

ANÁLISE EXERGÉTICO DO PROCESSO DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO REAPROVEITAMENTO DE GASES DE ALTO-FORNO NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

Lucas de Souza Lemos ¹; Pedro de Melo Araújo Goulart ²; Ricardo Carrasco Carpio ³;

1 Lucas de Souza Lemos, Bolsista (IFMG), Engenharia Mecânica, IFMG Campus Arcos, Arcos - MG; lucaslemos.1802@gmail.com

2 Pedro de Melo Araújo Goulart, Bolsista (IFMG), Engenharia Mecânica, IFMG Campus Arcos, Arcos – MG; pedrogoulartedemelo@gmail.com

3 Ricardo Carrasco Carpio: Pesquisador do IFMG, Campus Arcos; ricardo.carpio@ifmg.edu.br

RESUMO

No presente trabalho, utilizando as ferramentas e os conceitos de energia e exergia para o processo siderúrgico, foi realizado um estudo detalhado sobre o sistema de geração de energia elétrica (Cogeração) em uma siderúrgica não integrada acoplada a uma termelétrica, onde foi analisado o processo produtivo desta indústria siderúrgica, que fica localizada em uma cidade na região Centro-Oeste de Minas Gerais. Produtora de ferro-gusa que comercializa nos mercados interno e externo, esta indústria siderúrgica busca continuamente aumentar a sua competitividade no setor siderúrgico e se tornar uma empresa ecologicamente sustentável. A intenção é propor um melhor aproveitamento na utilização dos gases gerados na produção do ferro-gusa em um alto-forno a carvão vegetal. Isto é, tendo em vista que a vazão dos gases provenientes do alto-forno, que serve como combustível no processo de combustão na caldeira, não conta com uma vazão regular ou constante, deve-se monitorar a relação ar/combustível quase que em tempo real, de forma a obter a maior potência no conjunto turbo-gerador do sistema a vapor. Através das análises energéticas e exergéticas realizadas para cada um dos componentes do ciclo de geração de energia, sugere-se propostas de melhorias para aumentar a eficiência energética e exergética dos componentes e, conseqüentemente, do ciclo como um todo.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a otimização de sistemas de conversão de energia estão ligados ao progresso industrial, à vida cotidiana e ao bem estar humano. A crescente demanda de eletricidade e outras formas de energia incentivam seu desenvolvimento e a pesquisa de sistemas mais eficientes com menor consumo de combustíveis. A tomada de decisão e a alocação de recursos nem sempre são fáceis. Para isso, existem várias ferramentas para auxiliar a tomada de decisão. No presente trabalho, serão abordados as teorias e os conceitos das análises energética e exergética.

A análise energética tem como fundamento a Primeira Lei da Termodinâmica ou, como também conhecida, Conservação da Energia, e foca em um estudo quantitativo da energia. A análise energética também contribui para a compreensão do conceito de aproveitamento da energia em diferentes partes do processo, evidenciando sua eficiência e possibilitando a identificação dos processos que são mais ineficientes energeticamente no sistema. Uma das limitações desse método é a falta de informação disponível sobre a degradação de energia que ocorre no processo, assim também, como a qualidade da energia contida nos fluxos do processo (MORAN et al., 2013).

A análise exergética, segundo Moran et al. (2013), supera as limitações de Primeira Lei (da análise energética), podendo então num processo energético, quantificar e apontar a degradação de energia e calcular a magnitude real das perdas de exergia. Segundo Kotas (2013), a exergia é o máximo trabalho no qual se pode obter de uma dada forma de energia, usando parâmetros ambientais como estado de referência. A combinação dessas análises tem como foco possibilitar a otimização do sistema, permitindo o estudo de cada componente que compõe o ciclo de geração de energia, identificando as perdas energéticas ocorridas durante os processos e, conseqüentemente, possibilitando sua redução, contribuindo para o aprimoramento do projeto com a obtenção de uma melhor eficiência.

No presente projeto, utilizando as ferramentas e os conceitos de energia e exergia para o processo siderúrgico, foi realizado um estudo detalhado sobre o sistema de geração de energia elétrica (Cogeração) em uma siderúrgica não integrada acoplada a uma termelétrica, onde foi analisado o processo produtivo desta indústria siderúrgica, que fica localizada em uma cidade na região Centro-Oeste de Minas Gerais. Produtora de ferro-gusa que comercializa nos mercados interno e externo, esta indústria siderúrgica busca continuamente

umentar a sua competitividade no setor siderúrgico e se tornar uma empresa ecologicamente sustentável. Ademais, esta empresa onde foi realizada o estudo possui em sua planta um alto-forno em operação e outro desativado, e uma usina termelétrica dimensionada para funcionar com o excedente dos gases dos dois altos-fornos.

Justificativa

Visto que o consumo de energia vem aumentando a cada ano e a participação da energia cogenerada também, há uma necessidade em reavaliar as unidades de cogeração a fim de se obter a máxima produção de energia cogenerada utilizando-se da mesma quantidade de combustível. Para uma análise de desempenho de uma unidade de cogeração, utiliza-se da primeira e segunda leis da termodinâmica, sendo que a segunda lei fornece as irreversibilidades do sistema. Identificadas as irreversibilidades, é possível através de algumas análises realizar aprimoramentos no sistema para que ocorra uma redução dessas irreversibilidades e, conseqüentemente, um aumento da eficiência da unidade de cogeração.

Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral realizar uma análise energética e exergética do ciclo de geração de energia com reaproveitamento de gases de alto-forno de uma siderúrgica, tendo como finalidade a geração de energia elétrica, levando-se em consideração a conservação da massa e da energia das fases do gás (gases de combustão do forno), e aplicando as equações de energia e exergia para uma indústria siderúrgica.

Usinas Siderúrgicas e Cogeração de Energia

As usinas siderúrgicas podem ser integradas, semi-integradas e não integradas. As siderúrgicas integradas adquirem as matérias-primas no estado bruto, executam todas as fases do processo industrial e vendem os produtos acabados, ou seja, operam as três fases básicas de produção de aço: redução, refino e laminação. Nas semi-integradas, por sua vez, existem duas fases, refino e laminação. As siderúrgicas semi-integradas compram o ferro-gusa de outras siderúrgicas para transformá-lo em aço. As siderúrgicas não integradas, a qual foi objeto de estudo da pesquisa, são aquelas que apenas produzem o ferro-gusa. Elas executam apenas o processo de redução do minério de ferro em alto-forno, que é vendido para fundições e aciarias.

O ferro-gusa é um produto de primeira fusão obtido a partir da redução do minério de ferro em alto-forno. No processo de produção do ferro-gusa em altos-fornos são formados gases de combustão, no qual são denominados como gases de alto-forno (GAF). A análise da composição química é importante na avaliação de aspectos operacionais de aproveitamento dos gases residuais gerados durante o processo de produção do ferro-gusa. Os componentes do gás de alto-forno são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Composição do Gás de Alto-Forno

Composição do Gás de Alto-Forno (%peso)					
<i>CO</i>	<i>H₂</i>	<i>H₂O</i>	<i>CH₄</i>	<i>N₂</i>	<i>CO₂</i>
22,15	5,46	9,88	1,02	46,73	14,76

Fonte: Usina Siderúrgica

O poder calorífico do GAF é apresentado na Tabela 2:

Tabela 2: Poder calorífico do GAF

Gás de Alto-Forno (GAF)	
	Energia Específica (<i>kJ/Nm³</i>)
PCI	3.768
PCS	3.919

Fonte: Usina Siderúrgica

Além do aproveitamento nos sistemas de pré-aquecimento do ar que é soprado nos Altos-Fornos, este gás que é emitido na produção do ferro-gusa também pode ser utilizado para a geração de energia elétrica. Após o sistema de tratamento das emissões do Alto-Forno e da utilização de parte dos gases nos recuperadores de calor, a viabilidade de utilização do restante do GAF na geração de energia elétrica é um caminho de enorme importância para as siderúrgicas, levando-se em consideração o desperdício energético ao se optar pelo descarte do GAF para atmosfera.

É neste ponto que surge o conceito de cogeração de energia em usinas siderúrgicas. O conceito de cogeração pode variar segundo o enfoque do processo. Não obstante, a Cogeração de Energia pode ser definida como um processo termodinâmico no qual ocorre a produção simultânea e sequencial de energia elétrica ou mecânica, e energia térmica útil, a partir de uma única fonte de energia. Portanto, como dito anteriormente, o gás gerado na produção de ferro-gusa pode ser utilizado na produção de eletricidade, suprimindo assim, parte ou total do consumo de energia elétrica da planta siderúrgica e ajudando na redução do custo operacional do processo. Porém, é importante que sejam utilizados da melhor maneira possível, isto é, proporcionando o maior nível de eficiência possível (CARPIO, 2000).

METODOLOGIA

A metodologia empregada no presente projeto está em concordância com os objetivos e metas apresentados, no qual foram seguidas algumas etapas:

Primeiramente, um embasamento prático por parte dos membros da equipe de trabalho que desenvolveu o projeto, sobre o processo de fabricação do ferro-gusa. Isto foi possível através de um estudo teórico sobre todo o processo de fabricação do ferro-gusa. Posteriormente, um embasamento teórico, junto aos docentes, sobre temas tais como: Balanço de Massa e Energia; Balanço Exergético; Princípios sobre gerenciamento de dados, através do software a ser utilizado no projeto (*Python*). Uma vez realizado o levantamento técnico e o embasamento teórico prático por parte da equipe, deu-se início à construção da análise.

A construção e solução do modelo foi realizada utilizando-se a linguagem de programação *Python* (Software livre), conjuntamente com a ferramenta *CoolProp* (Software livre para propriedades termodinâmicas). Cabe mencionar que nesta análise foi realizado:

- Cálculo energético e exergético para cada elemento do Ciclo de Potência de Geração de Energia (*Ciclo Rankine*): Caldeira, Turbina a vapor, Sistema de condensação.

Para a solução do modelo de análise elaborado utilizando-se a linguagem de programação *Python*, foram necessários alguns dados da siderúrgica em questão. Os dados que utilizados foram obtidos entrando em contato com a empresa em análise, mostrados a seguir na Tabela 3:

Tabela 3: Dados da siderúrgica

	Pressão	Temperatura	Vazão
Vapor da Caldeira	21 kgf/cm^2	300 °C	20 t/h
Água de alimentação da Caldeira	26, 25 kgf/cm^2	90 °C	18, 6 t/h
Turbina	21 kgf/cm^2	300 °C	20 t/h

Fonte: Usina Siderúrgica

Além dos dados da Tabela 3, foram obtidos também alguns dados sobre os gases de combustão na caldeira e algumas informações sobre o condensador e o consumo de energia elétrica da usina.

Existem algumas formas para calcular a exergia de um sistema. Dentre elas, pode-se utilizar a equação (MORAN et al., 2013):

$$B = \dot{m} \cdot [(h - h_o) - T_o \cdot (s - s_o)] \quad (1)$$

Caldeira

Para realizar os cálculos referentes a caldeira, é preciso primeiramente analisar o combustível, no caso, o Gás de Alto-Forno - GAF. A Tabela 4 mostra a composição elementar do combustível, considerando uma análise em peso, juntamente com outras informações.

Tabela 4: Composição Elementar do Combustível

	CO	H ₂	H ₂ O	CH ₄	N ₂	CO ₂
%peso	22,15	5,46	9,88	1,02	46,73	14,76
M.M	28	2	18	16	28	44
y _i	0,2215	0,0546	0,0988	0,0102	0,4673	0,1476

Fonte: Próprios autores

Onde *MM* representa a massa molar de cada elemento e *y_i* representa a fração de cada termo, dada por:
 $y_i = n_i/n_t$.

Com essas informações é possível então realizar o balanço estequiométrico para uma reação de combustão. Porém, antes disso, é comum a utilização de uma porcentagem de Oxigênio a mais nas reações de combustão afim de garantir que todo o combustível presente seja devidamente utilizado.

As equações necessárias para o cálculo exergético diferem do tipo de combustível que é utilizado. Variando no caso de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos. Considerando o combustível gasoso, a exergia dos gases será a soma da exergia química e exergia física, dada pela seguinte equação (KOTAS, 2013):

$$B_g = n_{mg} \cdot b_{mg}^\circ + (T_g - T_o) \cdot \sum_k (n_{gk} \cdot Cp_{gk}^b) \quad (2)$$

Onde:

$$b_{mg}^\circ = \sum_k (y_{gk} \cdot b_{gk}^\circ) + R \cdot T_o \cdot \sum_k (y_{gk} \cdot \ln y_{gk}) \quad (3)$$

Os valores de *Cp* e *b_{mg}^o* são obtidos para os reagentes e produtos com a utilização de tabelas termodinâmicas para os elementos que fazem parte da equação de combustão.

A eficiência térmica pode ser obtida através da seguinte equação (SILVA, 2002):

$$\eta = \frac{\dot{m}_v \cdot (h_v - h_c)}{\dot{m}_c \cdot PCI} \quad (4)$$

Onde *h* é a entalpia do vapor ou condensado e *PCI* representa o Poder Calorífico Inferior do combustível.

A eficiência exergética é dada por (SILVA, 2002):

$$\psi = \frac{P}{R} \quad (5)$$

Onde:

- P (produtos): Exergia do vapor
- R (recursos): Exergia do condensado, combustível e energia elétrica.

E a irreversibilidade, que mostra a quantidade de exergia que é perdida, é calculada por:

$$I = P - R \quad (6)$$

Turbina a Vapor

Uma turbina a vapor é considerada como sendo um volume de controle em regime permanente, onde seu principal objetivo consiste em produzir trabalho ou potência elétrica. A transferência de calor das turbinas em geral é desprezível ($\dot{Q} \approx 0$), uma vez que elas são bem isoladas. As variações de energia potencial também são desprezíveis em análises de turbinas a vapor ($\Delta ep \approx 0$). As velocidades dos escoamentos na maioria das turbinas são muito altas, e o fluido sofre uma variação significativa em sua energia cinética. Entretanto, essa variação em geral é muito pequena com relação à variação da entalpia e, portanto, pode ser desprezada (ÇENGEL; BOLES, 2013).

Sendo assim, as equações para balanço de energia e massa de uma turbina a vapor são dadas por (DINCER; ZAMFIRESCU, 2016):

$$MBE : \dot{m}_1 = \dot{m}_2 = \dot{m} \quad (7)$$

$$EBE : \dot{W} = \dot{m}\Delta h \quad (8)$$

Em relação ao balanço exergetico, a exergia líquida associada ao escoamento na entrada e na saída da turbina a vapor é obtida por (DINCER; ZAMFIRESCU, 2016):

$$\dot{E}x_{cons} = \dot{m}[(h_1 - h_2) - T_0(s_1 - s_2)] \quad (9)$$

A taxa de destruição de exergia pode ser determinada subtraindo a potência produzida (\dot{W}) da taxa de exergia líquida da turbina (DINCER; ZAMFIRESCU, 2016):

$$\dot{E}x_d = \dot{E}x_{cons} - \dot{W} \quad (10)$$

Além disso, é possível determinar a taxa de exergia total disponível na turbina, considerando o estado de saída como sendo o estado morto. A exergia total disponível pode ser calculada através da Eq. (1).

A eficiência isentrópica de uma turbina é dada pela seguinte equação (DINCER; ZAMFIRESCU, 2016):

$$\eta = \frac{\dot{W}}{\dot{W}_s} = \frac{\dot{m}(h_1 - h_2)}{\dot{m}(h_1 - h_{2s})} \quad (11)$$

A eficiência exergetica de uma turbina pode ser obtida por (DINCER; ZAMFIRESCU, 2016):

$$\psi = \frac{\dot{W}}{\dot{E}x_{cons}} \quad (12)$$

Sistema de Condensação

Um sistema de condensação (torre de resfriamento) pode ser considerado como sendo um trocador de calor operando em regime permanente, no qual duas correntes de fluido em movimento trocam calor entre si. O princípio de conservação da massa aplicado a um trocador de calor operando em regime permanente exige que a soma dos fluxos de massa que entram seja igual à soma dos fluxos de massa que saem. Trocadores de calor normalmente não envolvem interações de trabalhos ($w = 0$), e as variações de energia cinética e potencial são desprezíveis ($\Delta ec \approx 0$, $\Delta ep \approx 0$) para cada corrente de fluido (ÇENGEL; BOLES, 2013).

Sendo assim, as equações para balanço de energia e massa de uma torre de resfriamento são dadas por (DINCER; ZAMFIRESCU, 2016):

$$MBE : \dot{m}_{1h} = \dot{m}_{2h} = \dot{m}_h \quad e \quad \dot{m}_{1c} = \dot{m}_{2c} = \dot{m}_c \quad (13)$$

$$EBE : \dot{m}_h(h_{1h} - h_{2h}) = \dot{m}_c(h_{2c} - h_{1c}) \quad (14)$$

Em relação ao balanço exergético:

$$\dot{E}X_{IN} = \dot{m}_h[(h_{1h} - h_0) - T_0(s_{1h} - s_0)] + \dot{m}_c[(h_{1c} - h_0) - T_0(s_{1c} - s_0)] \quad (15)$$

$$\dot{E}X_{OUT} = \dot{m}_h[(h_{2h} - h_0) - T_0(s_{2h} - s_0)] + \dot{m}_c[(h_{2c} - h_0) - T_0(s_{2c} - s_0)] \quad (16)$$

Onde o prefixo “h” indica o fluido quente e o prefixo “c” indica o fluido frio. Deste modo, a taxa de destruição de exergia pode ser obtida através de:

$$\dot{E}X_d = \dot{E}X_{IN} - \dot{E}X_{OUT} \quad (17)$$

A eficiência exergética de uma torre de resfriamento pode ser obtida por (DINCER; ZAMFIRESCU, 2016):

$$\psi = \frac{\dot{E}X_{OUT}}{\dot{E}X_{IN}} \quad (18)$$

Programação

Partindo da necessidade de auxiliar nos cálculos do projeto e balanço estequiométrico do combustível, foi utilizado programação em *Python*, que conta com diversas bibliotecas que facilitam e favorecem a sua utilização. Para obter os valores das entalpias e das entropias, foi utilizado a biblioteca *CoolProp*, que possui informações das propriedades de algumas substâncias. Então, as equações que foram citadas anteriormente foram escritas em *Python*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das definições e dos dados mostrados anteriormente, realizou-se então os cálculos de balanço de energia, massa e exergia para a caldeira, para a turbina a vapor e para o sistema de condensação, através das programações elaboradas em Python. Os principais resultados serão mostrados nos tópicos a seguir.

Caldeira

Os resultados que foram obtidos para a caldeira são mostrados a seguir na Tab. 5. Analisando os resultados é possível observar que existe uma enorme diferença entre a eficiência energética e a exergética da caldeira.

Tabela 5: Resultados - Caldeira

Definição	Valor
Balanço Exergético	
Exergia do combustível	14.626 kW
Exergia dos gases de combustão	9.403 kW
Eficiências	
Eficiência energética	85, 73%
Eficiência Exergética	37 %
Irreversibilidade	
Recursos	15.212 kW
Produto	5.629, 29 kW
Irreversibilidade	9.582 kW

Fonte: Próprios autores

Turbina a Vapor

Na Tabela 6 estão contidos os principais resultados obtidos nos cálculos de balanço de energia e massa e balanço de exergia para a Turbina a Vapor.

Tabela 6: Resultados - Turbina a Vapor de Contrapressão

Definição	Valor
Entalpia de entrada (h_1)	3022, 48 kJ/kg
Entalpia de saída (h_2)	2692, 22 kJ/kg
Entropia de entrada (s_1)	6, 7526 kJ/kg · K
Entropia de saída (s_2)	7, 2295 kJ/kg · K
Balanço de Energia e Massa	
Potência produzida (\dot{W})	1834, 77 kW
Eficiência isentrópica	64, 34 %
Balanço Exergético	
Taxa líquida de exergia entrando	2624, 65 kW
Taxa de destruição de exergia	789, 88 kW
Eficiência exergética	69, 91 %
Taxa de exergia total disponível (Estado de saída como Estado Morto)	5631, 89 kW

Fonte: Próprios autores

Analisando a Tab. 6, destaca-se a potência produzida na turbina de aproximadamente 1, 8 MW e a sua eficiência isentrópica de 64%. Além disso, vale ressaltar também os cálculos feitos no balanço exergético, onde foi obtida uma taxa de destruição de exergia de 790 kW e uma eficiência exergética de 70%.

Sistema de Condensação

Na Tabela 7 estão contidos os principais resultados obtidos nos cálculos de balanço de energia e massa e balanço de exergia para o Sistema de Condensação.

Tabela 7: Resultados - Sistema de Condensação

Definição	Valor
Entalpia de entrada da água (h_{1h})	2688, 08 kJ/kg
Entalpia de saída da água (h_{2h})	335, 05 kJ/kg
Entropia de entrada da água (s_{1h})	8, 7791 kJ/kg · K
Entropia de saída da água (s_{2h})	1, 0755 kJ/kg · K
Entalpia de entrada do ar (h_{1c})	47, 04 kJ/kg
Entalpia de saída do ar (h_{2c})	117, 67 kJ/kg
Entropia de entrada do ar (s_{1c})	0, 1685 kJ/kg · K
Entropia de saída do ar (s_{2c})	0, 4058 kJ/kg · K
Balanço Exergético	
Taxa de exergia entrando	122, 35 kW
Taxa de exergia saindo	48, 83 kW
Taxa de destruição de exergia	73, 51 kW
Eficiência Exergética	39, 91 %

Analisando a Tabela 7, destacam-se as taxas de exergia que entram e saem da torre de resfriamento através dos fluxos de água e ar, onde foi obtida uma taxa de destruição de exergia de aproximadamente 73,5 kW, além de uma eficiência exergética em torno de 40%.

CONCLUSÕES

Conforme foi possível observar no projeto, os processos presentes em indústrias siderúrgicas são complexos. Para conseguir uma maior eficiência, é sempre comum tentar utilizar os insumos da melhor forma possível, distribuindo-os por toda a indústria.

Analisando a caldeira, obteve-se uma eficiência de 86% utilizando a Primeira Lei, isto sem considerar as perdas que acontecem neste tipo de equipamento. Porém, ao realizar os cálculos exergéticos, foi obtida uma eficiência de 37%, valor esse muito inferior ao que foi obtido pela análise energética. A eficiência exergética torna-se importante para análises de sistemas térmicos, uma vez que é uma medida verdadeira do desempenho de um sistema e indica a diferença entre a eficiência real e a eficiência ideal ou teórica.

Isto mostra que, em uma caldeira, embora existam grandes fontes de energia, não é possível transformar toda a energia que entra na caldeira através do combustível em energia útil. Ou seja, o trabalho útil fornecido por uma caldeira é baixo, em virtude das grandes irreversibilidades que existem na mesma. Tal fator pode ser otimizado com a utilização de combustíveis com melhores PCI's, aumento da vazão de água de alimentação e outras modificações que possam elevar a quantidade de exergia do vapor ou reduzir a quantidade de recurso que é gasto.

Por fim, os autores sugerem e recomendam, para futuros trabalhos e projetos ligados a esta área, buscar formas de otimizar e aprimorar as eficiências exergéticas calculadas do ciclo de geração de energia da siderúrgica que foi objeto de estudo deste projeto, tendo como intuito reduzir as perdas e as irreversibilidades do processo, procurando assim alcançar uma maior eficiência global do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPIO, R. C. *Avaliação técnico econômica de sistemas avançados de cogeração com altos parâmetros de vapor no setor sucroalcooleiro brasileiro*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2000.

DINCER, I.; ZAMFIRESCU, C. *Sustainable Hydrogen Production*. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, 2016. KOTAS, T. J. *The exergy method of thermal plant analysis*. [S.l.]: Elsevier, 2013.

MORAN, M. J. et al. *Princípios de Termodinâmica para Engenharia*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SILVA, J. D. *Análise termoeconômica do processo de geração de vapor e potência do segmento de celulose e papel*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Itajubá, 2002.

ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. *Termodinâmica*. 7. ed. [S.l.]: Bookman Editora, 2013.

Participação em Congressos, publicações e/ou pedidos de proteção intelectual:

O resumo do projeto foi aceito no COBEM 2021 e agora se encontra na etapa de revisão do resumo expandido. Ademais, o projeto ainda não foi apresentado e nem publicado em nenhum evento ou congresso.