

Mariano, E. D.¹; Santos, V. G.²

Graduandos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Souza, C. A.³

Professor Me., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ ewerton.dm3@gmail.com; ² vanessagoncalves192@gmail.com; ³ anselmo.puc@gmail.com

RESUMO: A destinação final de resíduos sólidos considerada com ambientalmente segura é o aterro sanitário. Entretanto, a instalação e operação de um aterro sanitário possui elevado custo financeiro, o que onera ou até inviabiliza a adoção da solução pelos que municípios de pequeno porte. Uma das alternativas para reduzir os custos e promover ganho de escala é a adoção de solução consorciada entre municípios para a destinação final de resíduos sólidos urbanos. Esse estudo teve como objetivo analisar a viabilidade econômica de aterro sanitário do consórcio entre os municípios de Cachoeira de Goiás, Firminópolis, São Luiz dos Montes Belos e Turvânia. Tal análise foi realizada comparando os custos de implantação, operação e transporte de resíduos considerando a adoção de soluções individuais e solução consorciada. A solução consorciada apresentou redução considerável dos custos, principalmente para os municípios com menor população, o que demonstra a viabilidade e vantagens econômicas dessa solução já prevista e priorizada na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Palavras-chaves: Resíduos sólidos urbanos, consórcio, viabilidade.

Área de Concentração: 01 – Construção Civil.

1 INTRODUÇÃO

Os modelos de gestão de resíduos sólidos, entre eles as atividades de reciclagem e disposição final, não tem demonstrado eficiência para garantir o manejo e a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Segundo levantamento feito pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE - em 2017, mais de 40% da destinação final dos RSU no Brasil é realizada de forma inapropriada, ou seja, em lixões ou aterros controlados, gerando grande impacto ambiental e comprometendo a saúde da população (SARTINI, ROMERO, BASTINA, & SEGANTINI, 2018).

Em 2010, foi sancionada a Lei N°. 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), onde foi definindo as diretrizes a serem adotadas para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente

adequado dos resíduos sólidos. Tal lei tem a finalidade de apontar instrumentos para solucionar os problemas causados pela gestão inadequada de resíduos sólidos, entre elas a disposição em lixões (Brasil, 2010)

A PNRS sólidos define que a destinação ambientalmente adequada aos resíduos sólidos é aquela que resulta no menor impacto ambiental possível, sendo que no Brasil a prática comum para essa destinação final é o aterro sanitário, o qual, diferente do lixão, possui técnicas para o controle adequado dos resíduos e seus subprodutos, como gases e o chorume, evitando a degradação ambiental.

Todavia o custo de implantação de um aterro sanitário é alto, o que onera ou até inviabiliza a adoção da solução pelos que municípios, principalmente aqueles de pequeno porte, que em razão da falta de recursos técnicos e financeiros, enfrentam dificuldades para investimentos na instalação e operação da unidade.

No estado de Goiás, ao que concerne à disposição final de RSU, segundo o órgão ambiental do estado, apenas 10 municípios estão licenciados para funcionamento, o que se pode presumir que a maioria das cidades do estado faz sua disposição final de maneira inadequada. (OLIVEIRA, 2017).

Destaca-se nesse cenário, a vulnerabilidade dos catadores de materiais recicláveis, os quais realizam suas atividades laborais, para garantir sua sobrevivência, diretamente no lixão sem o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) e outros cuidados para o manejo do lixo, colocando sua saúde e vida em risco a cada dia de serviço (IPEA, 2016)

Uma alternativa que está sendo encontrada pelos municípios, e inclusive proposta pela PNRS, é o consórcio intermunicipal para a gestão integrada dos resíduos sólidos, o que promove aumento do volume de resíduos processados, conseqüentemente há ganho de escala e redução significativa dos custos de implantação e operação dos aterros, o que viabiliza a sua implantação e operação. Além disso, aqueles municípios que optarem pela solução consorciada têm prioridade de acesso aos recursos da União conforme prevê a PNRS.

Os consórcios intermunicipais se apresentam como alternativa para promover a gestão de resíduos sólidos, principalmente em pequenos municípios. Além da redução dos custos de instalação e operação, os consórcios se tornam atraentes por possibilitar o rateio dos custos operacionais e administrativos, reduzir a ocorrência de degradação ambiental devido a existência de lixões dispersos pelo Estado, diminuir focos de contaminação ambiental, melhor utilização de maquinários e equipamentos possibilitando uma garantia de gestão adequada. Salienta-se ainda que o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2020), prevê que os consórcios constituídos nos termos da Lei 11.107 (BRASIL, 2005) têm prioridade na obtenção de incentivos instituídos pelo governo federal.

Existem diversas experiências exitosas dessas soluções no Brasil, como exemplo o Consórcio Intermunicipal de Gestão e Resíduos Sólidos (CIGRES), localizado no Rio Grande do Sul, que iniciou sua operação em 12 de março de 2007, formado por 31 municípios da região Noroeste do Rio Grande do Sul. Nesse consórcio há ainda Central de Triagem e Compostagem, que contribuem significativamente para redução do volume

de rejeitos descartados no Aterro Sanitário. O CIGRES atende 88.050 habitantes com uma área de 7,77 hectares, e recebe aproximadamente 1.600 t/mês de resíduos sólidos urbanos. A destinação dos resíduos é via aterro (54,74%), compostagem (27,25%) e reciclagem (18,01%).

Entre as vantagens do consórcio citadas pelos municípios tem-se a ação conjunta de regularização de aterro, como a disposição é feita em um só aterro se tem a redução do impacto ambiental, implantação de usinas de triagem, venda de produtos recicláveis, programa de educação ambiental nos municípios, entre outros (CALDERAN, 2018).

A maioria dos consórcios para gestão de resíduos em Goiás foram iniciados antes da elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS, 2015), por consequência, não observaram as diretrizes prevista no plano, sendo elas o mais indicado a seguir como parâmetro devido ao estudo de viabilidade desenvolvido para reciclagem e disposição final ambientalmente adequada para os resíduos sólidos realizado durante a elaboração do plano.

Com o intuito de contribuir para o avanço nos estudos de viabilidade de aterros sanitários via consórcios públicos, essa pesquisa teve como objeto de estudo os custos de instalação, operação e transporte para um consórcio intermunicipal dentro do estado de Goiás, o qual é composto por municípios: Cachoeira de Goiás, Firminópolis, São Luís dos Montes Belos e Turvânia. A análise de viabilidade foi realizada pela comparação entre os custos da adoção de solução individual com a solução consorciada.

O consórcio escolhido para análise nesse trabalho é o CIGIRS, criado em 2014 e é um exemplo dos consórcios que foram instituídos antes da elaboração do PERS. Portanto, optou-se por avaliar a viabilidade da implantação do aterro sanitário do consórcio, visando levantar a viabilidade econômica por meio da quantificação dos custos de um aterro consorciado comparando ao custo de aterros individuais para cada município integrante do consórcio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Resíduos sólidos pode ser definido com rejeitos resultantes das diversas atividades humanas (doméstica, comercial, de serviços, industrial e

agrícola) a ABNT 10004 (BRASIL,2004). Existem diversas maneiras de classificar os resíduos sólidos. A primeira é classificá-los quanto a sua periculosidade.

Segundo a ABNT 10004 (BRASIL,2004) resíduos são classificados em: Perigosos (Classe I) – são aqueles que apresentam algum risco a saúde pública ou ao meio ambiente devido as seguintes características: inflamável, corrosiva, reativa, tóxica ou patogênica –; Não Perigosos (Classe II), dividida em Não Inertes (Classe II A) – apresenta características biodegradáveis, de combustibilidade e solubilidade em água –; e Inertes (Classe II B) – resíduos que não sofrem alterações no ambiente ou em contato com a água.

Outra maneira de classificar os resíduos é quanto a sua origem, a saber: i) Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), são resultantes das atividades domiciliares urbanas, dos serviços de limpeza e manutenção urbana, pequenos geradores de resíduos comerciais e outros resíduos de limpeza que sejam semelhantes aos resíduos sólidos domiciliares; ii) Resíduos de Serviço de Saúde (RSS), são os provenientes de atividades de saúde humana e animal, farmácias, funerárias e atividades de embalsamento, hospitais, serviços de tatuagem, clínicas veterinárias, centro de controle de zoonoses, entre outros; iii) Resíduos de Construção Civil (RCC), são resultantes de atividades da construção civil como reformas, limpeza de terreno, demolições, construções entre outros; iv) Resíduos Industriais são os resíduos gerados nas atividades de produção industrial e em instalações industriais; v) Resíduos de Serviços de Transporte são resultantes das atividades em aeroportos, terminais rodoviários, portos, terminais alfandegários, terminais rodoviários entre outros; vi) Resíduos agrossilvopastoris são os provenientes de atividades agropecuárias e silviculturais, incluindo os insumos dessas atividades; vii) Resíduos de Mineração resultantes da atividade de extração, beneficiamento ou pesquisa de minério.

É fundamental conhecer a classificação de cada resíduo segundo a sua origem, pois ela é quem define qual será o tratamento e a destinação adequada que cada tipo de resíduo deve receber.

2.1 Destinação e Disposição de Resíduos Sólidos

Existem tratamentos de resíduos sólidos que servem para reduzir o volume, eliminar a periculosidade,

diminuir o potencial poluidor e transformar os resíduos em novos produtos. O ideal é que sejam dispostos nos aterros sanitários somente os rejeitos, ou seja, resíduos em que todas as possibilidades de tratamento já foram esgotadas (BRASIL, 2010). De acordo com Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2020), alguns tipos de tratamentos são:

I. Reutilização: utilização dos resíduos sólidos sem que haja alterações físicas, químicas ou biológicas.

II. Reciclagem: aproveitamento de resíduos como plástico, papel e metais, através de transformações químicas, físicas ou biológicas, a fim de gerar novos produtos que sejam comerciáveis.

III. Compostagem: é o processo de decomposição biológica que transforma resíduos urbanos em composto orgânico, que é usado principalmente para melhorar as características de solos agrícolas.

IV. Incineração: é um processo de tratamento que reduz significativamente o volume dos resíduos através da queima do material em fornos de altas temperaturas, transformando-o em cinzas inertes. Esse tipo de tratamento é usado principalmente em resíduos de serviços de saúde, pois mata os micro-organismos que causam doenças e inviabilizam a disposição desses resíduos em aterros.

V. Aterros Sanitários: é o método adequado para disposição final dos rejeitos. A sua estrutura é composta por uma camada de impermeabilizada para que evite a contaminação do solo e do lençol freático, drenos para o chorume, calhas e tubos para a coleta do biogás gerado na decomposição, e o resíduo é coberto por camadas de solo com sistemas de drenagem para proteger o lixo de infiltrações de águas pluviais. Existe na literatura o Aterro Controlado, mas não é adequado por não possuir o controle do biogás e do chorume causando contaminação do solo e do lençol freático, apresentando ainda potencial de poluição.

2.2 Consórcio Público

A Lei nº 11.107 (BRASIL, 2005) estabeleceu as normas de contratação e constituição de um consórcio público. Em 2007, o Decreto Federal nº 6.017 regulamentou tal lei e definiu consórcio público como pessoa jurídica formada exclusivamente por entes da Federação, na forma da Lei no 11.107, para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de

objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa jurídica de direito privado sem fins econômicos. (MELO, 2019)

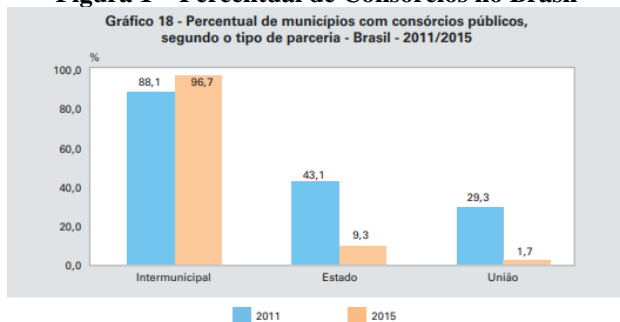
É possível constituir consórcio público para a prestação dos serviços de manejo de resíduos e sua destinação final, inclusive a PNRS aponta que tais soluções têm prioridade para receber recursos oriundos do Governo Federal.

Outra definição diz que Consórcios públicos são pessoas jurídicas formadas exclusivamente por Municípios, Estados e/ou União para implementar uma gestão associada de serviços públicos (HENRICHS & LINS, 2017). Nota-se que por se tratar de um serviço público a destinação final dos resíduos sólidos pode ser realizada por gestões associadas.

As etapas para constituição de um consórcio público estão definidas na Lei 11.107/2005 e, independente da área de atuação do consórcio elas deverão ser observadas. As etapas podem ser organizadas na seguinte ordem segundo (HENRICHS & LINS, 2017): i) Identificar os interesses e problemas comuns; ii) Elaborar estudos de viabilidade técnica e financeira; iii) Protocolo de intenções; iv) Ratificação pelo poder legislativo; v) Elaborar o estatuto do consórcio; vi) Abertura de CNPJ e conta bancária; vii) Contrato de rateio; viii) Contrato do programa; ix) Convênios; x) Assembleia geral; xi) Realizar concurso público ou providenciar as cessões de servidores; xii) Retirada, exclusão alteração.

Segundo a pesquisa de informações básicas dos municípios brasileiros realizada em 2015 pelo Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE) cerca de 3691 municípios possuem consórcio público ou seja 66,3% do total no Brasil (IBGE, 2015).

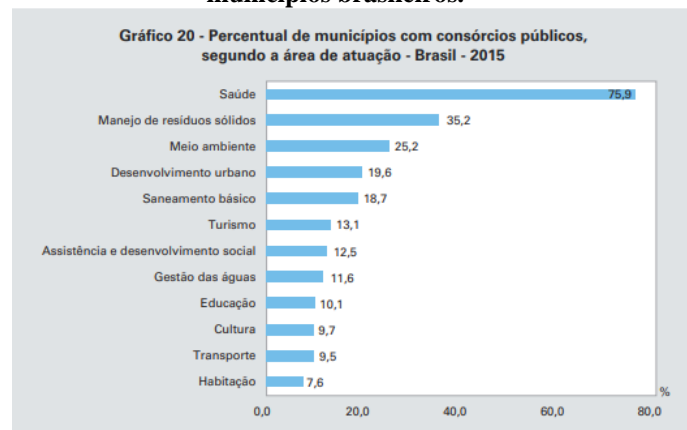
Figura 1 – Percentual de Consórcios no Brasil



Fonte: (IBGE, 2015, p. 38)

Ainda sobre os consórcios públicos é comum a utilização dessa gestão associada de serviços públicos para várias áreas do cotidiano como transporte público, educação, saúde, cultura e esporte, inclusão social, segurança pública, direitos humanos e outros. No gráfico a seguir observa-se o percentual de áreas de atuação dos consórcios públicos no Brasil.

Figura 2 – Área de atuação dos Consórcios públicos nos municípios brasileiros.



Fonte: (IBGE, 2015, p. 40)

Em Goiás existem algumas iniciativas de consórcios para gestão de resíduos sólidos, entre elas estão o Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento da Região Norte de Goiás (CIDERNORTE) formado por 4 municípios, Consórcio Intermunicipal do Meio Ambiente (CIMA) com 7 municípios integrados, Consórcio Intermunicipal da Estrada de Ferro Eixo GO-020 formado por 6 municípios, Consórcio Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (CIGIRS) formado por 4 municípios (Consórcios Resíduos Sólidos, 2020).

2.3 Consórcio Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (CIGIRS)

O CIGIRS é uma associação pública constituída sob a forma de pessoa jurídica de direito público interno formado pelos municípios de Cachoeira de Goiás, Firminópolis, São Luís de Montes Belos (sede) e Turvânia com duração por prazo indeterminado (CIGIRS, 2017). O consórcio foi instituído mediante a necessidade dos municípios se adequarem ao Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2020) que determina o fim dos lixões a céu aberto e a correta destinação de resíduos sólidos. Portanto, com a instalação do aterro sanitário do CIGIRS, se eliminaria os lixões das cidades integrantes do consórcio, pois ainda fazem a gestão dos resíduos de forma inadequada.

Algumas das finalidades do consórcio é atuar na implementação de melhorias sanitárias, atuar no planejamento, na regulação e fiscalização dos serviços públicos de tratamento e destinação final de resíduos sólidos, atuar na operacionalização da gestão ambiental integrada, e promover um programa regional de coleta seletiva, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos. (CIGIRS, 2017)

O CIGIRS recebeu em 2019 junto a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) a licença de instalação, nº 308/2019, para a atividade de disposição final de resíduos sólidos (SEMAD, 2019).

3 METODOLOGIA

Conforme destacado, o objetivo desse trabalho foi analisar a viabilidade econômica de um Aterro Sanitário para atender os municípios que compõe o CIGIRS. A hipótese desta pesquisa é que a solução consorciada é a mais vantajosa economicamente em detrimento a adoção de soluções individuais pelos municípios.

Durante a pesquisa foram realizados levantamentos bibliográficos, como artigos, dissertações, relatórios técnicos, Planos Estadual e Federal de resíduo sólidos, editais de licitação entre outros, a fim de obter informações pertinentes ao levantamento dos custos gerais para a instalação, transporte de resíduos e operação de um aterro sanitário.

Os custos foram levantados de duas maneiras: primeiro, considerando a instalação e operação de aterros individuais para cada um dos municípios; em sequência foi realizado uma composição considerando a instalação e operação do aterro consorciado, considerando entre outros elementos o custo de transporte até o local de disposição final. Tais custos foram comparados para analisar a viabilidade e as prováveis vantagens para cada um dos municípios.

Além dos custos, foram avaliados outros critérios para viabilidade do aterro, parte desses critérios constam no Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Goiás (2017) e outros documentos técnicos relativos ao assunto, a saber:

- Máxima distância até a cidade que sediará o Aterro Sanitário Consorciado;

- População atendida pelo consorciada;
- Volume e massa de resíduos sólidos urbanos;

3.1 *Horizonte de projeto, estimativa da população e geração de resíduos.*

O tempo de operação do aterro sanitário, ou seja, o horizonte de projeto proposto nesse estudo é de 20 anos. Realizou-se a projeção populacional até 2040 com o objetivo de estimar a quantidade de resíduo a serem dispostos no aterro até o fim da sua vida útil.

Para a projeção populacional em 20 anos, utilizou-se dos métodos matemáticos: geométrico, aritmético e regressão linear (HELLER & PÁDUA, 2010). Esse estudo adotou o método da regressão linear por apresentar o menor erro quadrático, o que traz uma precisão maior na estimativa da população futura.

A estimativa da população foi realizada com base nos dados da população censitária urbana divulgada pelo IBGE, correspondentes aos anos de 1991, 2000 e 2010.

Em seguida se levantou no Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Goiás (2017) a taxa de geração de RSU por dia para cada habitante nos municípios analisados. O plano estadual de resíduo sólidos apresenta dados da geração de RSU em toneladas por dia para os municípios de Goiás. Os dados dos municípios que compõe o CIGIRS são apresentados na Tabela 01.

Tabela 01: Geração de RSU por Município

GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS			
CIDADE	Pop.Urb. 2010	RSU Kg/dia	Kg/dia/hab.
Cachoeira de Goiás	1171	540	0,461
Firminópolis	8778	4460	0,508
São Luís de Montes Belos	26585	16270	0,612
Turvânia	3891	1790	0,460

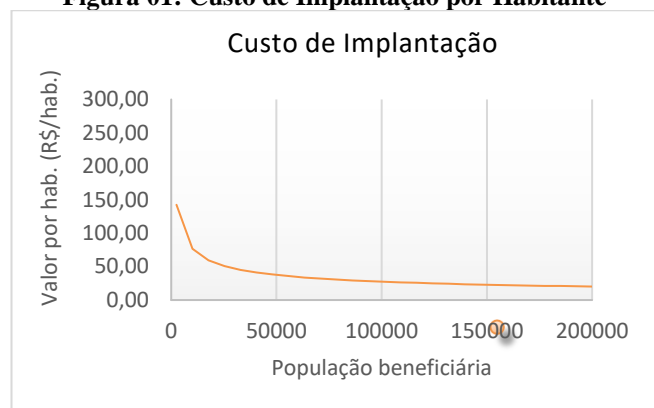
Fonte: PERS, 2017.

3.2 *Estimativa dos custos de implantação.*

Para essa estimativa tomou-se como parâmetro o custo de implantação por habitante de um levantamento feito pela Tribunal de Contas da União (BRASIL, 2011). Os valores foram obtidos de acordo com a população através do Figura 01, esses custos foram corrigidos pelo IGP-M até janeiro de 2020 e posteriormente foi

estimado o custo total da implantação considerando a população de final de projeto: 2040.

Figura 01: Custo de Implantação por Habitante

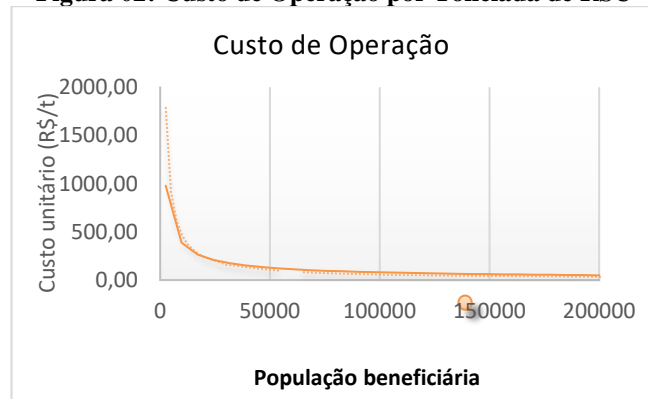


Fonte: BRASIL, 2011 (Adaptado).

3.3 Estimativa dos custos de operação

Para o custo de operação foi considerado o preço por tonelada de resíduo de um levantamento também realizado pelo Tribunal de Contas da União (BRASIL, 2011), Tais valores foram corrigidos pelo IGP-M até janeiro de 202. Os valores corrigidos são apresentados no Figura 2. Para obter os custos de operação de 2021 a 2040 correspondente a cada um dos municípios, os valores futuros foram calculados considerando a inflação de 5% ao ano, visto que é um percentual próximo da média dos últimos 10 anos.

Figura 02: Custo de Operação por Tonelada de RSU



Fonte: BRASIL, 2011 (Adaptado).

3.4 Estimativa dos custos de transporte

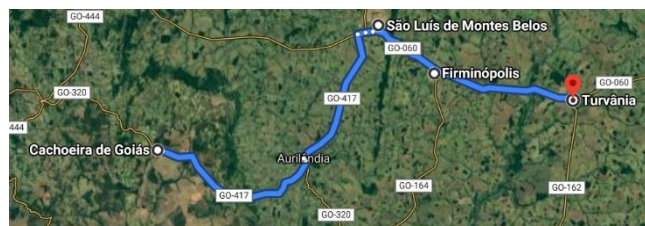
O custo de transporte foi calculado utilizando o modelo da planilha da Companhia de Desenvolvimento de Passo Fundo (CODEPAS) na qual inclui os custos com motoristas, manutenção de caminhão, motorista, IPI's, benefícios e entre outros, por tonelada de resíduo.

Também foi considerado as distâncias das cidades até o aterro, de acordo com a Tabela 02, para estimar a quantidade de viagens e custos com combustível.

Tabela 02: Distâncias das Cidades ao Aterro

Distância até o Aterro Sanitário	
Cidade	Distância (Km)
São Luiz dos Montes Belos	5
Cachoeira de Goiás	38,7
Turvânia	34
Firminópolis	16,4

Fonte: Google Maps (Adaptado).



Fonte: Google Maps (Adaptado).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estimativa da população e geração de resíduos.

Considerando as populações censitária de 1991, 2000 e 2010 divulgadas pelo IBGE, foi estimada através do método da regressão linear as populações de cada município para os anos de 2021 até 2040, período de operação do aterro.

Com esses valores foi possível estimar o volume de resíduo que será disposto nos aterros, tanto na solução individual quanto na solução consorciada. Esse volume foi calculado multiplicando a população anual pela geração de resíduo per capita de cada município. Assim foram obtidos os resultados para cada ano como demonstrado na Tabela 03.

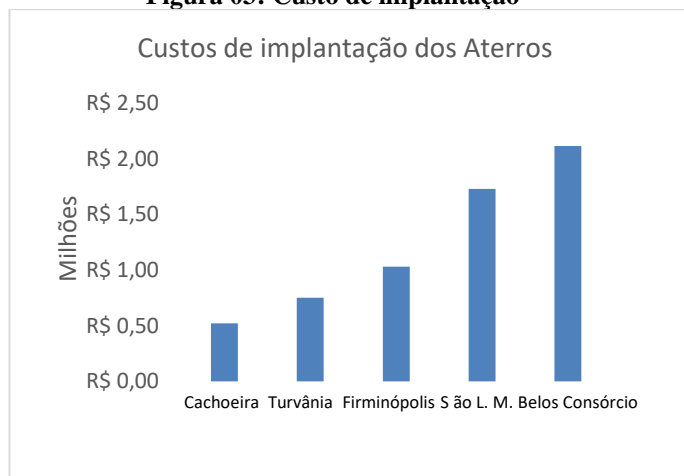
Tabela 03: Toneladas de RSU Anual

CIDADE	2021		2030		2040	
	Pop.	t/dia.	Pop.	t/dia.	Pop.	t/dia.
Cachoeira de Goiás	1516	0,70	1704	0,79	1911	0,88
Firminópolis	9811	4,99	10819	5,50	12060	6,13
São Luís M. Belos	31344	19,18	36092	22,09	42216	25,84
Turvânia	4442	2,04	4731	2,18	5051	2,32
TOTAL	47112	26,91	53345	30,55	61238	35,17

4.2 Estimativa dos custos de implantação

O custo de implantação foi levantado de acordo com a população atendida durante a vida útil do aterro. De acordo com a Figura 03 é possível perceber que o custo total de implantação cresce à medida que a cidade possui maior população, como pode ser comparado pelas cidades de Cachoeira de Goiás que possui um custo de implantação de R\$520.821,41 com uma população de 1911 habitantes em 2040, já em São Luiz de Montes Belos o custo de implantação é de R\$ 752.081,14 para uma população beneficiária de 42216 habitantes em 2040.

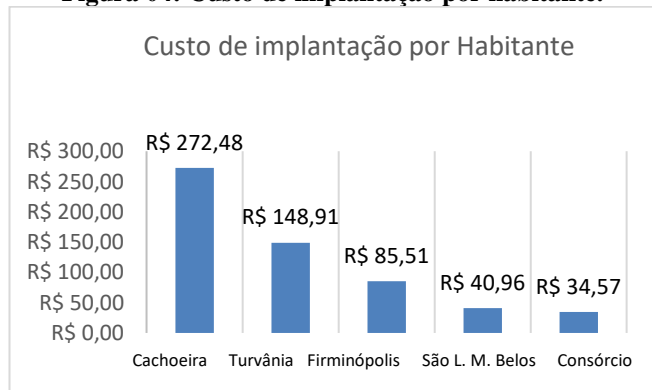
Figura 03: Custo de implantação



Fonte: Autores.

Entretanto o custo por habitante se reduz à medida que a população cresce, como pode ser observado na Figura 04. Há grande diferença entre São Luiz Belos Montes e Cachoeira de Goiás., o que demonstra que quanto maior a população beneficiária mais econômico será o processo de instalação do aterro.

Figura 04: Custo de implantação por habitante.

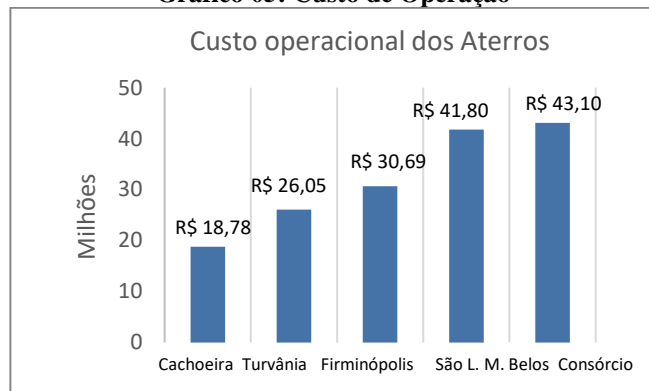


Fonte: Autores.

4.3 Estimativa dos custos de operação

Esses custos foram estimados de acordo com a tonelada de resíduos dispostos nos aterros. A Figura 05 demonstra que como acontece com o custo total de implantação, o custo total de operação também aumenta devido à quantidade de toneladas de RSU recebida pelo aterro sanitário, em Cachoeira de Goiás o custo operacional é de R\$ 18,78 milhões já em São Luiz de Montes Belos esse mesmo custo é de R\$ 41,80 milhões.

Gráfico 05: Custo de Operação



Fonte: Autores.

Contudo o custo operacional por tonelada diminui com o aumento de toneladas de RSU. A Figura 06 aponta que em Cachoeira de Goiás, que possui a menor população e conseqüentemente uma menor geração de resíduos, o custo operacional por tonelada é o maior R\$ R\$4.762,86 já em São Luiz de Montes Belos esse custo é reduzido para R\$ R\$349,57 por tonelada, o menor observado entre as cidades analisadas.

Figura 06: Custo de Operação por Tonelada de RSU



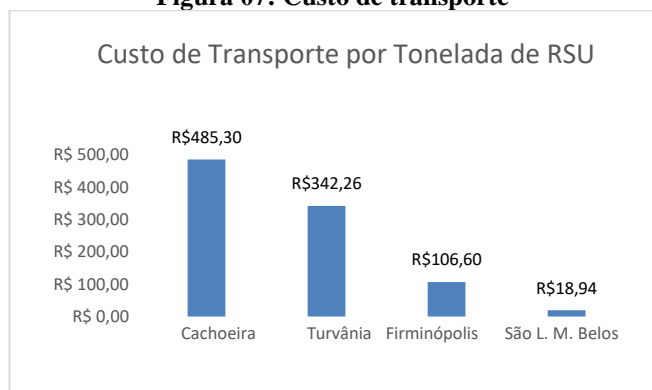
Fonte: Autores.

4.4 Estimativa dos custos de transporte para a solução consorciada

O custo de transporte varia de acordo com a distância da cidade ao aterro e em relação a quantidade de resíduo produzido, o que determina a quantidade de viagens

diárias. A Figura 07 apresenta o custo de tonelada para cada um dos municípios.

Figura 07: Custo de transporte



Fonte: Autores.

Como o aterro será implantado em São Luiz dos Montes Belos, o deslocamento até o aterro é de apenas 5 km, e o custo por tonelada foi o mais baixo mesmo sendo a cidade com a maior geração de resíduos, se comparado a Cachoeira de Goiás, que possui a menor geração de resíduos mas com uma distância de 38,7 km, o custo fica mais alto, isso mostra que o maior impacto do custo de transporte está na distância do município ao aterro.

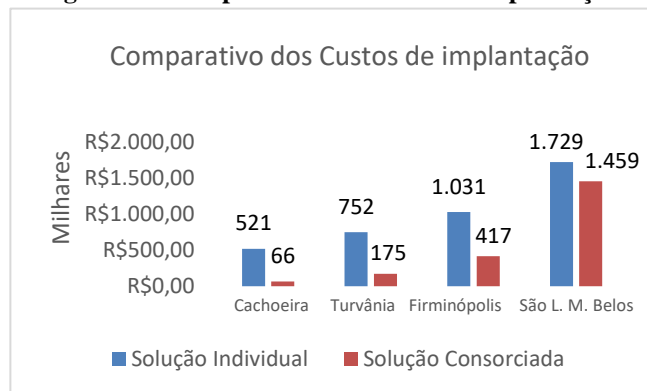
5.5 Comparativo das Soluções

De acordo com os dados de implantação e operação dos aterros, observa-se que a viabilidade econômica está totalmente relacionada com a população atendida. Quanto maior a população maior será a geração de RSU, assim a demanda do aterro aumenta e os custos por tonelada e por habitante diminuem.

Comparando as soluções individuais com a solução consorciada, os municípios com o menor número de habitantes são os mais beneficiados quando inseridos em um consorcio.

Nas Figuras 08, 09 e 10 pode-se notar que, principalmente para o município de Cachoeira de Goiás, os custos de operação são drasticamente reduzidos ao participar de um consórcio, e essa redução pode ser notada em todos os municípios. A cidade de São Luiz dos Montes Belos é a que tem a menor diferença de custo, mas ainda assim, o consórcio se torna a melhor opção.

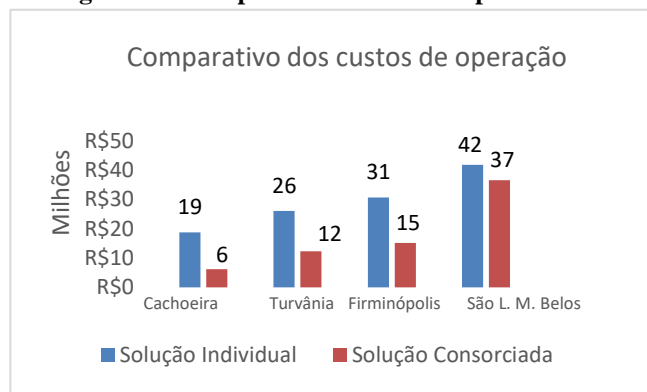
Figura 08: Comparativo dos custos de implantação.



Fonte: Autores.

A redução de custos de implantação é significativa para cada município adotando a solução consorciada, uma vez que a despesa de implantação individual do aterro para São Luiz dos Montes Belos ultrapassa o valor de Cachoeira de Goiás e Turvânia juntos.

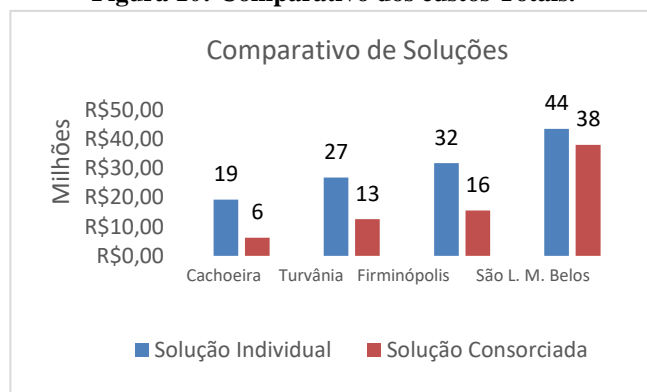
Figura 09: Comparativo dos custos operacionais.



Fonte: Autores.

A redução dos custos de operação também é surpreendente para cada município incluído na solução consorciada, já que as despesas das soluções individuais dos aterros caem praticamente pela metade com exceção de São Luiz dos Montes Belos.

Figura 10: Comparativo dos custos Totais.



Fonte: Autores.

A redução de custos para cada município adotando a solução consorciada para disposição final adequada de RSU, seria em percentual cerca de 68% para Cachoeira de Goiás, 53% para Turvânia, 51% para Firminópolis e 13% para São Luiz de Montes Belos.

5 CONCLUSÕES

Com o objetivo de verificar a viabilidade da adoção de solução consorciada de aterro sanitário entre os municípios de Cachoeira de Goiás, Firminópolis, São Luiz dos Montes Belos e Turvânia, que compõe o CIRGS, verificou-se que tal solução apresenta vantagens econômicas, correspondente a redução de custo de implantação e operação do aterro, o que a torna a mais vantajosa em detrimento das soluções individuais, portanto concluiu-se que o consórcio é viável e corresponde a melhor opção para redução de custos visando uma disposição final de RSU ambientalmente adequada.

6 AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Deus por poder chegar ao término do curso com a conclusão dessa produção científica, ao orientador e professor Anselmo Claudino por toda a sua paciência e carinho conosco nas orientações semanais ao longo de 2020 e pôr fim aos amigos e familiares durante essa jornada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2004). NBR 10004: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos - Planalto. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 21 de jul. 2020.
- BRASIL. **Monitoramento no Programa Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília, DF: Editora do TCU. 2010
- CALDERAN, T. B. Consórcios intermunicipais: condições e possibilidades de atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) a partir do princípio da visão sistêmica. 2018. Monografia (Doutorado) – Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 28 fev. 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/2171>>. Acesso em: 21 de jul. 2020.

- CIGIRS. Estatuto do Consórcio Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. 2018. Disponível em: <https://www.cigirs.go.gov.br/pdf/Estatuto_CIGIRS.pdf>. Acesso em: 21 de jul. 2020.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Estudo sobre aspectos econômicos e financeiros da implantação e operação de aterro sanitário**. FGV. 2007
- HELLER, L., & PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora: Universidade Federal de Minas Gerais. 2ª Ed. 2010.
- HENRICHES, J., & LINS, C. Consórcio Público de Resíduos Sólidos - CNM. Fonte: Consórcio Público de Resíduos Sólidos - Principais aspectos técnicos e financeiros. 2017. Disponível em: <[https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/\(2017\).pdf](https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/(2017).pdf)>. Acesso em: 21 de jul. 2020.
- IPEA. Catadores de Materiais Recicláveis. Brasília – DF, 2016.
- MELO, L. R. Consórcio Público. Fonte: Âmbito Jurídico: Disponível em <<https://ambitojuridico.com.br/cadernos/direito-administrativo/consorcio-publico>>. Acesso em: 21 de jul. 2020.
- OLIVEIRA, A. D. NOTA TÉCNICA – ATERROS SANITÁRIOS MUNICIPAIS. SECIMA – Goiás. 2018. Disponível em <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2017-09/nota-tecnica---aterros-sanitarios-1.pdf>> Acesso em: 21 de jul. 2020.
- RIBEIRO, W. A. Cooperação Federativa e a Lei de Consórcios Públicos - CNM. Fonte: Confederação Nacional de Municípios: Disponível em: <[https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca_antiga/Cons%C3%B3rcios%20Publicos%20\(2007\).pdf](https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca_antiga/Cons%C3%B3rcios%20Publicos%20(2007).pdf)> Acesso em: 21 de jul. 2020.
- SARTINI, G. G., ROMERO, F. C., BATISTA, L. G., & SEGANTINI, O. L. (2018). PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2017.
- SECIMA. NOTA TÉCNICA – Aterros Sanitários Municipais. 2015

8 ANEXOS E APÊNDICES

Anexo 1 – Estimativa populacional e de RSU.

GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS								
CIDADE	Cachoeira de Goiás		Firminópolis		São Luís de Montes Belos		Turvânia	
ANO	População	RSU kg/dia	População	RSU kg/dia	População	RSU kg/dia	População	RSU kg/dia
2020	1495	689	9705	4931	30856	18884	4409	2028
2021	1516	699	9811	4985	31344	19182	4442	2043
2022	1536	709	9919	5039	31839	19485	4474	2058
2023	1557	718	10027	5095	32342	19793	4506	2073
2024	1578	728	10136	5150	32853	20106	4538	2088
2025	1599	737	10247	5206	33372	20424	4570	2102
2026	1620	747	10359	5263	33899	20746	4602	2117
2027	1641	757	10472	5321	34434	21074	4634	2132
2028	1662	766	10586	5379	34978	21407	4667	2147
2029	1683	776	10702	5438	35531	21745	4699	2162
2030	1704	786	10819	5497	36092	22088	4731	2176
2031	1724	795	10937	5557	36662	22437	4763	2191
2032	1745	805	11056	5618	37242	22792	4795	2206
2033	1766	814	11177	5679	37830	23152	4827	2221
2034	1787	824	11299	5741	38427	23518	4859	2235
2035	1808	834	11422	5804	39034	23889	4891	2250
2036	1828	843	11547	5867	39651	24266	4923	2265
2037	1849	853	11673	5931	40277	24650	4955	2279
2038	1870	862	11801	5996	40914	25039	4987	2294
2039	1891	872	11929	6061	41560	25435	5019	2309
2040	1911	881	12060	6127	42216	25836	5051	2323

Anexo 2 – Custo de Operação total

CIDA DE	Cachoeira de Goiás								
	ANO	População	RSU Ton/dia	R\$/Ton	R\$ Operação/ Ano	Custo de implantação Individual	Custo de transporte	Custo Consortio Anual	total
	2020	1495	0,689	1795,07	R\$451.572,60	R\$407.240,63	R\$122.083,36	R\$29.739,74	R\$559.063,73
	2021	1516	0,699	1884,82	R\$480.794,39	R\$412.946,32	R\$129.983,52	R\$31.664,23	R\$574.594,07
	2022	1536	0,709	1979,06	R\$511.805,97	R\$418.649,19	R\$138.367,55	R\$33.706,60	R\$590.723,34
	2023	1557	0,718	2078,02	R\$544.713,10	R\$424.349,25	R\$147.264,04	R\$35.873,80	R\$607.487,09
	2024	1578	0,728	2181,92	R\$579.627,64	R\$430.046,48	R\$156.703,24	R\$38.173,21	R\$624.922,93
	2025	1599	0,737	2291,01	R\$616.667,86	R\$435.740,90	R\$166.717,13	R\$40.612,61	R\$643.070,64
	2026	1620	0,747	2405,57	R\$655.958,86	R\$441.432,51	R\$177.339,51	R\$43.200,24	R\$661.972,26
	2027	1641	0,757	2525,84	R\$697.632,90	R\$447.121,32	R\$188.606,15	R\$45.944,82	R\$681.672,29
	2028	1662	0,766	2652,14	R\$741.829,86	R\$452.807,31	R\$200.554,87	R\$48.855,55	R\$702.217,73
	2029	1683	0,776	2784,74	R\$788.697,61	R\$458.490,50	R\$213.225,64	R\$51.942,17	R\$723.658,32
	2030	1704	0,786	2923,98	R\$838.392,50	R\$464.170,90	R\$226.660,73	R\$55.214,98	R\$746.046,61
	2031	1724	0,795	3070,18	R\$891.079,83	R\$469.848,49	R\$240.904,84	R\$58.684,87	R\$769.438,20
	2032	1745	0,805	3223,69	R\$946.934,35	R\$475.523,29	R\$256.005,19	R\$62.363,35	R\$793.891,83
	2033	1766	0,814	3384,87	R\$1.006.140,78	R\$481.195,30	R\$272.011,74	R\$52.737,66	R\$805.944,70
	2034	1787	0,824	3554,12	R\$1.068.894,40	R\$486.864,52	R\$288.977,28	R\$56.026,94	R\$831.868,74
	2035	1808	0,834	3731,82	R\$1.135.401,60	R\$492.530,95	R\$306.957,61	R\$59.512,96	R\$859.001,52
	2036	1828	0,843	3918,41	R\$1.205.880,54	R\$498.194,60	R\$326.011,70	R\$63.207,17	R\$887.413,48
	2037	1849	0,853	4114,33	R\$1.280.561,81	R\$503.855,47	R\$346.201,90	R\$67.121,65	R\$917.179,02
	2038	1870	0,862	4320,05	R\$1.359.689,10	R\$509.513,56	R\$367.594,09	R\$71.269,17	R\$948.376,81
	2039	1891	0,872	4536,05	R\$1.443.519,92	R\$515.168,87	R\$390.257,88	R\$75.663,23	R\$981.089,98
	2040	1911	0,881	4762,86	R\$1.532.326,45	R\$520.821,41	R\$414.266,87	R\$80.318,09	R\$24.375.638,34
	Total para 2040				R\$18.778.122,07	R\$520.821,41	R\$5.076.694,86	R\$1.101.833,04	R\$24.375.638,34

Firminópolis

População	RSU Ton/dia	R\$/Ton	R\$/Ano	Custo Consorcio Anual	Custo de transporte	Custo de implantação	total
9705	4,931	462,19	R\$ 831.895,24	R\$212.784,04	R\$191.869,21	R\$829.913,55	R\$1.234.566,80
9811	4,985	485,30	R\$ 883.027,05	R\$225.862,65	R\$203.662,31	R\$838.974,82	R\$1.268.499,78
9919	5,039	509,56	R\$ 937.301,65	R\$239.745,13	R\$216.180,26	R\$848.135,02	R\$1.304.060,41
10027	5,095	535,04	R\$ 994.912,18	R\$254.480,88	R\$229.467,62	R\$857.395,24	R\$1.341.343,74
10136	5,150	561,79	R\$ 1.056.063,71	R\$270.122,36	R\$243.571,67	R\$866.756,56	R\$1.380.450,59
10247	5,206	589,88	R\$ 1.120.973,87	R\$286.725,22	R\$258.542,62	R\$876.220,10	R\$1.421.487,94
10359	5,263	619,38	R\$ 1.189.873,69	R\$304.348,57	R\$274.433,75	R\$885.786,96	R\$1.464.569,28
10472	5,321	650,35	R\$ 1.263.008,38	R\$323.055,13	R\$291.301,61	R\$895.458,27	R\$1.509.815,01
10586	5,379	682,87	R\$ 1.340.638,23	R\$342.911,47	R\$309.206,25	R\$905.235,18	R\$1.557.352,90
10702	5,438	717,01	R\$ 1.423.039,55	R\$363.988,26	R\$328.211,38	R\$915.118,84	R\$1.607.318,48
10819	5,497	752,86	R\$ 1.510.505,61	R\$386.360,53	R\$348.384,64	R\$925.110,41	R\$1.659.855,58
10937	5,557	790,50	R\$ 1.603.347,70	R\$410.107,89	R\$369.797,84	R\$935.211,07	R\$1.715.116,80
11056	5,618	830,03	R\$ 1.701.896,25	R\$435.314,86	R\$392.527,19	R\$945.422,01	R\$1.773.264,06
11177	5,679	871,53	R\$ 1.806.502,02	R\$367.757,36	R\$416.653,57	R\$955.744,44	R\$1.740.155,38
11299	5,741	737,56	R\$ 1.545.513,75	R\$390.361,29	R\$442.262,87	R\$966.179,57	R\$1.798.803,74
11422	5,804	774,44	R\$ 1.640.507,58	R\$414.354,55	R\$469.446,23	R\$976.728,64	R\$1.860.529,42
11547	5,867	813,16	R\$ 1.741.340,15	R\$439.822,54	R\$498.300,39	R\$987.392,88	R\$1.925.515,82
11673	5,931	853,82	R\$ 1.848.370,31	R\$466.855,91	R\$528.928,04	R\$998.173,57	R\$1.993.957,52
11801	5,996	896,51	R\$ 1.961.978,99	R\$495.550,85	R\$561.438,21	R\$1.009.071,95	R\$2.066.061,01
11929	6,061	941,34	R\$ 2.082.570,56	R\$526.009,51	R\$595.946,58	R\$1.020.089,33	R\$2.142.045,43
12060	6,127	988,41	R\$ 2.210.574,18	R\$558.340,29	R\$238.411,24	R\$1.031.227,01	R\$39.133.611,16
			R\$30.693.840,65	R\$7.714.859,31	R\$7.408.543,50	R\$1.031.227,01	R\$39.133.611,16

São Luís de Montes Belos

População	RSU Ton/dia	R\$/Ton	R\$/Ano	Custo Consorcio Anual	Custo de transporte	Custo de implantação	Total
30856	18,884	158,92	R\$ 1.095.388,18	R\$814.855,21	R\$130.547,77	R\$1.263.879,56	R\$2.209.282,54
31344	19,182	166,87	R\$ 1.168.326,34	R\$869.113,64	R\$139.240,50	R\$1.283.844,74	R\$2.292.198,89
31839	19,485	175,21	R\$ 1.246.121,20	R\$926.984,95	R\$148.512,05	R\$1.304.125,32	R\$2.379.622,32
32342	19,793	183,97	R\$ 1.329.096,16	R\$988.709,71	R\$158.400,96	R\$1.324.726,26	R\$2.471.836,94
32853	20,106	180,95	R\$ 1.327.948,25	R\$1.054.544,52	R\$168.948,34	R\$1.345.652,63	R\$2.569.145,49
33372	20,424	190,00	R\$ 1.416.371,80	R\$1.124.763,04	R\$180.198,04	R\$1.366.909,56	R\$2.671.870,64
33899	20,746	199,50	R\$ 1.510.683,16	R\$1.199.657,17	R\$192.196,81	R\$1.388.502,29	R\$2.780.356,27
34434	21,074	209,48	R\$ 1.611.274,39	R\$1.279.538,25	R\$204.994,54	R\$1.410.436,11	R\$2.894.968,90
34978	21,407	219,95	R\$ 1.718.563,65	R\$1.364.738,33	R\$218.644,43	R\$1.432.716,42	R\$3.016.099,17
35531	21,745	230,95	R\$ 1.832.996,94	R\$1.455.611,60	R\$233.203,21	R\$1.455.348,68	R\$3.144.163,49
36092	22,088	242,49	R\$ 1.955.049,95	R\$1.552.535,80	R\$248.731,42	R\$1.478.338,45	R\$3.279.605,68
36662	22,437	254,62	R\$ 2.085.230,05	R\$1.655.913,86	R\$265.293,59	R\$1.501.691,40	R\$3.422.898,85
37242	22,792	267,35	R\$ 2.224.078,40	R\$1.766.175,51	R\$282.958,59	R\$1.525.413,24	R\$3.574.547,34
37830	23,152	248,43	R\$ 2.099.373,19	R\$1.499.279,11	R\$301.799,83	R\$1.549.509,81	R\$3.350.588,76
38427	23,518	260,86	R\$ 2.239.163,28	R\$1.599.110,99	R\$321.895,65	R\$1.573.987,03	R\$3.494.993,67
39034	23,889	273,90	R\$ 2.388.261,52	R\$1.705.590,33	R\$343.329,59	R\$1.598.850,90	R\$3.647.770,82
39651	24,266	287,59	R\$ 2.547.287,70	R\$1.819.159,77	R\$366.190,73	R\$1.624.107,55	R\$3.809.458,05
40277	24,650	301,97	R\$ 2.716.902,89	R\$1.940.291,41	R\$390.574,12	R\$1.649.763,17	R\$3.980.628,70
40914	25,039	317,07	R\$ 2.897.812,18	R\$2.069.488,79	R\$416.581,12	R\$1.675.824,06	R\$4.161.893,98
41560	25,435	332,93	R\$ 3.090.767,60	R\$2.207.288,99	R\$444.319,84	R\$1.702.296,63	R\$4.353.905,46
42216	25,836	349,57	R\$ 3.296.571,27	R\$2.354.264,82	R\$178.610,03	R\$1.729.187,39	R\$48.861.626,69
			R\$41.797.268,12	R\$31.247.615,83	R\$5.335.171,18	R\$1.729.187,39	R\$48.861.626,69

RESUMO DE CUSTOS			
Cachoeira de Goiás			
Solução Individual		Solução Consorciada	
Implantação	R\$ 520.821,41	Implantação	R\$ 66.077,50
Operação	R\$ 18.778.122,07	Operação	R\$ 1.101.833,04
Total	R\$ 19.298.943,48	Transporte	R\$ 5.076.694,86
		Total	R\$ 6.244.605,39
Turvânia			
Solução Individual		Solução Consorciada	
Implantação	R\$ 752.081,14	Implantação	R\$ 174.598,38
Operação	R\$ 26.054.366,38	Operação	R\$ 3.033.189,07
Total	R\$ 26.806.447,52	Transporte	R\$ 9.346.420,14
		Total	R\$ 12.554.207,59
Firminópolis			
Solução Individual		Solução Consorciada	
Implantação	R\$ 1.031.227,01	Implantação	R\$ 416.904,66
Operação	R\$ 30.693.840,65	Operação	R\$ 7.714.859,31
Total	R\$ 31.725.067,66	Transporte	R\$ 7.408.543,50
		Total	R\$ 15.540.307,46
São Luiz de Montes Belos			
Solução Individual		Solução Consorciada	
Implantação	R\$ 1.729.187,39	Implantação	R\$ 1.459.424,02
Operação	R\$ 41.797.268,12	Operação	R\$ 31.247.615,83
Total	R\$ 43.526.455,51	Transporte	R\$ 5.335.171,18
		Total	R\$ 38.042.211,03
Consórcio			
Implantação		Operação	Total
R\$ 2.117.004,56		R\$ 70.264.326,91	R\$ 72.381.331,47

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Ewerton Dias Mariano do Curso de engenharia Civil, matrícula 2015.2.0025.0812-3, telefone:(67) 984731078, e-mail ewerton.dm3@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Análise de viabilidade econômica para instalação e operação de aterro sanitário consorciado entre municípios, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 16 de dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): Ewerton Dias Mariano

Nome completo do autor: Ewerton Dias Mariano

Assinatura do professor-orientador: Anselmo Claudino de Sousa

Nome completo do professor-orientador: Anselmo Claudino de Sousa

RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Vanessa Gonçalves dos Santos do Curso de engenharia Civil, matrícula 2015.2.0025.0848-4, telefone:(62) 996482440, e-mail vanessagoncalves192@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Análise de viabilidade econômica para instalação e operação de aterro sanitário consorciado entre municípios, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 16 de dezembro de 2020.

Assinatura do(s) autor(es): _____

Vanessa G. dos Santos

Nome completo do autor: Vanessa Gonçalves dos Santos

Assinatura do professor-orientador: _____

Anselmo

Nome completo do professor-orientador: Anselmo Claudino de Sousa