trade carbon credits are those using the burning waste to generate energy. Knowledge about these projects is of paramount importance, in that they can be an alternative to reduce greenhouse gas emissions and at the same time, encourage the proper disposal of waste. This article aimed to identify these projects and compare them with each other. The research was exploratory, bibliographical and documentary character with a qualitative approach. Secondary data were from the Project design Document (PDD) for each project. 47 such projects have been identified. Of these, 27 are from the sugar industry located in its large majority in the state of SP. Despite representing the majority of projects, the sugar cane plants are not the issue estimate that more carbon credits. The highest estimated amount of CERs comes from wood bark projects. This occurs because the type of methodology used for the calculation and the amount of energy expected to be generated, since the estimates are made based on this calculation and the amount of GHG not emitted.

**Key words:** sugar cane bagasse; waste; CDM; carbon credits; Kyoto Protocol

## 1 INTRODUÇÃO

A transição para uma Economia de Baixo Carbono ou com ênfase na redução de GEE teve como marco significativo na área climática a assinatura do Protocolo de Kyoto, que surge como um instrumento de Governança Ambiental Global (GAG) visando o estabelecimento de metas para mais de cinquenta países reduzirem suas emissões Gases de Efeito Estufa (GEE), em média, 5,2% em comparação aos níveis de 1990 para o período de vigência do documento (2008-2012). Contudo, somente a partir de 2005 entrou em vigor o Protocolo de Kyoto, viabilizando compromissos por meio de metas quantitativas de redução de GEE para países desenvolvidos. (VEIGA, 2009; GIDDENS 2010).

Nesse sentido, a transição rumo a uma economia de baixa emissão de carbono, inclui o setor da agroindustrial, que busca a eficiência de recursos através de investimento em energias renováveis. Em relação às oportunidades vinculadas às atividades de produção de açúcar e etanol, a partir do processamento de cana de açúcar, os projetos de MDL vinculam-se à geração de energia a partir do uso do bagaço da cana e a palha. Vale ressaltar que a atividades de produção de cana de açúcar vem crescendo inversamente proporcional ao desmatamento na Amazônia nos últimos anos (UNICA, 2013). Portanto, os projetos que serão analisados substituem os combustíveis fósseis, a partir do uso de biomassa (bagaço) de cana-de-açúcar, como é o caso de projetos de MDL de co-geração do setor sucroalcooleiro que possibilita a redução de emissão de GEE, e ainda permite a geração de renda a partir da venda de crédito de carbono.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) foi definido no artigo 12 do Protocolo de Kyoto (1998, p. 14) cujo objetivo “deve ser assistir às Partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir às Partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, assumidos no Artigo 3”. De acordo com Lombardi (2008, p. 95) as atividades do MDL resultam em crédito de carbono, definidos como RCE (Reduções Certificadas de Emissões; CER em inglês).

As negociações do novo acordo sob a Convenção oferecem oportunidades para inaugurar nova fase do regime internacional de mudança do clima. Mesmo na ausência de uma obrigação jurídica internacional de reduzir emissões, o Brasil assumiu, por meio da Política Nacional sobre Mudança do Clima - Lei nº 12.187/2009, o compromisso voluntário de reduzir emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9%, em relação às emissões projetadas até 2020.

Atualmente, o status do MDL no mundo registra 7.578 atividades de projeto (MCTI, 2014). Sendo que a China lidera com 3.763 (50%), seguida da Índia, com 1.536 projetos (20%). O Brasil ocupa a terceira posição, apresentando 330 projetos (4%) já registrados pelo Conselho Executivo do MDL (MCTI, 2014). Nesse contexto, o Brasil está entre os três países com maior número de projetos de MDL registrados na *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*.

Entre esses projetos estão aqueles que utilizam resíduos para gerar créditos de carbono. Frente a esse cenário, o presente artigo identificou quarenta e sete (47) projetos dessa modalidade. Os projetos supracitados são potenciais geradores de créditos de carbono em virtude do alto potencial de aquecimento global do metano, principal gás resultante da decomposição da matéria orgânica. Dentre os brasileiros, destacam-se os projetos de cogeração de energia a partir do bagaço da cana de açúcar, os quais totalizam 27 pertencentes à agroindústria canavieira; 09 que utilizam os resíduos da madeira; 08 referem-se aos resíduos

dispostos em aterro sanitário e por último 03 que utilizam resíduos da casca de arroz negociados no âmbito do Mercado Regulado de Carbono, conforme dados da UNFCCC.

Diante do que fora exposto, é possível notar a relevância das atividades desenvolvidas no âmbito do escopo de Indústria de Energia (renovável), como instrumentos para a redução de GEE. Na medida em que lidera com 55% dos projetos, sendo o mais atrativos dos participantes do MDL no país até 30 de Setembro de 2014 (UNFCCC, 2015).

Este artigo teve como objetivo analisar os projetos de MDL de geração de energia renovável a partir de resíduos e compará-los entre si. A pesquisa foi exploratória, de caráter bibliográfico e documental, quanto aos procedimentos, utilizou-se abordagem qualitativa dos dados e a técnica análise de conteúdo.

Para atender ao propósito desta pesquisa, além desta introdução, a segunda seção apresenta uma revisão teórica sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos e sua relação com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Na terceira seção, são expostos os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. Seguem-se as seções de análise dos resultados e as considerações finais.

## **2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUA RELAÇÃO COM O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO**

Recuperar energia e outros subprodutos úteis a partir de resíduos tem sido possível devido aos consideráveis avanços tecnológicos, que levaram à implementação de projetos de WtE. Na maioria dos casos, esses projetos fornecem oportunidades para a geração e distribuição de energia de modo descentralizado onde a rede elétrica não pode ser disponibilizada. Com as tecnologias avançadas, o resíduo propriamente dito pode ser transformado em produtos energéticos úteis (GREEN ECONOMY, PNUMA, 2011).

Uma das inovações trazidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS Lei 12.305 de 2010 está associada à possibilidade de recuperação energética, contemplada em seu § 1º, art. 9º, “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

O referido parágrafo determina que “poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental”. Em outras palavras, a PNRS permite a transformação do “resíduo” em energia com a utilização de tecnologia aplicável ao MDL, possibilitando a obtenção de Créditos de Carbono. Ainda, no artigo 8º inciso IV consta como medidas indutoras, o apoio à elaboração de projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo ou quaisquer outros mecanismos decorrentes da Convenção Quadro de Mudança do Clima das Nações Unidas. Ou seja, os projetos de MDL podem gerar ganhos financeiros a partir da venda da energia ao sistema elétrico nacional e, também pelo recebimento dos créditos de carbono decorrentes de sua contribuição para a redução das emissões de gás metano para a atmosfera.

Nesse contexto, o setor está enfrentando três conjuntos de desafios: 1) aumento do crescimento na quantidade e complexidade dos fluxos de resíduos associados ao aumento das rendas e ao crescimento econômico; 2) risco crescente de danos à saúde humana e aos ecossistemas e 3) a contribuição do setor para a mudança climática (GREEN ECONOMY, PNUMA, 2011, pg.316). O resíduo de biomassa inclui resíduos agrícolas e florestais. Estima-

se que, mundialmente, 140 bilhões de toneladas de resíduos agrícolas são gerados todos os anos (NAKAMURA, 2009).

É importante destacar que nos últimos anos, com a crise da Europa e as incertezas geradas para fixação de um segundo período de metas e compromissos do Protocolo de Quioto, bem como, as medidas restritivas adotadas pelo governo Europeu, trazem um ambiente desfavorável para o desenvolvimento de projetos de redução de emissão de GEE e mais insegurança em relação ao mercado.

De acordo com o relatório da *Bloomberg New Energy Finance (BNEF)* e *Thomson Reuters Point Carbon* elaborado em janeiro de 2014, o volume de recursos movimentados pelo mercado de carbono global tem sofrido uma queda substancial. Assim, registrou uma queda de movimentação financeira de 59% entre 2011 e 2013, passando de 98 bilhões de euros para 40 bilhões de euros, motivado, principalmente, em função da crise na Europa.

O Brasil lançou em 2012 o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, conhecido como “Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)”, vinculado a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), criada pela Lei 12.187/2009 e previsto no Art. 3º do Decreto 7.390/2010 que regulamenta o Art. 6º, 11 e 12 da PNMC, com vigência de 2010 a 2020.

O atual cenário do setor energético brasileiro abre espaço para outras fontes de energia a exemplo da co-geração com bagaço, que “pode contribuir significativamente para o fortalecimento da matriz brasileira”. A possibilidade de reaproveitar esses resíduos (bagaço) incita o interesse do setor sucroalcooleiro, na possibilidade de elaborar projetos de co-geração de energia, a fim de gerar créditos de carbono e redução das emissões de GEE. (DANTAS, 2009).

A cana-de-açúcar possui o nome científico de *Saccharum*, sendo uma planta herbácea da família das gramíneas, no Brasil, a história da cana se inicia em 1532, oriunda da Ilha da Madeira (Portugal). Atualmente, o Brasil representa 37,8% da cana-de-açúcar produzida no mundo (NOGUEIRA, 2014). Além disso, é o maior produtor de cana-de-açúcar, seguido por Índia e China, comercializando mais de 50% do açúcar mundial, sendo também, o maior produtor de açúcar e etanol.

Nesse contexto, são 9.070,4 mil hectares de plantação no país, ou seja, 1% do total de hectares de terras produz cana-de-açúcar e 402 usinas produzindo açúcar, etanol e eletricidade para consumo próprio de energia ou ainda, para comercialização. Esse potencial aumentou junto com a indústria sucroalcooleira. Entretanto, somente a partir do ano 2000, ocorreu os investimentos para ampliar as centrais das usinas de açúcar, quando os produtores de açúcar começaram a visualizar essa atividade de projeto proposta como uma alternativa de investimento para suas centrais juntamente com a introdução do MDL. (CONAB, 2013; 2015; MCT, 2015)

De acordo com a UNFCCC, até 31 de março de 2014 já foram emitidas mais de 1,4 bilhões de RCE no mercado de carbono global. Contudo, em maio de 2009, ainda sob efeito do cenário da crise financeira de 2008, os preços das RCE chegaram a 13 euros. Entre o final de 2010 os preços das RCE apresentam quedas, ficando abaixo dos 10 euros. Desde o final de 2012 os preços das Reduções Certificadas de Emissões (RCE) continuam caindo, encerrando o ano de 2013 abaixo de 1 euro por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (ECOFYS, 2013, P.41).

Assim, dado o atual cenário de aquecimento global, bem como a necessidade de redução de emissão de GEE, revela que as mudanças climáticas vêm provocando medidas regulatórias em todo mundo. Nesse sentido, projetos de energia renovável a partir dos resíduos buscam a eficiência de recursos através de investimento em energia advindo de

fontes primárias renováveis. Portanto, se torna ainda mais expressivo por substituir os combustíveis fósseis e sua natureza apresentar forte apelo ambiental e social. (VEIGA, 2010)

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa constituiu-se como exploratória, bibliográfica e documental com abordagem qualitativa,

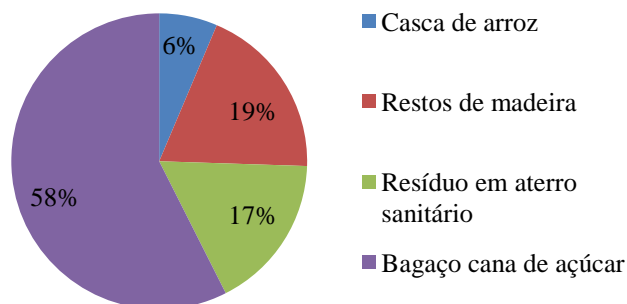
A pesquisa foi realizada em duas etapas, a saber: recolhimento e análise de dados; e aplicação da pesquisa documental nos *Project Design Document* (PDD), documentos disponíveis no site da UNFCCC. A partir da análise dos PDD de cada projeto foi possível extrair os dados utilizados no vigente artigo.

Primeiramente, mapeou-se até agosto de 2015 os 47 projetos de MDL de energia renovável a partir de resíduos, averiguando tamanho em capacidade de energia gerada, características, tipo de projeto, localização por Estado e Região, metodologia utilizada, volume de reduções de emissões estimadas comparando os projetos desse tipo entre si e entre o que mais apresentou projetos.

Na segunda etapa, realizou-se análise do conteúdo dos Project Document Design (PDD) de cada projeto com as referidas características. Ainda, foi identificado qual tipo de projeto estima emitir mais CERs para o mercado regulado.

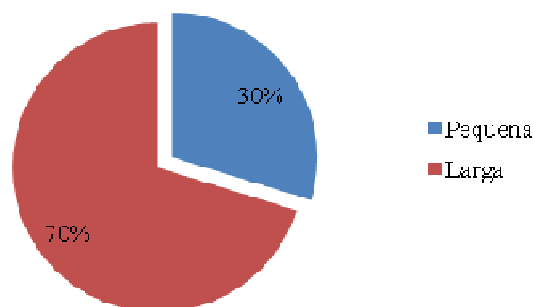
### 4 RESULTADOS

A seguir será apresentada a análise dos dados bem como a interpretação a partir dos resultados encontrados. O intuito de identificar o que ocorre com tais projetos de energia renovável a partir dos resíduos se torna ainda mais expressivo por sua natureza que apresenta forte apelo ambiental e social. Nesse contexto, identificou-se quarenta e sete projetos que utilizam resíduos para gerar energia e que estão aptos a comercializar créditos de carbono no mercado regulado. A figura 1 apresenta a porcentagem desses projetos por tipo de resíduo utilizado.



**Figura 1 – Tipo de projeto**  
Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

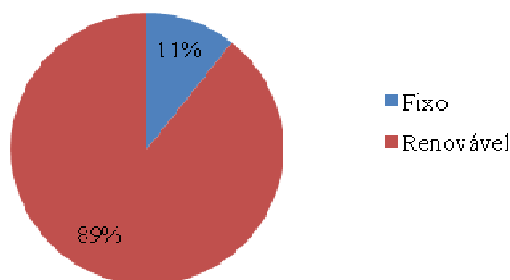
Referente ao tamanho do projeto estão vinculados a capacidade de geração de energia. Eles podem ser de larga escala ou pequena escala. Conforme consta na figura 2, a maioria é de larga escala (70%).



**Figura 2 – Tipo de escala dos projetos**

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

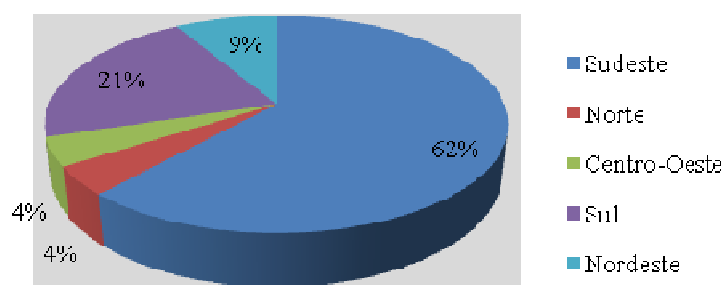
No que diz respeito ao tipo de período de venda de créditos de carbono, os projetos podem apresentar período fixo (10 anos) ou renovável (7 anos, podendo ser renovado por sete anos e posteriormente mais 7, totalizando 21 anos). A maioria dos projetos conta com período renovável (89%).



**Figura 3 – Período de venda de créditos de carbono**

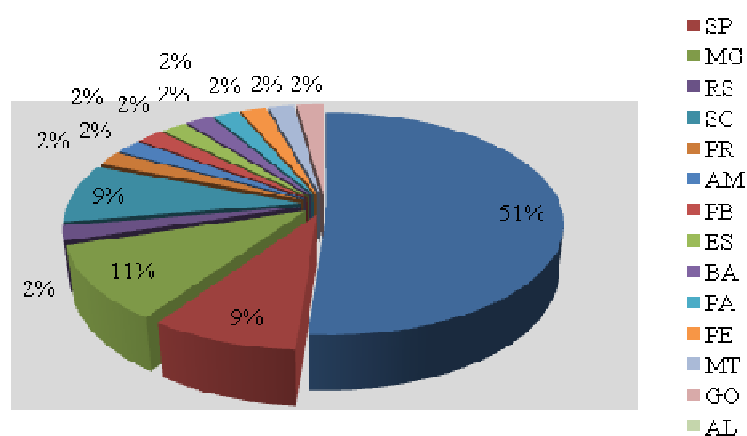
Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

Os projetos do setor sucroalcooleiro apresentam a ampla maioria dos projetos (58%) seguido daqueles que utilizam os resíduos de madeira (19%), resíduos dispostos em aterro sanitário (17%) e por último aqueles que utilizam a casca de arroz (6%). Referente à região geográfica, eles estão localizados nas cinco regiões geográficas do país, estando amplamente concentrados amplamente na região sudeste (62%) seguido da região Sul (21%), conforme apresentado na figura 2.



**Figura 4 – Região geográfica**  
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2015).

O estado de São Paulo abriga a maioria dos projetos desse tipo (51%) seguido do Rio Grande do Sul (11%). Tais características estão diretamente ligadas ao fato de que a maior parte dos projetos estudados nesse artigo foi identificada como de bagaço de cana de açúcar. Isso ocorre, porque o estado de SP concentra o maior número de indústrias desse setor, o que fez com que a região sudeste e o referido estado se destacassem quando comparados a demais regiões do País.



**Figura 5 – Divisão de projetos por Estado**  
**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2015).

O primeiro período do Protocolo de Quioto foi encerrado em 31 de dezembro de 2012, sendo que após essa data iniciou o segundo período desse protocolo ou a prorrogação do mesmo, conforme alguns se referem. Somente 1 projeto foi registrado após o encerramento do primeiro período do Protocolo de Quioto. Ainda, o quadro abaixo, mostra que dos 47 projetos registrados somente 11 renovaram seu período de crédito. Destes 5 tem período de venda de créditos fixo, então temos que 31 projetos não seguiram no âmbito do MDL.

**Quadro 1 – Renovação do período de créditos dos projetos**

Data de registro	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Primeiro período	35	3	5	-	-	2	1	1	-	-	47
Segundo período	-	-	-	1	2	6	0	2	-	-	11

**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2015).



Conseqüência disso é que a estimativa de emissão de CERs desses projetos para o segundo período do seu período de créditos caiu significativamente. Isso aponta que muitos projetos não renovaram seu período de crédito, ou seja, eles optaram por não mais seguir sua atividade no âmbito do MDL.

Quadro 2 – CER estimado por período de crédito

CER estimados por período de crédito	Quantidade (tCO2)
Primeiro	2683,266
Segundo	204,315
<b>Total</b>	<b>2887,581</b>

Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

Posto isto, esta pesquisa mapeou 27 projetos brasileiros no setor sucroalcooleiro que atendeu a todas as etapas do ciclo de projetos no mercado regulado estando registrados na UNFCCC pelo Conselho Executivo do MDL. Tais projetos correspondem por 58% do total de projetos desse tipo, figura 1. Os projetos de MDL que contemplam a geração de energia renovável a partir do bagaço da cana de açúcar se destacaram quando comparados aos demais do mesmo setor e tipo de projeto. Por esse motivo, as características desses projetos serão detalhadas a seguir. De acordo com a figura 4, 96% desses projetos são de larga escala, ou seja, somente um foi identificado como de pequena escala. O que faz com que os projetos de bagaço de cana de açúcar correspondam por 55% dos projetos de larga escala identificados nesse estudo.

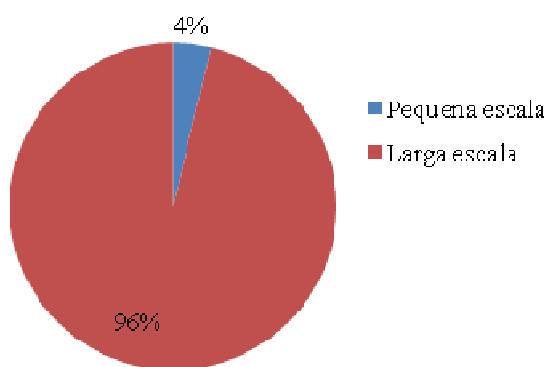
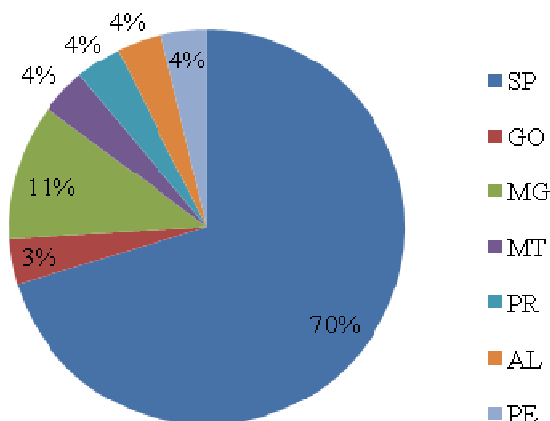


Figura 6 – Escala dos projetos

Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

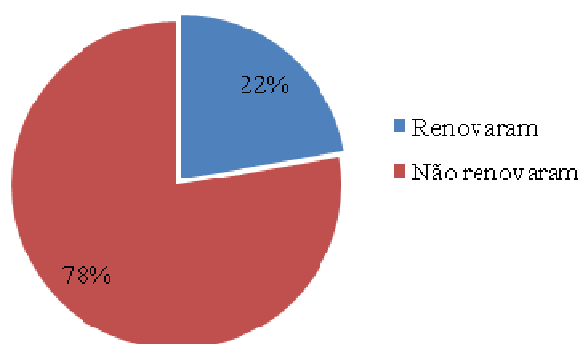
As lideranças se encontram no Sudeste, onde São Paulo apresenta (19), seguido por Minas Gerais com (03).



**Figura 7 – Projetos por Estado**  
 Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

Ou seja, 70% dos projetos de energia renovável a partir do bagaço de cana de açúcar estão localizados no estado de São Paulo, região sudeste do Brasil.

Os projetos registrados no âmbito do MDL podem optar por desenvolver suas atividades ligadas a comercialização de créditos de carbono em um período fixo (10 anos) ou renovável (7 anos que pode ser prorrogado duas vezes por mais sete, totalizando 21 anos). Todos os projetos da indústria sucroalcooleira optaram pelo período de venda de créditos renovável, no entanto somente 22% optaram por renovar seu período após os primeiros sete anos, conforme mostra a figura 6.



**Figura 8 – Renovação do período de venda de créditos de carbono**  
 Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

A quantidade de créditos de carbono estimada (CERs) pelos projetos que envolvem o bagaço de cana de açúcar representa 20% do total estimado para o primeiro período da comercialização dos créditos e 44% do segundo período, contribuindo com 22% de emissão de CERs do total de projeto desse tipo.

Quadro 3 – Total de CER estimado comparado com o total de CER dos projetos de cana de açúcar.

CER estimados por período de crédito	Total Quantidade (tCO2)	Total Quantidade (tCO2) dos projetos de bagaço de cana de açúcar	% da contribuição dos projetos de bagaço de cana de açúcar
Primeiro período	2683,266	546,893	20%
Segundo período	204,315	90,802	44%
Total	2887,581	637,695	22%

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

A atividade de projeto que utiliza resíduos a partir dos aterros sanitários para gerar energia apresenta em sua maioria projetos de larga escala (87%) assim como ocorre com os projetos de bagaço de cana de açúcar.

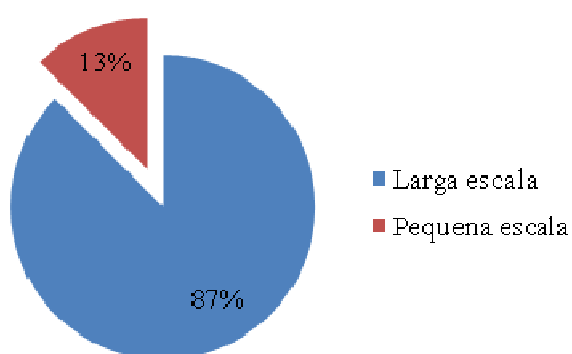


Figura 9 – Tipo de escala

Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

Seguindo a mesma distribuição dos projetos do setor sucroalcooleiro os projetos de aterro sanitário vinculado a temática do artigo estão localizados em sua maioria no estado de São Paulo (50%) seguido do Rio Grande do Sul e do Espírito Santo, ambos com 13 % dos projetos.

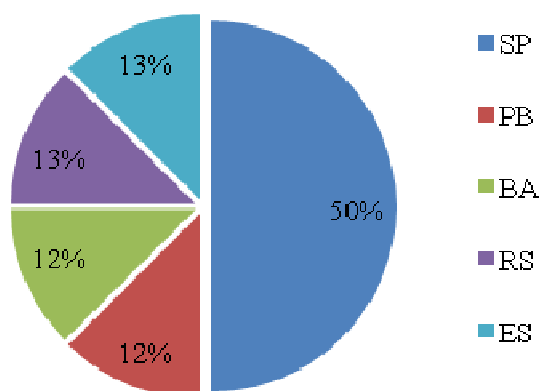
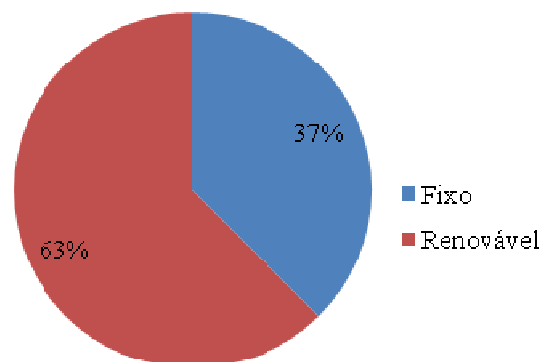


Figura 10 – Projetos por Estado

Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

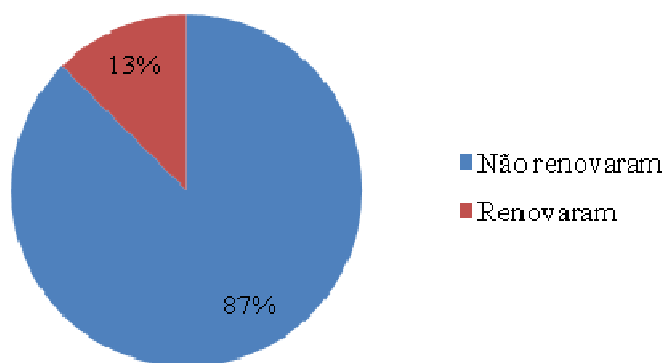
A maioria dos projetos optou pelo período de venda de crédito renovável (63%).



**Figura 11 – Período de venda de créditos de carbono**

Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

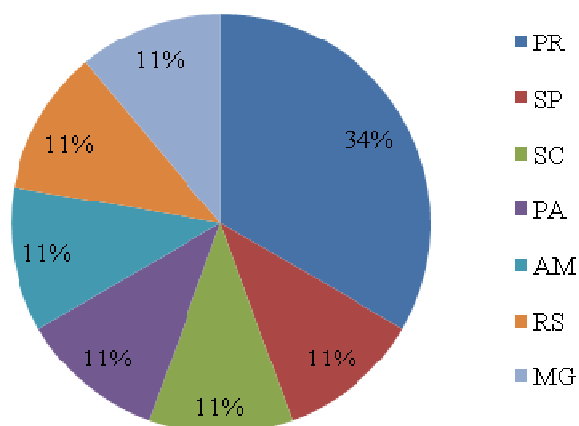
No entanto, somente 13% destes projetos optaram por renovar seu período de crédito, portanto um número menor do que os projetos de bagaço de cana de açúcar.



**Figura 12 – Renovação do período de venda de créditos de carbono**

Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

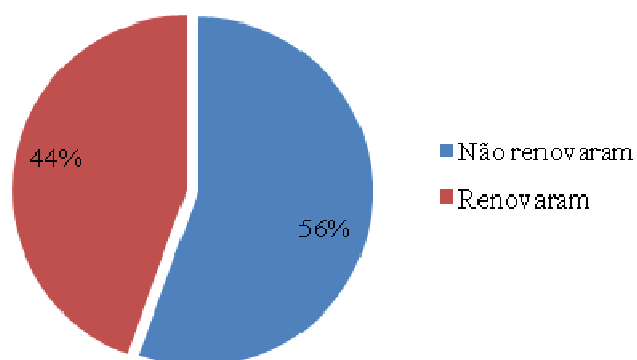
Todos os projetos que envolvem a casca da madeira para gerar energia renovável apresentam período de venda de créditos renovável e são de pequena escala. Eles estão localizados em sua maioria no estado do Paraná (34%).



**Figura 13 – Localização dos projetos por Estado**

Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

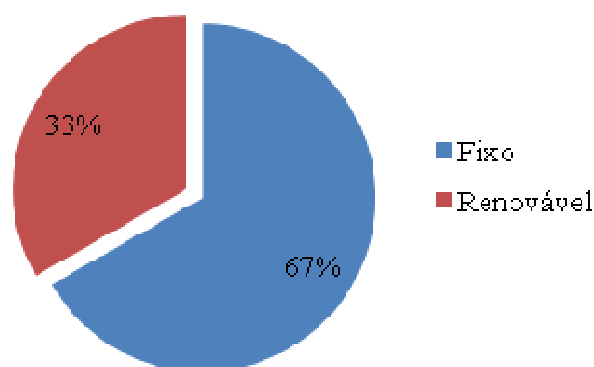
Com relação a renovação do período de créditos a maioria (56%) não renovou o período de crédito.



**Figura 14 – Renovação do período de venda de créditos de carbono**

Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

Os projetos que fazem uso da casca de arroz para gerar energia estão localizados no Rio Grande do Sul e todos são de pequena escala. Dos três projetos mapeados, dois são de período de venda de crédito fixo e o único projeto que tem período de venda de crédito renovável optou por renovar por mais sete anos sua atividade de projeto no âmbito do MDL. O que torna esse setor com características diversas dos demais estudados no vigente estudo. Ainda, o único projeto registrado no segundo período do protocolo de Quioto é de casca de arroz, ele foi registrado em 2013 e optou pelo período de venda de créditos fixo. A maior parte desse tipo de projeto optou pelo período de venda de créditos fixo (67%) conforme apresenta a figura 15.



**Figura 15 – Período de venda de créditos de carbono**

Fonte: Elaborado pelos autores, (2015).

O quadro a seguir apresenta a quantidade de créditos de carbono emitida pelos projetos.

**Quadro 4 – Comparativo da contribuição de emissão de CER por tipo de projeto**

CER estimados por período de crédito	Total Quantidade (tCO2)	Contribuição dos projetos bagaço cana de açúcar	Contribuição dos projetos casca madeira	Contribuição dos projetos aterro sanitário	Contribuição projetos casca de arroz
Primeiro	2683,266	20%	48%	27%	3%
Segundo	204,315	44%	47%	22%	9%
<b>Total</b>	<b>2887,581</b>	<b>22%</b>	<b>48%</b>	<b>26%</b>	<b>3%</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2015).

De acordo com o quadro apesar de mais de 50% dos projetos que utilizam resíduos para gerar energia no âmbito do MDL serem de bagaço de cana de açúcar e, portanto, do setor sucroalcooleiro, eles não são os projetos que mais emitem créditos de carbono estimados. Os projetos que utilizam a casca da madeira são responsáveis por quase 50% dos CER estimados dos projetos estudados, seguido dos projetos de aterros sanitários (26%). No entanto, quando se analisa o segundo período de venda de créditos dos referidos projetos, os projetos de cana de açúcar contribuem com quase 44% das emissões de CERs estimadas e os aterros sanitários com 22%.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os projetos no âmbito do MDL que envolvem geração de energia renovável a partir de resíduos são potenciais geradores de CER, porque envolvem a não emissão do gás metano, 21 vezes com potencial de aquecimento global maior do que o CO<sub>2</sub>. Se por um lado, isso é positivo, na medida em que esse GEE deixa de ser emitido e geram créditos, em contrapartida em um cenário não muito favorável no quesito valor de venda desses créditos, uma alta emissão de CER significa uma necessidade maior de compradores. No cenário atual, existe uma oferta de créditos de mercado, o que acarretou uma queda substancial nos preços desse ativo. Por esse motivo, muitos projetos com período de venda de créditos renovável optaram por não permanecer no âmbito do MDL.

Verificou-se que os projetos que envolvem geração de energia a partir do bagaço de cana de açúcar são a maioria dos projetos objeto de estudo desse artigo. As características identificadas no artigo acerca desses projetos revelam que eles se assemelham aos projetos de aterro sanitário. Provavelmente em virtude da metodologia escolhida para submeter o projeto.

O único projeto registrado no segundo período do Protocolo de Quioto reaproveita a casca do arroz para gerar energia e optou pelo período de créditos de carbono fixo, o que assinala um período mais curto de atividade, uma vez que ele não pode operar após 10 anos no âmbito do MDL.

No que tange às inovações trazidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos. Reconhece-se o papel decisivo do Estado na criação de plataformas de tomada de decisão sobre suas prerrogativas, assim como tem-se a necessidade de adoção de agenda positiva para o setor, e as diversas interfaces atuantes e abordadas ao longo do presente estudo. Assim sendo, as inovações da PNRS deverá motivar a criação de uma agenda positiva para os projetos em estudo.

Pesquisas futuras podem incluir: levantamentos exploratórios buscando dados primários desses projetos por tipo de resíduo utilizado. Também, recomenda-se, realizar análise dos projetos que optaram por renovar seu período de crédito com o intuito de verificar como eles se comportarão diante de um novo acordo climático global a ser finalizado em dezembro de 2015 e diante das incertezas que pairam sobre o futuro do MDL.

## REFERÊNCIAS

BLOOMBERG. **New Energy Finance (BNEF) 2014**, Global Carbon Deep Dive: Times are achanging, May 2014.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perfil do setor do açúcar e do álcool no Brasil**. v. 5 – Safra 2011/12, Brasília, p. 1-88, 2013. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_10\\_02\\_11\\_28\\_41\\_perfil\\_sucro\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_02_11_28_41_perfil_sucro_2012.pdf) Acesso em 28/agosto/2015.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. v. 2 – Safra 2015/16, n.1 – Primeiro Levantamento, Brasília, p. 1-28, abr. 2015. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_04\\_13\\_08\\_49\\_33\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_1o\\_lev\\_-\\_15-16.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_13_08_49_33_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_15-16.pdf) Acesso em 28/agosto/2015.

DANTAS FILHO, P.L. Análise de custos na geração de energia com bagaço de cana-de-açúcar, um estudo de caso em quatro usinas de São Paulo, 2009, 175p. Dissertação de mestrado – Programa de Pós Graduação em Energia, Universidade de São Paulo.

ECOFYS. Mapping Carbon Pricing Initiatives: Developments and Prospects. Washington DC, May 2013. Disponível em: <https://www.thepmr.org/system/files/documents/Mapping%20Carbon%20Pricing%20Initiatives-%20Developments%20and%20Prospects.pdf>. Acesso em: 03 de março de 2015.

GIDDENS, Anthony. **A política da Mudança Climática**. Rio de Janeiro: Zabar. 2010.

**KYOTO PROTOCOL. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.** United Nations, 1998. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>. Acesso em: 26/01/2015.

**MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA. Status dos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil.** In: Mudanças Climáticas. 2014. Disponível em < [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0235/235795.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235795.pdf) >. Acesso em: 9 dezembro. 2014.

MOTTA, Roberto Paulo. Guimarães Roberto (coord.) et. At. **O mercado de Carbono de Quito a Bali.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2008.

**PROTOCOLO DE KYOTO.** C&T Brasil. Editado e traduzido pelo Ministério de Ciência e Tecnologia com o apoio do Ministério de Relações Exteriores da República Federativa do Brasil. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0012/12425.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0012/12425.pdf). Acesso em: 26 de janeiro. 2015.

PNUMA (2011). *Rumo à uma Economia Verde: Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza.* Disponível em: <[http://www.pnuma.org.br/arquivos/EconomiaVerde\\_ResumodasConclusoes.pdf](http://www.pnuma.org.br/arquivos/EconomiaVerde_ResumodasConclusoes.pdf)>. Acesso em: 10 de fevereiro. 2015.

**UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTIONS ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC).** United Nations, 1992. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>; Acesso em: 25 de janeiro. 2015.

\_\_\_\_\_.Clean Development Mechanism:CDM Methodology. Booklet, 5. Ed. 2013. Disponível em:<<http://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/index.html>>. Acesso em: 14 Mar. 2015.

UK Energy White Paper. *Our Energy Future-Creating a Low carbon Economy.* Fev. 2003. Disponível em: < <http://www.managenergy.net/download/r189.pdf> > Acesso em Novembro de 2014.

VEIGA, José Eli da. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI.* Rio de Janeiro: Garamond. 2010.