

CÓDIGO 224 - ANÁLISE DO SISTEMA DE TRATAMENTO DO RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO DE RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Igor Rodrigues Gonçalves⁽¹⁾

Graduando Engenharia Ambiental, Universidade de Brasília. Ingresso na Faculdade de Tecnologia em 2/2014 integrou projeto de extensão da engenharia ambiental em 2015-2016. Em 2018 iniciou Iniciação Científica na temática resíduos sólidos.

Francisco Javier Contreras Pineda⁽²⁾

Docente Ph.D, Universidade de Brasília

Victor Alexander O. Silva⁽³⁾

Discente mestrado, Universidade de Brasília

Endereço⁽¹⁾: Colônia Agrícola Samambaia chácara 147 casa 17 – Vicente Pires – Brasília – Distrito Federal – CEP: 72002-100 – Brasil – Tel: +55 (61) 98138-6723 e-mail: goncalves.igorr@gmail.com.

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo de comparação dos impactos ambientais no gerenciamento do resíduo sólido orgânico (RSO) proveniente do Restaurante Universitário campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília. Utilizando a metodologia Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), orientada pela norma NBR ABNT ISO 14040, é elaborado o Inventário do Ciclo de Vida (ICV) e a Avaliação dos Impactos do Ciclo de Vida (AICV) para dois cenários: cenário atual o qual corresponde no aterramento do RSO; e cenário alternativo, compostagem do RSO em área do campus. A metodologia da AICV utilizada é o CML 2001 ano base 2016 para a categoria de impacto Potencial de Aquecimento Global em 100 anos (GWP100). O trabalho deseja contribuir na análise de esquemas de tratamento de resíduos com perspectivas de alternativas para redução dos resíduos dispostos em aterro sanitário e os resultados apontaram enorme diferença para o tratamento de mesma quantidade de resíduo, sendo a tecnologia de aterramento mais impactante para a categoria analisada.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo Sólido Orgânico, Avaliação Ciclo de Vida, Inventário Ciclo de Vida.

1. INTRODUÇÃO

Com a prosperidade populacional e técnico-científica da humanidade, principalmente a partir da segunda metade do século XX, houve acréscimo na geração e complexidade dos resíduos. Com isto os impactos dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) expandiram significativamente e com o aumento dessa perturbação, a atenção por esse tema incitou estudos mais aprofundados sobre como diminuir os impactos de sua disposição final e aprimorar as estratégias de gestão.

A preocupação brasileira com a temática foi por muito tempo negligenciada sendo em 2007 estabelecidas as diretrizes nacionais para o saneamento básico com a Lei Federal Nº11.445 e, após anos de debate, foi definida a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) com a aprovação da Lei 12.305/2010 que instituiu uma nova ordem de prioridade na gestão e conceitos como Logística Reversa e Responsabilidade Compartilhada (BRASIL, 2010).

Um dos principais objetivos da PNRS é eliminar a grande participação da destinação final inadequada dos RSU, onde, em 2017, mais de 29 milhões de toneladas de resíduos foram destinados em lixões ou aterros controlados o que corresponde à 40,9% dos resíduos coletados (ABRELPE, 2017).

No Distrito Federal (DF) a adequação à PNRS ocorreu em 20 de janeiro de 2018, quando foram encerradas as atividades de recebimento de resíduos domiciliares e da coleta seletiva no Aterro Controlado do Jóquei, popularmente conhecido como Lixão da Estrutural. Para concretização desta vitória foi inaugurado em janeiro de 2017 o Aterro Sanitário de Brasília (ASB), o primeiro da capital federal. Segundo relatório do Serviço de Limpeza Urbana (SLU) após o fechamento do aterro controlado o ASB recebe em média 2.430 toneladas por dia (SLU, 2018).

Nesta nova fase outras problemáticas surgiram no DF, a disponibilidade de novas áreas para construção de locais adequados para destinação final dos RSU e estratégias para ampliar a vida útil do ASB são as principais. A principal ação é desfiar a quantidade de resíduo destinada ao aterramento, para tal foram adicionadas novas estruturas à gestão dos RSU, uma unidade de recebimento de entulho que funciona na localidade do antigo lixão, instalações de recuperação de resíduos operadas por cooperativa de catadores cadastrados e a aprovação da Lei dos Grandes Geradores de Resíduos Sólidos (Lei 5.610/2016).

O maior restaurante de Brasília é o Restaurante Universitário (RU) da Universidade de Brasília (UnB) localizado no campus Darcy Ribeiro na Asa Norte. Ele funciona todos os dias da semana fornecendo café da manhã, almoço e jantar e, para a população acadêmica de 50.703 pessoas. Em 2016 foram servidas 2.134.714 refeições, média de 5.949 refeições por dia (Anuário UnB, 2018). Desde 2016 ele é operado pela empresa Sanoli Alimentação.

Em pesquisas realizadas por Izabel Zaneti em 2015 e Victor Dutra em 2018 o número de refeições diárias média foram 7.629,23 e 8,683,43. Em novembro de 2015 o RU gerou 2.212,96 kg por dia e em abril de 2018 foram gerados 1.823,50 kg por dia.

Tamanho quantidade de resíduo orgânico possui como destino o aterramento, ferindo a ordem de prioridade estabelecida pela PNRS a qual estimula que somente os rejeitos devem chegar à disposição final ambientalmente adequada. A compostagem é um tratamento promissor para a fração orgânica dos RSU e contribui para a redução da carga orgânica do lixiviado e na diminuição da emissão de gases de efeito estufa (GOMES, 2015 *apud* DAI-PRÁ *et al* 2018).

O tratamento por compostagem também causa efeitos ao ambiente (RIBEIRO, 2017). Para avaliar os impactos ambientais na atual gestão dos RSO do RU e no sistema de compostagem, será utilizado neste trabalho a metodologia Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

A metodologia ACV estuda os aspectos ambientais através do ciclo de vida de um produto (ISO 14040, 2006). Ela possui padronização pela família ISO 14040 e é regulamentada no país por normas da ABNT. Sua aplicação envolve a compilação dos dados de entrada e saída, em energia e massa, nas diferentes fases do sistema de produto ou processo, desde a obtenção da matéria prima até a disposição final do produto, relacionando essas informações com impactos ambientais definidos.

Sua utilização é mais conhecida como ferramenta para analisar os impactos do ciclo de vida de um produto físico, mas sua metodologia também permite analisar os impactos do ciclo de vida de serviços como o gerenciamento de resíduos (Leme, 2010). Seguindo orientação da NBR ISO 14040, a ACV pode ser dividida em quatro etapas: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação.

Por quantificar dados de entrada e saídas nas diferentes etapas do serviço, a metodologia ACV colabora na promoção de uma visão geral do gerenciamento dos resíduos e pode ser usada como elemento à tomada de decisão e na compreensão dos impactos. Os cenários trabalhados neste trabalho são o tratamento de RSO por aterramento e a compostagem em leiras estáticas.

2. OBJETIVOS

Este trabalho possui como objetivo geral avaliar e comparar os impactos ambientais na disposição final dos Resíduos Sólidos Orgânicos do Restaurante Universitário localizado no campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília pelas tecnologias de aterramento e compostagem.

Para tal, será utilizada a ferramenta Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e, para efetivar o objetivo geral definido, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos: diagnóstico do atual estado de geração do RSO no restaurante; diagnóstico da atual disposição final dos RSO; realizar Inventário do Ciclo de Vida (ICV) do sistema analisado; realizar a Avaliação dos Impactos do Ciclo de Vida (AICV).

3. METODOLOGIA UTILIZADA

O produto analisado neste trabalho é o serviço de tratamento do resíduo orgânico produzido pelo Restaurante Universitário (RU) da Universidade de Brasília. O primeiro passo para essa análise é a caracterização do RSO, principalmente sua origem e quantidade.

Em abril de 2018 foi realizada caracterização da parcela orgânica dos resíduos gerados pelo RU. Em estudo de Victor Dutra o qual avaliou a potencialidade do RSO para Digestão Anaeróbia, para tal, realizou amostragem de uma semana consecutiva (DUTRA, 2018). Além destes dados, em 2015 o Núcleo de Sustentabilidade, sob coordenação da professora Izabel Zaneti, também efetuou levantamentos para quantificar a geração de RSO do RU. O anuário estatístico da UnB referente às atividades de 2017 é utilizado para maior compreensão da quantidade de refeições servidas pelo RU.

Em contato com a empresa Sanoli, que gerencia o RU, foi realizada perguntas para a empresa Trash Ambiental sobre o gerenciamento do resíduo orgânico coletado. Foi constatado que um caminhão compactador de 19 m³ realiza coleta diária do RSO o qual é transportado para o Aterro Sanitário de Brasília (ASB) ou para o Aterro Sanitário Ouro Verde localizado no município de Padre Bernardo, Goiás. Neste trabalho é considerado que todo o RSO coletado pela empresa tem como destinação final o ASB.

A quantificação e interpretação dos potenciais impactos ambientais associados ao sistema de gerenciamento dos RSO do restaurante é realizada através da metodologia Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). A técnica ACV avalia os impactos ambientais mediante a compilação de um inventário de entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida, desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição (ABNT, 2001).

O enfoque desta ferramenta é sobre a função do produto ou sistema analisado. Por isso é possível comparar serviços ou produtos que possuem ciclo de vida totalmente diferentes, se garantido que ambos realizam a mesma função (LEME, 2010). É o caso da comparação do serviço da disposição em aterro sanitário e compostagem, que possuem mecanismos diferentes mas exercem a mesma função: destinação final de resíduo sólido orgânico. A Figura 1 abaixo apresenta as fases da metodologia ACV.

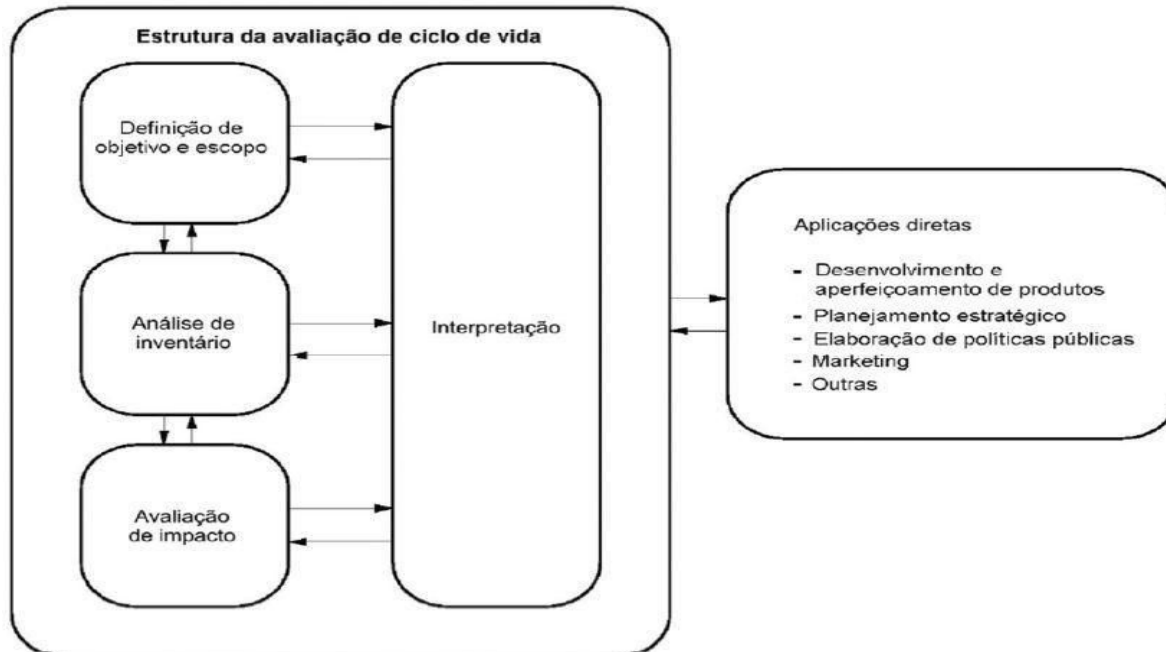


Figura 1: Fases de uma ACV (ABNT, 2001).

A primeira etapa é a definição do objetivo e escopo do estudo, onde é realizada a descrição do produto, aplicação pretendida, razões para conduzir o produto e o público-alvo. Nesta etapa é descrita a Unidade Funcional (UF) do sistema e os limites de análise. Pela norma, um escopo bem definido assegura que a extensão, profundidade e o grau de detalhe do estudo sejam compatíveis e suficientes para atender o objetivo estabelecido.

A segunda etapa é a elaboração do Inventário do Ciclo de Vida (ICV), que está relacionado ao objetivo e escopo definido e por isso é um processo interativo. Conforme dados vão sendo coletados, melhor o sistema é compreendido acarretando na identificação de novos requisitos e limitações, sendo capaz provocar mudanças nos procedimentos de coleta de dados a fim de atingir os objetivos definidos (FINNVEDEN *et al.*, 2009 *apud* SILVA, 2018).

Ao final desta etapa, é fornecido um catálogo qualitativo e quantitativo para cada unidade de processo incluída no limite do sistema, que inclui os insumos e produtos da entrada e saída do sistema e quantificação da liberação de substâncias para o ar, sempre em relação a UF.

O transporte do RSO está no escopo da análise e, para identificar e quantificar os poluentes relacionados a esta atividade, são utilizados os dados do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2014). Para dimensionamento da rota de operação de coleta do RSO é utilizado o aplicativo gratuito de geoposicionamento.

No cenário atual é considerado as emissões provenientes da garagem da empresa Trash Ambiental até o RU e do RU até o ASB o qual é realizado por um caminhão compactador de 19m³. No cenário alternativo é examinado a rota da garagem da UnB até o RU e do RU até o local onde ocorre atualmente ocorre compostagem verde, a Prefeitura da UnB, sendo utilizado veículo comercial leve diesel semelhante aos que a universidade possui.

A compostagem de podas, corte de gramas e folhas é definida pela prefeitura como compostagem verde (Prefeitura UnB, 2019) a qual possui um triturador com 15 cavalo-vapor de potência. A utilização do triturador será considerada para o processo de compostagem do RSO e, para as emissões devido o uso da energia

elétrica, é utilizado o Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (BRASIL, 2018). Para quantificação da massa de poda utilizada na compostagem e o volume da leira é utilizada a metodologia elaborada por Almeida, Araújo e Basso (ARAÚJO, ALMEIDA, BASSO, 2015), adotando relação carbono nitrogênio igual a 70 C/N e massa específica média da poda igual 500kg/m³.

O processo de compostagem emite gases, para quantificação dessas emissões é utilizado o ICV elaborado por Evelin Ribeiro (RODRIGUES, 2017). Por possuírem UF diferentes o ICV foi adaptado para este estudo. Por ser biogênica, a emissão de gás carbônico não é contabilizada na categoria de impacto aquecimento global (IGES, 2006; SAER *et al*, 2013 *apud* RODRIGUES, 2017).

As emissões para o ar consideradas na operação da tecnologia de aterramento neste trabalho são: durante aplicação de material de cobertura; energia elétrica para funcionamento de instalações administrativas e queima do biogás produzido no aterro em flyers. Para quantificação desses poluentes é utilizado o ICV elaborado por Leme. Sua metodologia quantifica a utilização de diesel e eletricidade para aterramento de 1 tonelada de RSU igual 0,293 litro e 0,618 kW/hora (LEME, 2010). Para a quantificação do potencial de geração de metano no biogás é utilizada a metodologia sugerida pelo IPCC (1996):

$$Lo = FMC \cdot COD \cdot CODf \cdot F \cdot 16/12 \quad (\text{Equação 1})$$

Lo representa o potencial de geração de metano do resíduo [m³ biogás/kg RSU]; FCM o fator de correção do metano [%] considerado neste trabalho igual a 1; COD é a fração de carbono degradável [kg C/kg RSU], o qual neste trabalho foi considerado somente a participação de resíduo orgânico que possui valor C igual a 15; CODf a indica a fração de carbono que é disponível para a decomposição bioquímica, o qual foi dimensionado utilizando temperatura na zona anaeróbia igual a 35°C; F é fração de metano no biogás, utilizada a mesma de Leme, F igual a 64%; e a fração 16/12 representa a conversão de carbono (C) para metano (CH₄). É considerada a densidade do metano igual 0,656 kg/m³.

Os gases considerados para elaboração do ICV neste trabalho são: o monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O).

Em geral, o catálogo do ICV não apresenta informações interessantes em si, mas seus potenciais impactos ambientais são, então, para melhor compreensão e caracterização desde impactos, utiliza-se a Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV) (SILVA, 2018). Esta é a terceira etapa da ACV onde é realizada a análise da significância dos impactos ambientais potenciais oferecidos no ICV.

Este processo envolve a associação de dados do inventário com impactos ambientais específicos e a tentativa de compreender estes impactos (ABNT, 2001). Ela pretende tornar os dados do inventário mais compreensíveis ao público-alvo, respondendo a questão: O que isto significa? (LEME, 2010).

O método de AICV utilizado foi o CML 2001 (base agosto 2016) que possui abordagem midpoint, que restringe a análise de impacto a estágios iniciais de causa-efeito, com o propósito de minimizar incertezas agrupando os resultados em categorias de impacto intermediários. A categoria de impacto escolhida foi Potencial de Aquecimento Global em 100 anos (GWP100).

4. RESULTADOS OBTIDOS

O Restaurante Universitário (RU) do Campus Darcy Ribeiro - UnB funciona durante todos os dias da semana e fornece as 3 principais refeições, portanto a geração de resíduos é diária e contínua (DUTRA, 2018). Em seu estudo foi realizado levantamento da geração de resíduos durante uma semana contínua de abril. Na Tabela 1 é apresentado a geração de RSO oriunda do preparo dos alimentos, do descarte dos refeitórios e de sobra do restaurante. Durante o final de semana a geração diminui consideravelmente devido ao menor número de refeições servidas.

Tabela 1: Geração RSO do Restaurante Universitário

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo	Média
Total (Kg)	2.131,7	2.214,7	2.597,6	2.448,7	2.025,0	883,8	463,0	1.823,5

Fonte: Dutra (2018)

Dutra referência a pesquisa de Zaneti em 2015, que quantifica a geração de RSO no restaurante em novembro em 2.212,96 kg por dia. A média destas duas sondagens é 2.018,2 kg por dia. Esses dados embasaram a definição da UF igual a uma tonelada por dia com período e análise de um ano e produção diária de RSO igual duas toneladas, que, para um período de atividade de 365 dias produz 7,30E+05 toneladas por ano.

A Tabela 2 apresenta o dimensionamento do transporte de RSO para os dois cenários. A elaboração do ICV para atividade de transporte considerará o veículo do cenário atual como caminhão semipesado o qual possui desempenho de 3,4 km/L de diesel e para cenário alternativo veículo comercial leve diesel com desempenho de 5,6 km/L (BRASIL,2014).

Tabela 2: Dimensionamento transporte RSO

	Garagem - RU (km)	RU - Destino final (km)	Total (km)	Diesel por dia (litros)
Cenário atual	17,6	45,0	62,6	18,41
Cenário alternativo	1,4	0,9	2,3	0,41

A Figura 2 abaixo apresenta a fronteira do sistema analisado e quais os processos em cada cenário.

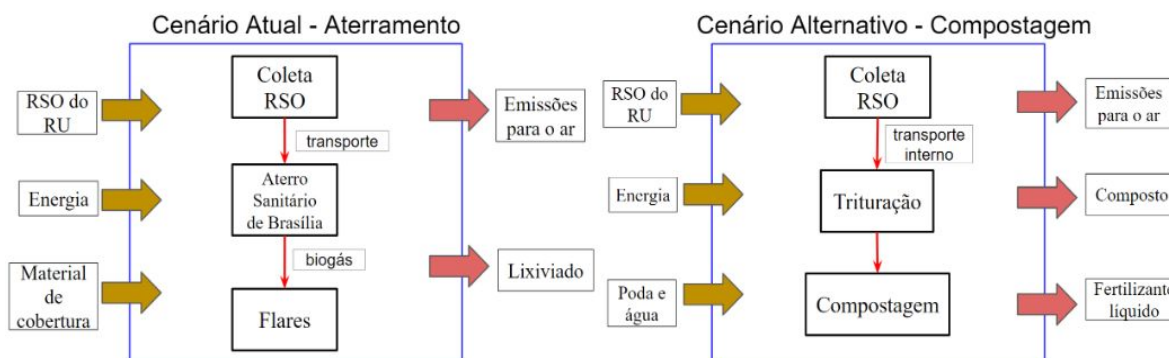


Figura 2: Fronteiras dos sistemas analisados

Para compostar uma tonelada de RSO por dia são necessários 350 quilos de poda o que corresponderá a um volume de diário de 1,59m³/dia. O modelo de triturador apresentado pode produzir de 3 a 5 m³ por hora, sendo necessário utilizar-lo por uma hora. O Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional apresenta que para

cada megawatt produzido pela matriz elétrica brasileira é liberado 104,4 kg de CO₂, então para a UF referida é liberado 1,15 kg de dióxido de carbono.

A quantidade de diesel utilizada pelo maquinário no processo de aterramento do RSO é de 2,93E-01 litros e a eletricidade igual 6,45E-02 MW para cada tonelada. Pela metodologia IPCC adotada, o potencial de geração de metano para uma tonelada de RSO é de 9,86E+03m³ e, com a adaptação do ICV de Evellin, a quantidade de metano produzido na pequena faixa anaeróbia da leira é de 2,57E+00m³ para compostagem de 1 tonelada.

A elaboração do ICV analisou as emissões para o ar em cada etapa dos processos de tratamento que estão no escopo da pesquisa sempre em relação à UF. A Tabela 3 e Tabela 4 apresentam os resultados de ICV e também apresenta a quantificação de emissão em CO₂ equivalente no período de um ano:

Tabela 3: ICV Cenário atual

Atividade	Aterramento				
Processos envolvidos	Transporte do RSO e Atividade no aterro sanitário				
ENTRADAS					
Insumos	diesel				
	material de cobertura				
	energia elétrica				
SAÍDA					
Produtos	lixiviado				
Emissão para o ar	Substância	Quantidade	Unidade	Equivalência CO ₂ (GWP100 - IPCC)	Kg CO ₂ eq (ano)
	CO (transporte)	1,72E-02	Kg	1,00E+00	6,28E+00
	CH ₄ (transporte)	3,76E-03	Kg	2,80E+01	3,84E+01
	CO ₂ (transporte)	1,88E-03	Kg	1,00E+00	5,46E+06
	N ₂ O (transporte)	4,79E+01	Kg	2,65E+02	5,67E+04
	CH ₄ (biogás)	9,86E+03	Kg	2,80E+01	3,14E+10
	CO ₂ (eletricidade)	6,45E-02	KgCO ₂ eq	1,00E+00	7,35E+03
	CH ₄ (diesel aterragem)	6,12E-01	Kg	2,80E+01	1,95E+06
	CO ₂ (diesel aterragem)	8,38E-01	Kg	1,00E+00	9,54E+04
	N ₂ O (diesel aterragem)	3,08E-05	Kg	2,65E+02	9,28E+02

Tabela 4: ICV Cenário alternativo

Atividade	Compostagem				
Processos envolvidos	Transporte do RSO e Atividade no pátio de compostagem				
ENTRADAS					
Insumos	diesel				
	água e poda				
	energia elétrica				
SAÍDA					
Produtos	composto				
Emissão para o ar	Substância	Quantidade	Unidade	Equivalência CO2 (GWP100 - IPCC)	Kg CO2eq (ano)
	CO (transporte)	2,76E-04	Kg	1,00E+00	1,01E-01
	N2O (transporte)	1,15E-05	Kg	2,65E+02	5,43E+02
	CO2 (transporte)	1,07E+00	Kg	1,00E+00	4,76E+04
	CH4 (transporte)	4,60E-05	Kg	2,80E+01	1,43E+01
	CH4 (operação)	2,57E+00	Kg	2,80E+01	8,19E+06
	N2O (operação)	1,54E-01	Kg	2,65E+02	4,65E+06
	CO2 (eletricidade)	1,15E+00	KgCO2eq	1,00E+00	1,31E+05

Ao aplicar a metodologia CML 2001 o indicador de categoria para Cenário atual é de 3,14E+07 toneladas de CO2 equivalente por ano e para o Cenário alternativo o indicador de categoria é de 1,30E+04 toneladas de CO2 equivalente por ano.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para os dois cenários a atividade que mais contribuiu para o impacto ambiental analisado foi a operação da tecnologia. No aterramento a participação do biogás para tratamento de 1 UF foi de 3,14E+07 toneladas de CO2 equivalente, o qual definiu a ordem de grandeza do impacto pois é muito superior às contribuições de transporte e utilização de eletricidade e diesel para operar o aterro.

Na compostagem o metano e o dióxido de nitrogênio liberados pela atividade de degradação na leira foram os principais contribuintes para a categoria de impacto, mas diferente da análise realizada no aterramento, a etapa de transporte e uso de eletricidade também contribuíram significativamente no impacto ambiental para operação da tecnologia de compostagem.

Comparando o impacto ambiental dos cenários, a tecnologia de aterramento foi duas mil vezes superior à utilização da tecnologia compostagem. Essa discrepância é ocasionada principalmente pela participação da emissão de metano pelo aterro e pela emissão do dióxido de carbono no transporte, que utiliza veículo mais pesado e maior distância.

6. CONCLUSÕES

O trabalho apresentou o desempenho ambiental da operação do tratamento de RSO produzido pelo Restaurante Universitário da Universidade de Brasília comparando dois cenários utilizando a metodologia Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

Os resultados apresentados pelo Inventário do Ciclo de Vida (ICV) e na Avaliação dos Impactos do Ciclo de Vida (AICV) demonstram que no cenário atual, baseado em aterramento do RSO produzido, há impacto ambiental muito superior ao cenário proposto, compostagem da totalidade do RSO produzido, para a categoria de impacto Potencial de Aquecimento Global em 100 anos.

Esse impacto demonstra que a tecnologia de aterramento, apesar de ser a alternativa mais popular para solucionar a problemática da destinação final dos RSU no Brasil, apresenta grande impacto ambiental. O princípio da não-geração demonstra ser a melhor solução, pois ao desviar a disposição de RSO do aterro, os impactos de transporte e operação diminuíram drasticamente. A estratégia de tratamento no interior da universidade é desafiadora mas não pode ser rejeitada.

Considerando determinadas falhas na metodologia ACV, observam-se limitações na análise desta pesquisa. Foram considerados apenas emissões para o ar em uma única categoria de impacto e não foram contabilizadas nem as emissões não controladas do aterro sanitário e nem o tratamento do lixiviado que é enviado para a Estação de Tratamento de Esgoto e ainda emite metano. A metodologia IPCC possui melhor significância quando aplicada no escopo de, no mínimo, 10 anos e, neste estudo, foi realizada para um ano. Consideraram atividades em 365 dias, mas, é sabido que nos períodos de férias da universidade a geração de RSO diária deve ser próxima à relatada nos finais de semana. Ainda que o RSO seja levado somente para o ASB, ele também pode ser levado para o Aterro Sanitário Ouro Verde, o que aumenta drasticamente a distância para disposição final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR 14040 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Abnt.Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001.
2. ARAÚJO, A. A. P. S; ALMEIDA, F. L; BASSO, L. A. (2015), Compostagem dos Resíduos dos Restaurantes Universitários e dos Resíduos de Poda na Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira. Projeto de Formatura, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
3. BRASIL, Empresa de Pesquisa Energética, Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2018 – Ano base 2017. Disponível em: <<http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>
4. BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013: Ano-base 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/emissoes-veiculares>>
5. DAI-PRÁ, L. B.; MORAES, C. A. A.; GOMES, L. P.; MARQUES, V. M. Avaliação de ciclo de vida (ACV) aplicada à gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) em aterros: Uma revisão. R. bras. Planej. Desenv., Curitiba, v. 7, n. 3, Edição Especial Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, p.341-352, ago. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd>>

6. DUTRA, V. (2018). Avaliação da Digestão Anaeróbia dos Resíduos Sólidos Orgânicos provenientes do Restaurante Universitário do campus Darcy Ribeiro - UnB. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
7. GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL, Serviço de Limpeza Urbana, Relatório de Atividades do SLU janeiro a setembro 2018 (2018). Disponível em: <<http://www.slu.df.gov.br/>>
8. IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report.
9. LEME, M. M. V. (2010), Avaliação das Opções Tecnológicas para geração de energia através dos Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo de Caso , 123p Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia - Universidade Federal de Itajubá).
10. RODRIGUES, E. R (2017), Aplicação Integrada de ACV E MCDA para a Tomada de Decisão do Sistema de Tratamento do Resíduo Orgânico dos Restaurantes Universitários da UNICAMP, 354p Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, na área de Saneamento e Ambiente, Universidade Estadual de Campinas), Campinas, SP.
11. UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Prefeitura da UnB, Coordenação de Parques e Jardins, Relatório Anual Ano Base 2018 (2019). Disponível em: <<http://www.prc.unb.br/index.php/banco-de-dados-cpj/165-artigos-cpj/827-documentacao-cpj>>
12. SILVA, V. A. O. (2018). Análise de alternativas para minimização de impactos no gerenciamento de resíduos sólidos urbanos – estudo de caso no Distrito Federal. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF.