

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ÉRIC FRADE

**EMISSÕES DE CO₂ NO USO DE GERADORES DURANTE O
HORÁRIO DE PONTA NO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO**

CURITIBA

2016

ÉRIC FRADE

**EMISSÕES DE CO₂ NO USO DE GERADORES DURANTE O
HORÁRIO DE PONTA NO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná para obtenção do título de especialista.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Emília Martins Ferreira

CURITIBA

2016

*“Raramente, ou nunca, um conhecimento
é dado para ser guardado e não transmitido;
A graça desta joia rica é perdida quando escondida.”*

Joseph Hall

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo levantar a quantidade de CO₂ liberada na atmosfera pelos geradores particulares movidos a diesel no Brasil, utilizados durante o horário de ponta. Para isso, utilizamos o levantamento realizado pela EPE sobre a curva de carga, que permitiu a mensuração da quantidade de energia produzida pelos geradores brasileiros em substituição a energia fornecida pelo Sistema Interligado Nacional. Inicialmente, partindo dos valores de carga produzidos pelos geradores, calculamos a quantidade de litros de óleo diesel utilizado para produzir a carga de energia aventada pela EPE, utilizando os parâmetros percentuais de conversão fornecidos pela EPE. Após o estabelecimento da quantidade de óleo diesel utilizado na geração da carga de energia apontada, aplicamos os parâmetros estabelecidos pelo IPEA para calcular a quantidade CO₂ emitido por litro de óleo diesel queimado durante o processo de combustão. Ao final da pesquisa, buscamos levantar a discussão a respeito das emissões de GEEs na atmosfera, resultantes desse processo, com o objetivo de fornecer mais dados para as avaliações do impacto das emissões causadas pelas alterações nas fontes de geração de energia elétrica, durante o horário de ponta, em virtude da viabilidade econômica.

Palavras-chave: emissões de CO₂; GEE; horário de ponta; geradores; sistema elétrico.

ABSTRACT

This research had as objective to raise the amount of CO₂ released in the atmosphere by the private generators powered by diesel in Brazil, used during peak hours. For this, we used the EPE survey on the load curve, which allowed the measurement of the amount of energy produced by the Brazilian generators in substitution for the energy supplied by the National Interconnected System of Power Systems. Initially, based on the load values produced by the generators, we calculated the amount of liters of diesel used to produce the energy load proposed by the EPE, using the percentage conversion parameters provided by the EPE. After establishing the amount of diesel oil used to generate the indicated energy load, we applied the parameters established by the IPEA to calculate the CO₂ emitted per liter of diesel oil burned during the combustion process. At the end of the research, we sought to raise the discussion about GHG emissions in the atmosphere, resulting from this process, in order to provide more data for emissions impact assessments caused by changes in sources of electricity generation during the hours Because of economic viability.

Keywords: Greenhouse gases; GHG; Peak hour; Power generators; Electrical system.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
Horário de Ponta.....	10
Panorama atual do Horário de Ponta no Brasil	11
Custo da energia no Horário de Ponta.....	12
MATERIAIS, MÉTODOS E DISCUSSÕES	14
RESULTADOS E CONCLUSÕES	19
REFERÊNCIAS	20
AGRADECIMENTOS.....	23

INTRODUÇÃO

O Sistema Interligado Nacional¹ apresenta um aumento significativo no consumo da energia elétrica durante uma faixa horária específica, denominada pela área de estudos elétricos como “horário de ponta”, como podemos constatar na explicação da agência de distribuição de energia AES-Eletropaulo, que ocorre em todos os dias úteis. O custo da produção de energia durante esse período é maior, o que, conseqüentemente, aumenta o custo da energia para os consumidores, com um valor tarifário muito acima da média diária, aumentando significativamente o custo final da energia consumida (FUGIMOTO, 2010). Como alternativa, alguns consumidores de alta tensão adotam o uso de geradores próprios, durante o horário de ponta, para produzir a energia que necessitam, com a intenção de reduzir seus custos (EPE, 2015). Esses equipamentos têm como característica o uso de óleo diesel como combustível. O diesel, sendo um combustível de origem fóssil, é poluente e sua queima resulta na geração de Gases do Efeito Estufa, que são dispensados diretamente na atmosfera (DRUMM et al, 2014). Dentre esses gases está o CO₂, gás que mais contribui para o efeito estufa, causador do aquecimento global (CORTE, 2013). Ao utilizar os geradores movidos a diesel em substituição à energia elétrica proveniente do Sistema Integrado Nacional, ocorre uma alteração nas emissões de CO₂ na atmosfera, produzidas pelo processo de combustão da queima do diesel.

A energia produzida pelas usinas e entregue ao Sistema Interligado Nacional deve atender integralmente à demanda instantânea dos consumidores, de maneira a garantir a segurança eletroenergética do sistema. Por esse motivo, a oferta de energia do país deve acompanhar a demanda instantânea necessária, para garantir o abastecimento do sistema (ONS, 2016).

Visando a diminuição do consumo de energia no horário de ponta e, conseqüentemente a produção de energia elétrica excedente, o governo promove ações para desestimular o uso da energia durante esse período, através de políticas como a adoção do horário de verão (ONS, 2016) e cobranças extras pelo uso da energia durante esse intervalo (MME, 2011).

¹ O Sistema Interligado Nacional (SIN) consistem no principal sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil. (ANEEL, 2016)

Para estimar a quantidade de emissão de CO₂ na atmosfera, é necessário saber a quantidade de energia produzida pelos geradores particulares. Uma das maneiras de se obter tais dados é através da análise da curva de carga do Sistema Interligado Nacional, sendo o registro horário, dentro de um período do dia, das demandas da capacidade do sistema (ANEEL, 2015). Através dos estudos realizados pela EPE da curva de carga do Sistema Interligado Nacional, buscou-se utilizar a capacidade de geração dos geradores a diesel identificada nos estudos e, através desta, realizar os cálculos necessários para analisar as emissões na atmosfera.

Sendo assim, com o objetivo de quantificar as emissões de CO₂ dispensadas na atmosfera pelo uso de geradores, em substituição ao Sistema Interligado Nacional durante o horário de ponta, foi realizado o levantamento da quantidade de CO₂ emitida, tomando como os estudos publicados pela EPE durante esse horário determinado.

Horário de Ponta

O horário de ponta é o momento do dia em que ocorre um aumento do consumo de energia elétrica muito acima da média do restante do dia. Esse período é compreendido entre às 17h e 22h, porém, devido as diferenças de luminosidade entre o dia e a noite serem bastante distintas entre as regiões existentes no país, foi determinado pela ANEEL² que as concessionárias de energia elétrica³ estipulassem um período contemplando três horas diárias consecutivas dentro desse intervalo, às exceções de sábados, domingos e alguns feriados nacionais⁴. Durante esse período, ocorre um grande aumento no consumo de energia no sistema, também conhecido como curva de carga, comparado com o resto do dia.

² Agência Nacional de Energia Elétrica

³ Agente titular de concessão ou permissão federal para prestar o serviço público de energia elétrica. (ANEEL, 2000).

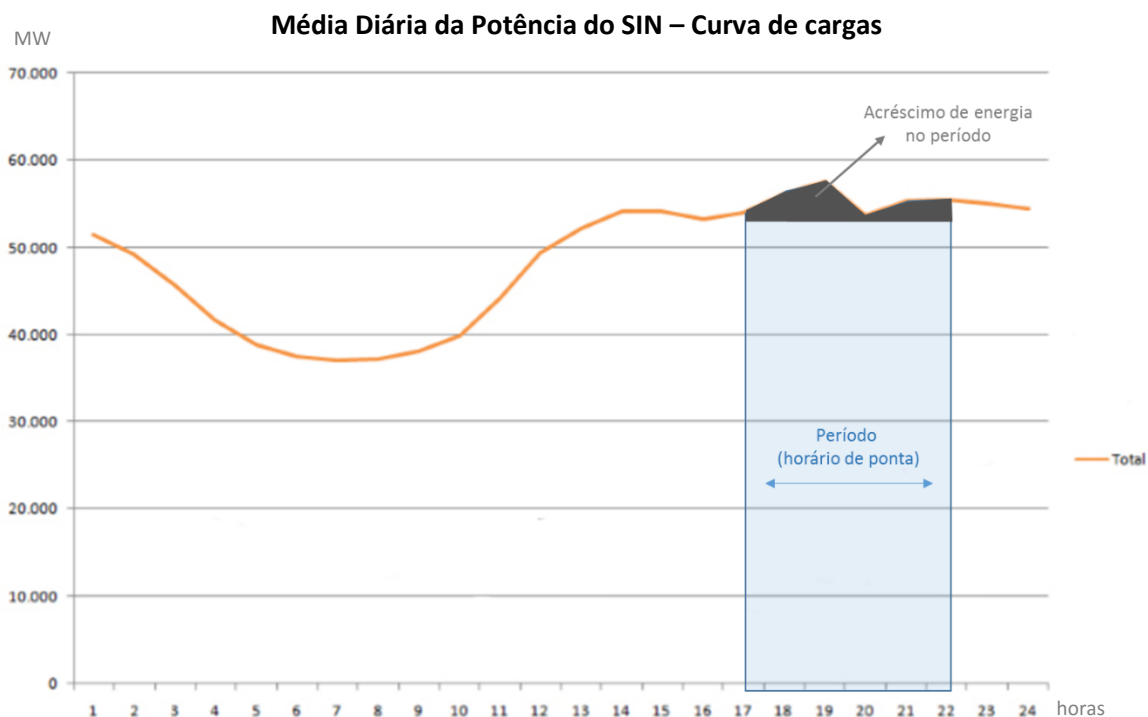
⁴ Resolução Normativa ANEEL 482. (ANEEL, 2012)

Panorama atual do Horário de Ponta no Brasil

O Sistema Elétrico Brasileiro possui uma curva de carga característica que demonstra o uso da energia. Através dela, podemos observar uma mudança no comportamento da carga, alterando significativamente a disponibilidade de energia no horário de ponta.

Podemos observar, no GRÁFICO 1, a curva de cargas do Sistema, em representação ao comportamento do consumo de energia e os picos alcançados ao longo do dia.

GRÁFICO 1 – CURVA DE CARGAS DO SIN DAS DEMANDAS MÁXIMAS DAS 61 DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL.



FONTE: Adaptado de MILANEZ et al., 2015.

No GRÁFICO 1 podemos observar que ocorre um aumento na demanda de energia no período da tarde, após as 17 horas, chegando a um pico máximo próximo às 19 horas.

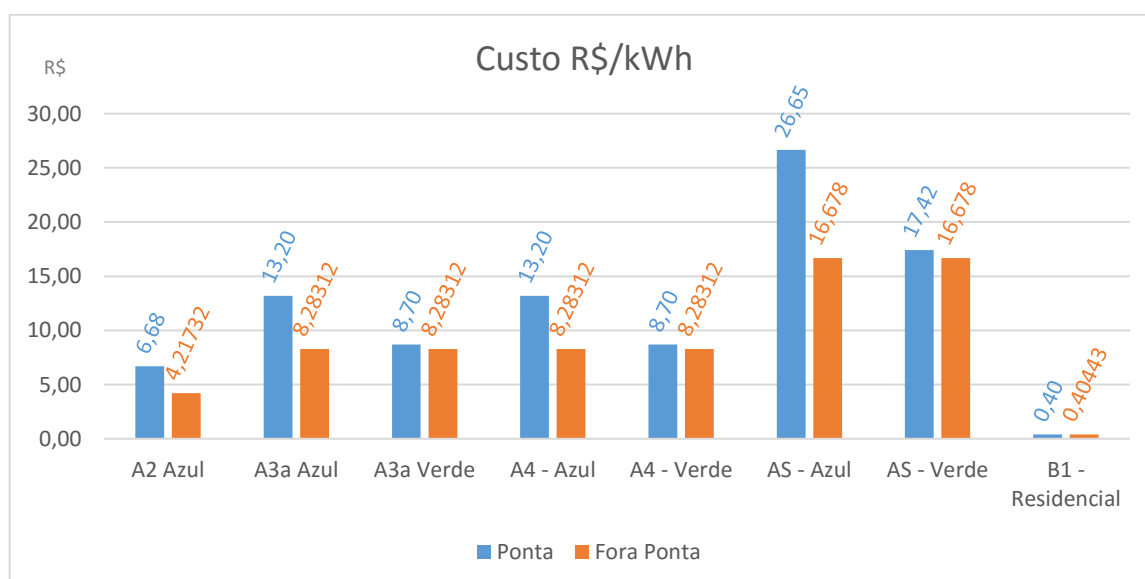
Uma vez que a infraestrutura elétrica do país deve ser projetada e construída para atender a essa demanda, mesmo que seja por um breve período de tempo, o aumento no consumo exige que as usinas geradoras de energia atuem

em produção máxima, atingindo picos de produção, o que gera o aumento do custo da energia produzida, que é repassado a todos os consumidores de energia conectados ao Sistema Interligado Nacional.

Custo da energia no Horário de Ponta

O aumento no custo da energia produzida e os custos de infraestrutura são repassados para os consumidores de energia da seguinte forma: 1) consumidores de Baixa Tensão pagam a diferença através do reajuste anual aplicado às tarifas, nas quais a diferença do valor é diluído entre todos os consumidores dessa categoria⁵; 2) Os consumidores de Alta Tensão possuem valor diferenciado nas cobranças pelo uso na energia no horário de ponta através das cobranças horosazonais, classificadas em modalidades tarifárias azul e verde, ambas com particularidades. As duas modalidades possuem valor diferenciado no consumo de energia durante o uso no horário de ponta, mas a tarifa azul é significativamente maior. Essa diferença pode ser observada no GRÁFICO 2 a seguir.

GRÁFICO 2 – VALOR DA TARIFA DE ENERGIA DA CONCESSIONÁRIA AES-ELETROPAULO NAS DIFERENTES MODALIDADES TARIFÁRIAS REFERENTE AO MÊS DE AGOSTO DE 2016, DESCONSIDERANDO OS TRIBUTOS INCIDENTES.



FONTE: AES-Eletropaulo, 2016.

⁵ Os consumidores de Baixa Tensão possuem como opção a Tarifa Branca, que permite o consumidor a pagar um valor diferenciado conforme horário de uso, sendo optativo ao consumidor a adesão ao modelo tarifário. Modalidade tarifária em implantação (ANEEL, 2016b)

Os consumidores de energia elétrica de Alta Tensão pagam um valor de tarifa diferenciada durante o horário de ponta, com variações entre 4% e 37% a mais do custo fora do horário de ponta.

Emissões de Gases do Efeito Estufa

Grande parte dos consumidores de alta tensão instalam sistemas próprios de geração através de grupos geradores movidos a diesel, ação que modifica o perfil da carga geradora do Sistema Interligado Nacional, segundo dados retirados do levantamento realizado pela EPE (2015). Para que os grupos geradores possam produzir energia elétrica, precisam queimar o combustível durante seu processo de combustão e, como resultado desse processo, ocorre a geração de gases poluentes que são dispensados na atmosfera (DRUMM et al, 2014).

A atmosfera terrestre é composta de vários gases e tem como principal função a absorção da radiação infravermelha, responsável por manter em equilíbrio a temperatura do planeta. Os gases poluentes emitidos pelo processo de combustão fazem parte dos Gases de Efeito Estufa - GEE que, ao serem liberados na atmosfera, são nocivos e contribuem para o aquecimento global. Os principais gases que compõem a atmosfera são: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hexafluoreto de Enxofre (SF₆), Hidrofluorcarbonos (HFC_s) e Perfluorcarbonos (PFC_s). O gás CO₂ é o maior contribuinte para o aquecimento global por representar cerca de 55% do total das emissões mundiais de gases do efeito estufa e permanece na atmosfera por um período mínimo de 100 anos (CORTE, 2013).

A Organização das Nações Unidas realizou, em 1995, a primeira conferência entre as partes⁶, reunindo diversos países com a finalidade de que estes assumissem compromissos para a estabilização da emissão dos Gases do Efeito Estufa na atmosfera. Durante a realização da terceira conferência em 1997, conhecida também como COP3, foi aprovado o protocolo de Quioto⁷, acordo no qual foram estabelecidos mecanismos para que pudessem ocorrer a redução das

⁶ Primeira conferência entre as partes – COP1 realizada na cidade de Berlim na Alemanha. (ONU, 2016).

⁷ Terceira conferência das partes – COP3 realizada na cidade de Quito no Japão em 1997. (UN, 2016)

emissões dos Gases do Efeito Estufa pelos países em desenvolvimento. A vigésima primeira Conferência das Partes, COP21, realizada em Paris em 2015, aprovou um novo acordo global para reduzir as emissões dos Gases de Efeito Estufa na atmosfera, com a aprovação dos 195 países participantes, tal acordo ficou conhecido como “Acordo de Paris”. A expectativa para a conferência de 2016 é que sejam definidas e regulamentadas as práticas acordadas na última conferência que tem como objetivo conter as emissões de GEEs e como consequência limitar o aumento da temperatura média global a 2° C até o final do Século XXI (UN, 2016).

Segundo as estimativas de 2012 das emissões de Gases do Efeito Estufa no Brasil (MCTI, 2014), a queima de combustíveis fósseis é responsável por 35,9% das emissões de CO₂ na atmosfera. Conforme estudos publicados através do Balanço Energético Nacional (EPE, 2016), sendo que parte dessas emissões se deve à queima de combustíveis fósseis utilizados para produção de energia elétrica.

MATERIAIS, MÉTODOS E DISCUSSÕES

Avaliamos a curva de carga dos geradores utilizados no período, com vistas a estimar as emissões de CO₂ provenientes dos geradores a diesel, utilizados em complementação à energia fornecida pelo Sistema Interligado Nacional durante o horário de ponta, com o objetivo de identificar o total de emissões e seus impactos causados pela adoção desse sistema alternativo de geração de energia.

Primeiramente, para que pudéssemos estimar as emissões de CO₂ provenientes de produção de energia a diesel, levantamos a quantidade de litros de diesel utilizados nessa produção. Para tanto, o primeiro passo foi averiguar as medições a respeito da curva de carga, que representa a potência utilizada em um determinado horário. Esses dados, oriundos de medição e mensuração, foram fornecidos no relatório técnico da EPE (2015), nos permitindo determinar a capacidade instalada, no Sistema Interligado Nacional, de grupos geradores movidos a diesel utilizados pelos consumidores, que adotam seu uso para reduzirem seus custos com aquisição da energia durante o horário de ponta.

Os estudos da EPE (2015) puderam estimar uma capacidade de 8.830 MW de potência, produzidas pelos geradores a diesel. Partindo, então, desse montante de energia produzida, pudemos ter a base para o nosso cálculo estimado a respeito da quantidade de litros de combustível consumidos para gerar essa potência. Segundo dados da EPE (2015), com um litro de diesel podemos produzir o equivalente a 3,5 kWh de energia, ou para cada kWh produzido, teremos o consumo aproximado de 0,29 litros de óleo⁸. Dessa maneira, a quantidade de litros consumida pelos geradores a diesel totalizou cerca de:

$$8.830 \text{ MW} \times 290 \text{ litros} = 2,56 \text{ milhões de litros} \quad (1)$$

O horário de ponta contempla um período de 3 horas diárias, nos dias úteis do mês, equivalente à média de 20 dias. Tomando como base o tempo de operação dos geradores a diesel, podemos determinar a quantidade de litros consumidos durante um mês. Dessa maneira, temos:

$$2,56 \text{ MI} \times 3 \text{ horas} \times 20 \text{ dias} = 153,6 \text{ milhões de litros} \quad (2)$$

Também consideramos a capacidade de potência utilizada mensalmente, calculando de maneira semelhante ao cálculo realizado anteriormente, sendo:

$$8.830 \text{ MWh} \times 3 \text{ horas} \times 20 \text{ dias} = 529.800 \text{ MWh} \quad (3)$$

O próximo passo foi determinar a quantidade de CO₂ resultante da queima dos litros utilizados para a produção de energia elétrica. A queima do diesel provoca emissões de gases na atmosfera, dentre eles o CO₂. Durante o processo de combustão, para cada litro de óleo diesel queimado, são emitidos uma média de 3,2 kg de CO₂ na atmosfera⁹ (CARVALHO, 2011). Tomando como base a

⁸ Considerando uma eficiência média de conversão de 35%. (EPE, 2015).

⁹ Foram considerados os fatores de 2,6 kgCO₂ do processo de queima direta, acrescido do processo de produção e distribuição do combustível. (IPEA, 2011)

quantidade total de litros utilizados mensalmente no processo, chegamos a uma quantidade aproximada de emissões:

$$153,6 \text{ MI} \times 3,2 \text{ kgCO}_2 = 491.520 \text{ tCO}_2 \quad (4)$$

Dessa maneira, totalizamos as emissões mensais de CO₂ na atmosfera provenientes do uso dos geradores a diesel. O passo a seguinte foi realizar o levantamento do total de emissões de CO₂ provenientes do Sistema Interligado Nacional, ocorridos durante o processo de produção de energia das usinas brasileiras.

Os consumidores de energia elétrica que optaram por utilizar geradores a diesel como medida para redução no custo de aquisição da energia, não deixaram de realizar suas atividades operacionais durante o período, apenas substituíram sua fonte de fornecimento de energia elétrica, desligando-se temporariamente do Sistema Interligado Nacional e utilizando geradores próprios. Se os consumidores deixassem de utilizar seus geradores proprietários, passariam a consumir essa potência do Sistema Interligado Nacional. Os estudos realizados pela EPE (2015) analisados anteriormente permitiram estimar a capacidade instalada dos geradores a diesel, capacidade essa que podemos tomar como base para determinar a quantidade de emissões de CO₂ caso a energia fosse fornecida pelo Sistema Interligado Nacional.

O Sistema Elétrico Brasileiro é composto de usinas geradoras que utilizam combustíveis de fontes renováveis e não renováveis, conforme estudos realizados pela EPE e publicados no Balanço Energético Nacional de 2016 (EPE, 2016). A participação de usinas renováveis na Matriz Elétrica Brasileira chegou a 75,5% em 2015, muito superior à média mundial¹⁰. Durante o processo de produção de energia elétrica, ocorrem emissões de CO₂ na atmosfera. Segundo informações da EPE (2016), para cada 1 MWh produzidos no Sistema Elétrico Brasileiro, em 2015, foram emitidos o equivalente a 139,6 kgCO₂. Considerando os estudos da EPE (2015), a quantidade de emissões de CO₂ equivalente emitidos pelo Sistema Interligado Nacional seria aproximadamente:

¹⁰ Em 2013, a participação de fontes renováveis no mundo chegou a aproximadamente 21,2%. (EPE, 2016)

$$8.830 \text{ MW} \times 139,6 \text{ KgCO}_2 = 1.233 \text{ tCO}_2 \quad (5)$$

Após o cálculo da quantidade de emissões de CO₂, ajustamos parâmetros de cálculo para determinar a quantidade mensal de emissões, tomando como base o período do horário de ponta, que contempla 3 horas diárias, nos dias úteis do mês, equivalente à média de 20 dias. Dessa maneira, temos a quantidade mensal de emissões de:

$$1,23 \text{ tCO}_2 \times 3 \text{ horas} \times 20 \text{ dias} = 73.980 \text{ tCO}_2 \quad (6)$$

As emissões de CO₂ na atmosfera são divulgadas considerando o período de um ano. Para darmos segmento ao levantamento, foi necessário converter os valores obtidos para o período anual. Dessa maneira, chegamos aos seguintes valores:

I. Potência produzida

$$529.800 \text{ MW} \times 12 \text{ meses} = 6.358 \text{ GW} / \text{ano} \quad (7)$$

II. Emissões de CO₂ dos geradores a diesel

$$491.520 \text{ tCO}_2 \times 12 \text{ meses} = 5.898.240 \text{ tCO}_2 / \text{ano} \quad (8)$$

III. Emissões de CO₂ equivalente do Sistema Interligado Nacional

$$73,8 \text{ tCO}_2 \times 12 \text{ meses} = 887.760 \text{ tCO}_2 / \text{ano} \quad (9)$$

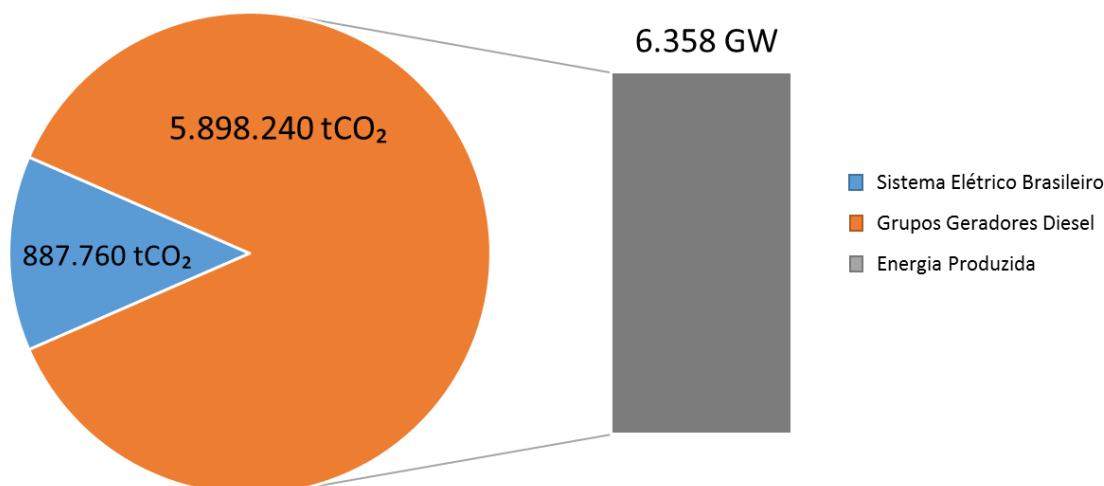
Como medida comparativa, colocamos os resultados em uma tabela, que nos permite visualizar melhor os valores calculados.

TABELA 1 – EMISSÕES ANUAIS DE CO₂ NO HORÁRIO DE PONTA BRASILEIRO

Fonte de energia	Energia Produzida (GW)	Emissões na atmosfera (tCO ₂)
Geradores particulares a diesel	6.358	5.898.240
Sistema Interligado Nacional	6.358	887.760

FONTE: O autor.

Podemos observar na TABELA 1 o total de emissões anuais de CO₂ na atmosfera, ao utilizar a energia de geradores particulares movidos a diesel, em comparação à mesma quantidade de energia se fosse utilizada do Sistema Interligado Nacional.

GRÁFICO 3 – EMISSÕES DE CO₂ NA ATMOSFERA DURANTE O HORÁRIO DE PONTA

FONTE: O autor.

O GRÁFICO 3 demonstra visualmente a quantidade de emissões anuais de CO₂ na atmosfera. A utilização dos geradores de energia movidos a diesel, durante o horário de ponta, acrescenta uma quantidade significativamente superior de CO₂ na atmosfera, em comparação à mesma quantidade de energia se fosse utilizada diretamente do Sistema Interligado Nacional.

A diferença na quantidade de emissões pode ser calculada. Tomando como base os valores obtidos pelos cálculos anteriores, podemos observar uma diferença de emissões de CO₂ na atmosfera de aproximadamente:

$$5.898.240 \text{ tCO}_2 - 887.760 \text{ tCO}_2 = 5.010.480 \text{ tCO}_2 \quad (10)$$

A utilização de grupos geradores próprios provoca um aumento de aproximadamente 665% (seiscentos e sessenta e cinco por cento) nas emissões de CO₂ na atmosfera.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

O uso de geradores proprietários no horário de ponta, em substituição ao fornecimento convencional de energia, é uma prática adotada há vários anos por empresas para fugir das altas tarifas de energia (EPE, 2015). Essa medida altera a quantidade de CO₂ emitida na atmosfera, pois substitui o uso da energia elétrica produzida pelas usinas integradas ao Sistema Interligado Nacional, passando a produzir a energia equivalente através de geradores diesel, fonte de energia mais poluente, modificando a forma como a energia é produzida.

A quantidade de energia elétrica utilizada pelo uso de geradores proprietários, em substituição ao Sistema Elétrico Brasileiro, chega a 6.358 GW de potência. Essa quantidade de energia, se fosse utilizada do Sistema Interligado Nacional, emitiria na atmosfera, de acordo com a quantidade mensurada nos cálculos anteriores, a quantidade de 887.760 tCO₂. Ao utilizarem geradores próprios, os consumidores aumentam significativamente as emissões de CO₂ na atmosfera que, conforme os cálculos mensurados, chegaram a 5.898.240 tCO₂, aumentando cerca de 5.010.480 tCO₂ (6,5 vezes) a quantidade de CO₂ na atmosfera pela mesma quantidade de energia consumida.

Esse fator se deve ao fato de o Sistema Interligado Nacional possuir cerca de 75,5% de usinas renováveis na composição da Matriz Elétrica Brasileira, fazendo com que a quantidade de CO₂ emitida na atmosfera seja significativamente inferior, comparada a uma fonte de geração de energia que faz uso de combustíveis fósseis como o diesel utilizado nos geradores proprietários, fonte essa mais poluente, pois sua queima resulta na produção de Gases do Efeito Estufa, tendo

uma quantidade significativa de CO₂, que são dispensados diretamente na atmosfera.

Como apontamento resultante desta pesquisa, podemos elencar duas alternativas iniciais: 1) A readequação governamental da utilização de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional durante o horário de ponta, através de medidas públicas que possibilitem uma redução nas tarifas praticadas durante o período, o que gradativamente alteraria a cultura de consumo de energia; 2) A implementação de novas usinas de fontes renováveis de energia na matriz energética como, como fontes de energia solar fotovoltaica e heliotérmica, eólica e maremotriz, que possibilitariam a redução das tarifas. E é justamente partindo desses apontamentos que residem as perspectivas de continuidade e aprofundamento deste trabalho, que visou fazer um levantamento inicial da relação entre o cenário de utilização da energia elétrica em grandes consumidores de energia, com base no levantamento de curva de carga, e as emissões de CO₂, provenientes de uma adoção alternativa de energia pautada em razões financeiras.

REFERÊNCIAS

AES-ELETRIPAULO. **Horário de ponta**. Disponível em: <<https://www.aeseletpaulo.com.br/poder-publico/sobre-energia/conteudo/horario-de-ponta>>. Acesso: 20 ago. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**. Módulo 1 revisão 9. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/modulo-1>>. Acesso: 10 jul. 2016.

_____. _____. Módulo 2 revisão 0. Seção 2.0. Brasília: ANEEL, 2015.

_____. **Sistema Interligado Nacional**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/aspectos_institucionais/2_1_1.htm>. Acesso: 12 dez. 2016.

_____. **Tarifa Branca**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/tarifa-branca>>. Acesso: 22 jun. 2016.

CARVALHO, C. H. R. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2011.

COP22. Disponível em: < <http://cop22.ma>>. Acesso: 17 nov. 2016.

CORTE, A. P. D. **Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa, Projetos de Compensação e Neutralização de Emissões**. Curitiba: Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, 2013. 53 p. Apostila do curso de pós-graduação em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Gestão Corporativa de Carbono.

DRUMM, F. C.; GERHARDT, A. E.; FERNANDES, G. D.; CHAGAS, P.; SUCOLOTTI, M. S.; KEMERICH, P. D. C. **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores**. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, Santa Maria, V. 18, n. 1, abr. 2014, p. 66-78.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco Energético Nacional 2016 – ano base 2015**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2016.

_____. **Estimativa da capacidade instalada de Geração Distribuída no SIN: aplicações no horário de ponta**. Nota Técnica DEA 01/15. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2015.

FUGIMOTO, S.K. **Estrutura de tarifas de energia elétrica: análise crítica e proposições metodológicas**. 2010. 207p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

IPCC. **Total annual anthropogenic GHG emissions by gases 1970-2010**. Disponível em: < <https://www.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20Synthesis%20Report&f=SPM>>. Acesso: 02 dez. 2016.

MARCOVITCH, Jacques (Org.). **Estratégias Empresariais e a Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)**. São Paulo: FEA/USP, 2014. Disponível em: <http://www.usp.br/mudarfuturo/cms>. Acesso: 22 jun. 2016.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – MCTI. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil – segunda edição**. Brasília: MCTI, 2014.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Horário brasileiro de verão**. Disponível em: < <http://www.mme.gov.br/web/guest/destaques-do-setor-de-energia/horario-brasileiro-de-verao>>. Acesso: 11 dez. 2016.

_____. **Manual de tarifação da energia elétrica**. Brasília: MME, 2011.

MARCOVITCH, J. (org.). **Estratégias empresarias e a redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)**. São Paulo: FEA/USP, 2014.

MILANEZ, F.C.S.; BRITO, O. de; PINHEIRO FILHO, P. **O deslocamento da ponta de carga do SIN – Sistema Interligado Nacional, para fora do horário oficial da**

ponta. INEE – Instituto Nacional de Eficiência Energética. Disponível em: < http://www.inee.org.br/down_loads/eficiencia/20150210_deslocamento_%20ponta_cargaSIN.pdf>. Acesso: 30 ago. 2016.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso: 12 dez. 2016.

_____. **Horário de verão.** Disponível em: < http://www.ons.org.br/analise_carga_demanda/horario_verao.aspx>. Acesso: 12 dez. 2016.

_____. **O que é o SIN.** Disponível em: < http://www.ons.org.br/conheca_sistema/o_que_e_sin.aspx>. Acesso: 12 dez. 2016.

_____. **Procedimentos de Rede.** Disponível em: < <http://www.ons.org.br/procedimentos/index.aspx>>. Acesso: 12 dez. 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Convenção sobre mudança do clima.** Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/convencao_clima.pdf>. Acesso: 17 nov. 2016.

UNITED NATIONS – UN. **Framework convention on climate change.** Disponível em: <<http://unfccc.int>>. Acesso: 01 nov. 2016.

_____. **Kyoto protocol.** Disponível em: < http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php>. Acesso: 05 nov. 2016.

_____. **Paris agrément.** Disponível em: < <http://newsroom.unfccc.int/paris-agreement/>>. Acesso: 22 nov. 2016.

WORLD CLIMATE SUMMIT. Disponível em: < <http://cop21.org/>>. Acesso: 17 nov. 2016.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Maria Emilia Martins Ferreira, pelo acompanhamento, orientação e amizade.

Ao curso de Pós-Graduação em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono da Universidade Federal do Paraná.

Ao corpo docente do curso de Pós-Graduação em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono da Universidade Federal do Paraná por todo o auxílio e conhecimento adquirido ao longo do curso.

À minha mulher, que com todo amor, carinho e paciência, colabora constantemente para meu desenvolvimento.

Aos meus amigos, que tornaram esse trabalho possível.