

Identificação de parceria estratégica para geração de biogás na cidade Carambeí

Identification of strategic partnership for biogas generation in Carambeí city

RESUMO

Karoline Aquino Santos
Karoline.1998@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Rômulo Henrique Gomes de Jesus
romulohenriquegomes@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Pâmela Brocardo da Cruz
pamelabrocardocruz@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Julia Eunice Fernandes
Juliaeunicef98@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Cassiano Moro Piekarski
piekarski@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Antonio Carlos de Francisco
acfrancisco@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Através do tratamento dos rejeitos provenientes das atividades agropecuárias é possível obter vantagens competitivas e sustentáveis. Estes rejeitos quando tratados podem adicionar valor ao negócio através da produção de biogás, biofertilizante e biometano. Dessa maneira, este trabalho tem como objetivo identificar agrupamentos ideais das unidades agroindústrias e localizar a unidade centralizadora de uma determinada região a fim de possibilitar a criação potenciais parcerias estratégicas para produção de biogás, provenientes dos resíduos dos processos produtivos da agroindústria. Para estruturar a base de cálculo do número adequado de agrupamentos, foram coletados e processados pela ferramenta biogasCluster dados agroindústrias brutos com informações de localização geográfica e potencial de produção de biogás. Como resultado obteve-se, para 325 unidades agroindústrias geradoras de biomassa da cidade de Carambeí no estado do Paraná, o número de ideal de agrupamentos, além da abrangência e potencial de produção de biogás diária.

PALAVRAS-CHAVE: Energia limpa. Bioenergia. Agrupamento.

ABSTRACT

Through the treatment of waste from agricultural activities it is possible to obtain competitive and sustainable advantages. These waste when treated can add value to the business through the production of biogas, biofertilizer and biomethane. Thus, this work aims to identify ideal groupings of the agro-industrial units and to locate the centralizing unit of a given region in order to enable the creation of potential strategic partnerships for the production of biogas, derived from the residues of the agro-industrial production processes. To structure the basis for calculating the appropriate number of clusters, raw agro-industrial data with information on geographic location and potential for biogas production were collected and processed by the biogasCluster tool. As a result, for 325 biomass-generating agro-industrial units in the city of Carambeí in the state of Paraná, the ideal number of clusters was obtained, in addition to the scope and potential of daily biogas production.

KEYWORDS: Clean energy. Bioenergy. Grouping.



INTRODUÇÃO

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



As revoluções estão associadas ao aumento da demanda por fontes energéticas e consumo de combustíveis fósseis. Nesta temática, vem sendo reconsiderado o modelo de desenvolvimento da economia a fim de atender ao crescimento contínuo das necessidades humanas. Estudos anteriores relatam, que a intensificação do efeito estufa, fenômeno natural responsável pelas mudanças climáticas no planeta está se agravado em razão da poluição, causadas pelas práticas humanas (BRASIL, 2017).

Em decorrência da problemática, foi realizado a 21ª Conferência das Partes (COP-21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), esta conferência teve como resultado o acordo global que busca combater os efeitos das mudanças climáticas, bem como reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Com base nisso, o Brasil estabeleceu a meta CND (Contribuições Nacionalmente Determinadas) brasileira propõe que o país reduza as emissões em 37% até 2025, em relação a 2005, e em 43%, até 2030 (BRASIL, 2017).

Uma possibilidade que está sendo cada vez mais explorada para se adequar ao desenvolvimento sustentável é o gerenciamento de resíduos. Recentemente, pesquisadores têm mostrado um interesse crescente nas fontes renováveis de energia, assim a bioenergia (energia de fontes biológicas) é a maior fonte de energia renovável, em 2017, a bioenergia representou 70% do consumo de energia renovável (KUMMAMURU, 2016). Esta cria a oportunidade de produção de energia renovável e diminui os descartes inadequados que podem gerar sérios problemas ambientais, além de promover uma maior independência em relação aos recursos não renováveis. Através da produção da bioenergia é possível tratar de forma adequada os rejeitos da agroindústria e reduzir o consumo de energia gerada através de combustíveis fósseis.

Assim, este trabalho, proposto pelo Laboratório de Estudos em Sistemas Produtivos Sustentáveis (LESP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) do campus de Ponta Grossa, em parceria com a organização das Nações Unidas para o desenvolvimento Industrial (UNIDO), faz parte do projeto *“Methodologies for Project Evaluation and Clustering for Value Generation in the Biogas Chain”*, tem como meta desenvolvimento da ferramenta inovadora para localizar e avaliar oportunidades de negócios relacionados ao aproveitamento do biogás para fins energéticos, com foco na biomassa proveniente de atividades agroindustriais localizadas na região sul do Brasil.

É mostrado por Torquati (2014) como a produção de biogás, que propicia posterior beneficiamento e agregação de valor, apresenta diversas vantagens para o meio ambiente e sociedade, contribuindo significativamente para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável por permitir:

- Independência energética, ao possibilitar a produção de uma energia renovável, reduzindo o consumo de eletricidade da rede externa e substituindo os combustíveis fósseis;
- Proteção climática, ao reduzir a liberação de gases de efeito estufa e eliminar odores desagradáveis causados por compostos orgânicos, que são consumidos pelas bactérias produtoras de biogás;

- Proteção de fontes de água, reduzindo nelas substâncias orgânicas com potencial de eutrofização e emissões de compostos nitrogenados, especialmente nitratos;

- Saúde humana e segurança veterinária, reduzindo a poluição microbiológica, devido a eliminação quase completa de bactérias e outros microrganismos patogênicos contidos em resíduos de origem animal.

Desta forma, a ampliação da produção de biogás em todo mundo auxiliará na geração de energia mais limpa, agregando valor adicional aos resíduos orgânicos e colaborando com o desenvolvimento sustentável, evitando também o descarte incorreto de resíduos. Havendo, portanto, benefícios financeiros ao possibilitar a venda dos produtos obtidos e propiciar diversos custos evitados; como o descarte convencional de biomassa de atividades agropecuárias em aterros sanitários, que é conhecido por ter alto custo econômico.

Assim, este trabalho tem o intuito de contribuir com a resolução da seguinte questão: Quais cenários de parceria estratégica para identificar agrupamentos ideais de unidade na agroindústria com potencial de criação de parceria estratégica para produção de biogás na cidade Carambeí?

METODOLOGIA

Nessa seção segue uma breve descrição dos métodos utilizados neste trabalho. A primeira subseção será explicada a variáveis e termo adotados para entendimento do processo de clusterização realizado pela ferramenta *BiogasCluster*.

Nessa etapa foi realizado com auxílio da ITAI (Instituto de Tecnologia Aplicada e Inovação) a coleta de dados brutos da cidade de Carambeí, a Figura 1, localizada na região dos Campos Gerais do Paraná, considerada uma das principais bacias leiteiras do país e abriga, no setor fabril local, importantes indústrias nacionais e multinacionais de produtos lácteos.

Figura 1 –Agroindústria na cidade de Carambeí



Fonte: Autoria própria (2020).

Os dados brutos obtidos pelo ITAI foram analisados e minerados pelo LESP, grupo de pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR),

campus Ponta Grossa, é colocado no formato “xlsx”, conforme estabelecido pelo *BiogasCluster*. A Tabela 1 é uma amostra pequena dos dados utilizados no estudo.

Tabela 1 –Dados de entrada da cidade de Carambeí

Unidade	Latitude	Longitude	Distancia	Biogas
1	-24,927417	-49,98793	7933,308842	42690,4
2	-24,927417	-49,98793	7933,309153	525,6
3	-24,927417	-49,98793	7933,309153	332,15
4	-24,927417	49,988778	7871,424548	18,2062
5	-24,930195	-49,98962	8028,250133	2562,3
6	-24,930473	49,994889	7690,61694	45,5155
7	-24,944917	49,947097	12286,97279	525,6
8	-24,946306	49,999912	8557,587419	11435,45
9	-24,949361	49,991273	9412,143224	284,7
10	-24,949361	49,991273	9412,143224	1051,2
11	-24,95575	49,990162	9993,863962	949

Fonte: Autoria própria (2020).

Os dados que compõem a Tabela 1 foram usados para alimentar ferramenta *BiogasCluster*, a fim de formar agrupamentos para criação de parcerias estratégicas, estes dados são coordenadas geográfica de latitude e longitude usadas para o cálculo da distância entre unidades, menor distância das unidades até o gasoduto e potencial de produção de biogás das unidades.

A ferramenta *BiogasCluster* é um modelo matemático multiobjetivo para apoiar a tomada de decisão no processo de agrupamento, otimizado para geração de valor na cadeia do biogás. Tem como objetivo criar cenários, considerando parcerias para geração de valor na cadeia do biogás de acordo com cenário gerado.

No que se a respeito da clusterização, o autor Charrad (2014), afirma que a clusterização é o particionamento de um conjunto de objetos em grupos (*clusters*) para que os objetos dentro de um grupo são mais semelhantes uns aos outros do que objetos em grupos diferentes. Na literatura, uma grande variedade de índices foi proposta para encontrar o número ideal de *clusters* em um particionamento de um conjunto de dados durante o armazenamento do processo

Para realizar a análise da resolução dos possíveis números de *clusters*, foi estabelecido por meio da abrangência e da variabilidade de produção de biogás dos *clusters*. Estas permitem a análise da sensibilidade da abrangência e a produção de biogás com relação a variação do número de *clusters*. Os resultados obtidos são expressados nas variáveis abaixo:

- Cluster*: Identificação do *cluster*;
- Unidades: Unidades que pertencem ao respectivo *cluster*;
- Abrangência (metros): Maior distância dentre as unidades de um *cluster* e sua respectiva unidade centralizadora de biogás;

- d) Potencial de biogás (m^3/dia): Expressa a quantidade total potencial de biogás do respectivo *cluster*.

É possível analisar a solução dos possíveis números de clusters por da abrangência e variabilidade de produção de biogás dos clusters. Estas permitem a análise da sensibilidade da dimensão e produção de biogás com relação a variação do número de *clusters*. Por meio de mapa exibe o referenciamento geográfico das unidades e a identificação dos *clusters* por cores, nos quais são representados os agrupamentos estabelecidos através do processo de clusterização.

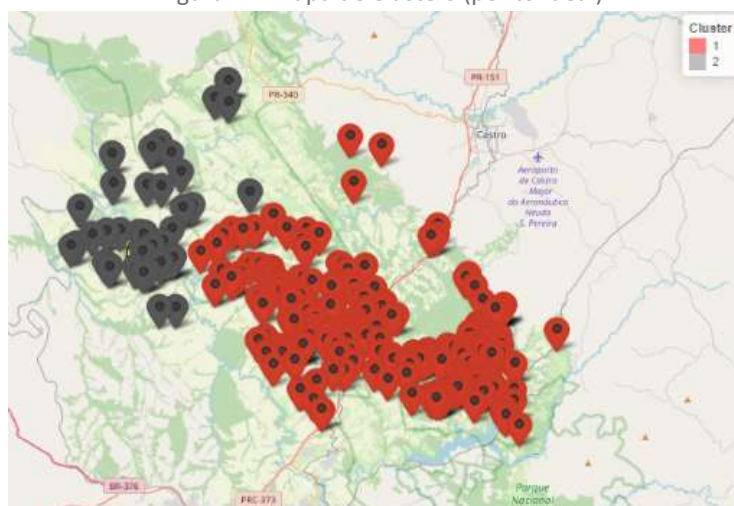
De acordo Lima (2021, p.106), clusterização é a tarefa de designar um conjunto de objetos em grupos (*clusters*) para que os objetos no mesmo *cluster* sejam mais semelhantes entre si do que os objetos em outros. Conforme explicado na introdução e nessa seção, foi realizado o estudo de caso para dois possíveis cenários para cooperativas da cidade de Carambeí.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando todas unidades coletadas para a clusterização, com abrangência não limitada e com preferência da unidade centralizadora de biogás próximo ao gasoduto e maiores potencias produtores de biogás. Considera o ponto ideal para o primeiro cenário considerado, os resultados obtidos estão apresentados na Figura 2 e Figura 3.

O mapa da Figura 2, exibe a localização geográfica das unidades e a identificação dos *clusters* nas cores vermelhas e pretas, podendo ser interpretadas da seguinte maneira: todas as unidades agroindústrias com cor vermelha, são ideias para formação de parceiras estratégicas para produção de biogás, o mesmo é válido para cor preta.

Figura 2 – Mapa de *Clusters* (ponto Ideal)



Fonte: *BiogasCluster* (2020).

A tabela de saída (Figura 3) apresenta o resultado proposto após a implementação do algoritmo com 2 *clusters*. A partir dos resultados disponibilizados pela ferramenta, podemos perceber que o número de *clusters* adequado possuem tamanho uniforme e potencial de geração de biogás

maximizado, assim, as agroindústrias da região se agrupam em 2 *clusters*, como mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Agroindústria na cidade de Carambeí (Ponto ideal)

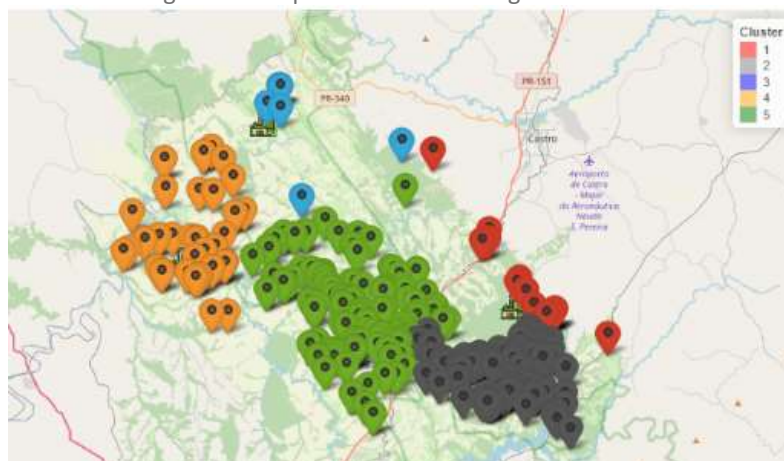
Cluster	Unidades	Abrangência (metros)	Potencial de Biogás (m³/dia)
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325	15,851.09	2,072,490.64
2	30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320	12,156.46	1,638,422.44

Fonte: BiogasCluster (2020).

Sendo interessante observar as desiguais abrangências dos *clusters*, visto que a abrangência do *cluster* 1 é igual 15.851,09 metros, enquanto a do *cluster* 2 é 12.156,46 metros. Também é possível constatar que o potencial de produção de biogás do *cluster* 1 é de 2.072.490,64 (m³/dia) e do *cluster* 2 é igual a 1.638.422,44 (m³/dia).

Em seguida, conforme descrito na metodologia, criou-se um segundo cenário a ser analisado pela ferramenta, para este cenário foi realizado a limitação da abrangência, que exclui formação de *clusters* que possuem unidades georreferenciadas dispersas, isto é, abrangência maior que o *outlier* superior das possíveis soluções de *clusters*. Neste contexto, é observado a formação de cinco *clusters* para as agroindústrias de Carambeí (Figura 4).

Figura 4 – Mapa de *Clusters* do segundo cenário



Fonte: BiogasCluster (2020).

Através da Figura 5 obtida por meio da ferramenta aplicada, são analisadas a abrangência e potencial de biogás dos *clusters*.

Figura 5 – Tabela de resultado do segundo cenário

Cluster	Unidades	Abrangência (metros)	Potencial de Biogás (m³/dia)
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80	12,146.00	66,285.11
2	81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320	9,481.90	409,999.33
3	29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 41	10,671.17	172,836.17
4	39, 40, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 120, 121, 124, 125, 126, 133, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320	6,923.37	1,465,609.04
5	57, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 82, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 122, 123, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 222, 223, 224, 225, 226, 247, 248, 249, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 324, 325	12,545.02	1,596,183.44

Fonte: BiogasCluster (2020).

Neste contexto, o *cluster* 1 (12,545,02 m) tem aproximadamente o dobro da abrangência em relação ao *cluster* 4 (6,923.37 m), entretanto, quando analisado o potencial de biogás, o *cluster* 1 com 66,285.11 m³/dia e o *cluster* 4 com 1,465,609,04 m³/dia, possuem uma diferença bem expressivas com base nos resultados gerados.

CONCLUSÕES

Este trabalho mostrou os cenários de parceria estratégica para identificar agrupamentos ideais de unidades da agroindústria para produção de biogás na cidade Carambeí. Neste contexto, através dos resultados do estudo pode-se concluir que para a cidade de Carambeí pode ser viável a utilização de 2 *clusters*.

É importante, esclarecer que tais parcerias poderiam trazer diversas vantagens para as agroindústrias e sua região, pois a partir do aproveitamento de seus resíduos, que possuem um potencial de produção de biogás de quase um milhão de m³/dia, é possível ter retornos econômicos, sociais e ambientais. Ou seja, é uma oportunidade de transformar o ciclo de vida dos processos envolvidos bem mais sustentáveis, devendo assim ser uma iniciativa incentivada e efetivada.

Todavia, uma dificuldade encontrada durante a realização deste trabalho foi encontrar estudos voltados para a clusterização na agroindústria, sendo necessário pesquisar sobre clusterização em diferentes contextos e adaptar para a situação analisada neste relatório. Percebendo-se, assim, como este tema ainda é pouco abordado no cenário mundial.

Ademais, recomenda-se para estudos futuros analisar a viabilidade econômico-financeira dos *clusters* obtidos a partir da ferramenta *BiogasCluster*, a fim de analisar de forma mais quantitativa a viabilidade dos cenários abordados no artigo.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi desenvolvido com o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), GEF (Global Environment Facility) e FUNTEF-PR.

REFERÊNCIAS

CHARRAD, Malika et al. Determining the best number of clusters in a data set. *J Stat Softw.*, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Acordo de Paris**. 2017. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 21 ago. 2020.

KUMMAMURU, B. WBA global bioenergy statistics 2017. **World Bioenergy Association**, 2016.

KALAKOTA, R.; ROBINSON, M. **E-business**: estratégias para alcançar o sucesso no mundo digital. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

LIMA, A. C.; PASSAMANI, F. **Avaliação do potencial energético do biogás produzido no Reator UASB da ETE-UFES**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) –Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

TORQUATI, Biancamaria; VENANZI, Sonia; CIANI, Adriano; DIOTALLEVIE, Francesco; TAMBURIET, Vincenzo. **Environmental sustainability and economic benefits of dairy farm biogas energy production**: A case study in Umbria. *Sustainability*, v.6, n.10, p.6696-6713, 2014.