



**NATÁLIA FRAZÃO REIMBERG**

**DETERMINAÇÃO E ANÁLISE DOS GASES DO EFEITO ESTUFA  
EM FUNÇÃO DO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

**INCONFIDENTES - MG**

**2016**

**NATÁLIA FRAZÃO REIMBERG**

**DETERMINAÇÃO E ANÁLISE DOS GASES DO EFEITO ESTUFA  
EM FUNÇÃO DO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do Curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do Título de Tecnóloga em Gestão Ambiental.

Orientadora: Profª. Esp. Thaís Aparecida Costa da Silva

**INCONFIDENTES - MG**

**2016**

**NATÁLIA FRAZÃO REIMBERG**

**DETERMINAÇÃO E ANÁLISE DOS GASES DO EFEITO ESTUFA  
EM FUNÇÃO DO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

**Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2016**

---

**Orientadora: Prof<sup>o</sup>. Esp. Thaís Aparecida Costa da Silva  
IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes**

---

**Graduada Letícia de Alcântara Moreira  
UNIFEI**

---

**Anelise Nascimento Pereira  
Gestora Ambiental pelo IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

## **DEDICATÓRIA**

*Filhos são como anjos que Deus coloca em nossas vidas para nos alegrar, eles nos ensinam a amar incondicionalmente, a dividir, a somar....., deixam a casa mais feliz, a família mais completa. Não tem coisa melhor do que ver um sorriso de um filho estampado no rosto. Melhor do que ter um filho é ter dois, dedico este trabalho aos meus filhos **Ruan e Raul**, que são a razão do meu viver, o motivo pelo qual busco crescer todos os dias.*

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada, por não deixar que eu desistisse, não foi fácil, mas como um ser tão bondoso, não me abandonou.

Quero agradecer a meu filho Ruan, o qual sacrifiquei muito durante minha longa jornada me ausentando perdendo um pouco dos melhores momentos de sua infância.

Agradeço também ao Paixão que sempre me apoiou, me ajudou a sempre buscar o melhor. E mesmo agora no final da jornada não acreditando que eu iria continuar não me deixou na mão. Obrigada, você é um marido incrível.

Não poderia deixar de fora a Laodicéia (Lao) que sempre me lembrava dos prazos para matrícula e sempre teve muita paciência resgatando minhas senhas, Lao sem você eu não teria conseguido.

Agradeço à minha cunhada que eu tanto amo Flaflu, que tentou me ajudar de todas as formas possíveis, sempre acreditando em mim, à minha mãe que me apoiou e sempre esteve ali, pronta para ajudar no que fosse preciso, às minhas irmãs e minha família que nunca deixaram de me encorajar.

Aos meus amigos de longa data do Hilton Reis (Anderson, Priscila, Thaty, Beto, Day, Gerusa e em especial a Vanessa quem tem me encorajado muito nos últimos dias).

Aos meus compadres Estefânia e Fabinho que não acreditaram no início que eu conseguiria terminar, isso me motivou mais ainda, sei o quanto querem meu bem e sabiam que utilizando a psicologia reversa iria me incentivar a concluir.

Gostaria de agradecer de forma muito especial à Anelise que sempre esteve me motivando e encorajando, fazendo-me acreditar que eu era capaz e também ao meu querido amigo Mamede que teve uma participação especial na conclusão do meu trabalho. Agradeço ao meu professor Luiz Flávio que sempre foi muito paciente com o meu jeito desesperado e maluco, que me deu várias ideias de trabalho inclusive esse.

E, por fim, agradeço a minha orientadora Thaís que se dedicou muito nesse trabalho, não tenho palavras pra expressar o quanto fiquei feliz por você me orientar, sem você eu não teria conseguido, o que você fez por mim ninguém faria, obrigada de coração por toda sua dedicação comprometimento e paciência tornando possível a conclusão dessa monografia. Obrigada à todos que de forma direta e indireta contribuíram para a conclusão desse trabalho.

Você nunca sabe a força que tem, até que a sua única alternativa é ser forte.

Johnny Depp

## RESUMO

O manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) tem sido um dos grandes vilões para a mudança das temperaturas na atmosfera, isso se dá, devido ao fato de que a destinação e disposição final inadequada dos resíduos sólidos geram uma quantidade considerável de Gases do Efeito Estufa (GEE's). O presente estudo teve como objetivo determinar e analisar a emissão de GEE's em função do manejo de RSU no município de Inconfidentes – MG. A destinação final atual dos resíduos sólidos urbanos do município se dá por meio de Lixão de acordo com os dados fornecidos pela FEAM (2012). O presente estudo realizou um levantamento da emissão de gases de efeito estufa através de uma planilha Excel<sup>®</sup> Microsoft<sup>®</sup> Office intitulada Planilha para Cálculo da Emissão de Gases de Efeito Estufa de Resíduos Sólidos (PEGGEE). Para análise foram considerados os dados de composição gravimétrica apresentados no estudo de (Silva, 2015) e simulados dois cenários de gerenciamento dos RSU. Para todos os parâmetros analisados a partir da PEGGEE, o Cenário 2 apresentou os melhores resultados em relação ao Cenário Referência e o Cenário 1, com exceção das emissões em relação ao transporte, que não houve diferença entre o Cenário 1 e 2, mas houve aumento em relação ao Cenário Referência. Apesar do Cenário 2 ter se destacado quando comparados com os demais cenários, pode-se considerar que a adoção do manejo proposto no Cenário 1 também pode ser uma boa alternativa para o manejo de RSU do município.

**Palavras-chave:** Destinação. Disposição final. Manejo.

## ABSTRACT

Management of Urban Solid Waste (RSU\*) has been one of the great villains to change the temperature in the atmosphere, this is because the destination and final disposal of solid waste it is inadequate generating a considerable amount of Greenhouse Gases (GEE's\*). This study had as objective, determine and analyze the emission of Greenhouse Gases as a result the management of urban solid residues in the city called, Inconfidentes, in the state of Minas Gerais, Brazil. The current final disposal of county solid waste of the city is in the big garbage dump ( in Brazil, a place away from the city, on the edge of a road where waste is played outdoors, without any separation or treatment), according to information provided by FEAM\*(State Environmental Foundation) in 2012. This study made a survey of the emission of Greenhouse Gases through a Microsoft Office Excell spreadsheet called, Spreadsheet to Calculate the Emission of Greenhouse Gases from Solid Residues (PEGGEE\*). For the analysis were considered the gravimetric composition information presented in the study (Silva\* 2015) and simulated two management situations of Urban Solid Waste (RSU\*). For all parameters analyzed from the PEGEE\*, the Situation 2 showed the best results in relation to the Situation-Reference and the Situacion 1, with the exception of emissions in relation to transport, that there was not difference between the Situation 1 and 2, but there was an increase compared with the Situation-Reference. Despite the Situation 2 have highlighted when compared with other situations, it can be considered that the use of the proposed management in Situation 1, it can also be a good alternative for the management of Urban Solid Waste (RSU\*) of the county.

**Key words:** Destination; Final disposition; Management.

\*All used abbreviations are in Portuguese.



## LISTA DE ABREVIACÕES

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ADA – Área Diretamente Afetada
- AID – Área de Influência Direta
- AII – Área de Influência Indireta
- CH<sub>4</sub> – Metano
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- COPAM – Secretaria de Estado e Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
- CO<sub>2</sub>- Dióxido de Carbono
- CO<sub>2</sub>eq – Dióxido de Carbono Equivalente
- FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente
- GEE – Gases de Efeito Estufa
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
- ISWA - International Solid Waste Association
- NBR – Norma Brasileira
- PEGGEE – Planilha para Calculo da Emissão de Gases de Efeito Estufa de Resíduos Sólidos
- PIB – Produto Interno Bruto
- PNMC - Política Nacional sobre a Mudança do Clima
- RS – Resíduos Sólidos
- RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
- UNEP - United Nations Environment Programme
- WARM - Waste Reduction Model

# SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
LISTA DE ABREVIACÕES .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS .....	3
2.2. RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL .....	4
2.3. LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL .....	5
2.4. DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	6
2.4.1. Coleta seletiva .....	6
2.4.2. Reciclagem .....	7
2.4.3. Compostagem .....	7
2.4.4. Incineração .....	7
2.5. DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	7
2.5.1. Lixão .....	8
2.5.2. Aterro controlado.....	8
2.5.3. Aterro sanitário .....	9
2.6. IMPACTOS AMBIENTAIS DA DESTINAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL INADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	10
2.7. RESÍDUOS SÓLIDOS E A EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA .....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
5. CONCLUSÃO .....	20
6. REFERÊNCIAS.....	21

## 1. INTRODUÇÃO

O homem vem explorando os recursos naturais de forma agressiva, processo esse que se intensificou a partir da Revolução Industrial, pois iniciou-se a necessidade de uma grande expansão na produção de novos produtos. Assim, era preciso atender à uma população cada vez mais exigente, e ainda acompanhar o avanço populacional, haja visto que a cada dia o crescimento tende a ser mais desordenado.

De acordo com a Assessoria de Imprensa da Ocepar (2010) o poder de compra da população é o maior em 14 anos, o que conseqüentemente influencia nos impactos gerados ao meio, principalmente no que se refere a geração de resíduos sólidos.

Os fatores de exploração dos recursos se intensificam nos últimos anos, causando impactos negativos na litosfera através da deposição de sedimentos, assoreamentos, incêndios, entre outros, na biosfera haja visto que a exploração ocasionará a perda de habitat, causando a extinção de espécies, e por fim impactos na hidrosfera através da contaminação das mananciais.

Além dos impactos negativos supracitados acima que ocorrem com a exploração de recursos, pode-se considerar que a disposição final dos resíduos sólidos urbanos leva a sérios problemas ambientais, como a contaminação da hidrosfera ocorre quando a matéria orgânica se decompõe e produz um líquido conhecido como chorume, este percolado tem alto nível de contaminação, podendo alterar as propriedades física e química dos solos e lençol freático.

Os problemas relacionados à disposição inadequada dos resíduos são observados em diversos ambientes, a poluição paisagística é gritante, sem falar no investimento dos municípios no processo de limpeza das cidades. Vale ressaltar que os impactos negativos sobre a atmosfera também acontecem, uma vez que os resíduos dispostos de forma inadequada geram gases que intensificam o efeito estufa.

Alguns pesquisadores como Monte Hieb e Harrison Hieb citado por Molion (2008) defendem a ideia que mais de 97% das emissões de CO<sub>2</sub> são provenientes de forma natural, do homem, ou seja, são emissões provenientes dos oceanos, solos e vegetação. O presente trabalho segue a linha de pesquisa de muitos estudos que defendem a ideia de que o CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> são os principais vilões do aquecimento global, sendo um dos principais GEE, cabe ainda dizer que é intensificado sua geração a cada ano, através da queima de combustíveis fósseis, disposição final de resíduos sólidos de forma inadequada, mudança do uso da terra, entre outros.

Diante dessa problemática, e da necessidade de adequação na PNRS e PNMC podemos encontrar diversos estudos buscando uma melhor forma de gestão, O presente estudo realizou um levantamento da emissão de gases de efeito estufa através de uma planilha Excell<sup>®</sup> Microsoft<sup>®</sup> Office intitulada Planilha para Cálculo da Emissão de Gases de Efeito Estufa de Resíduos Sólidos (PEGGEE), uma adaptação da planilha Warm<sup>®</sup>, desenvolvida para identificar de forma quantitativa a geração de GEE.

O presente estudo identifica de forma quantitativa as emissões GEE diante da forma de disposição final dos RSU no município de Inconfidentes MG a fim de mostrar ao Poder Público a necessidade de um plano de gestão, uma vez que a cada dia se evidencia mais o aquecimento global, devido as emissões de elementos químicos na atmosfera.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo determinar e analisar a emissão de GEE's em função do manejo de RSU no município de Inconfidentes – MG.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1.RESÍDUOS SÓLIDOS**

A extração de recursos naturais se faz necessário para a obtenção de um produto a fim de atender a demanda para subsistência do homem e suprir o consumismo de uma população cada vez mais exigente. De acordo com (PEREIRA; HORN, 2009), após a segunda guerra mundial foi preciso uma fórmula para impulsionar a economia, idealizou-se que o consumo fosse uma forma de vida, que a compra e o uso de bens fossem um ritual; que a satisfação espiritual e a satisfação do ego fossem buscadas no consumo; que as coisas, fossem consumidas, destruídas e descartadas em um ritmo cada vez maior. E como consequência do consumo, se gera um subproduto que é conhecido como resíduos sólidos, popularmente chamado de “lixo”.

O termo resíduo é bastante confundido com o termo rejeito, pois estas nomenclaturas adquirem uma conotação de que são algo inúteis ou inservíveis. Na verdade, resíduo é algo aproveitável, ou seja, aquilo que é passível de uso após o consumo do produto que o deu origem, já o termo rejeito pode ser definido como materiais que não podem ser aproveitados devido as suas características (REIS FERNANDES, 2010).

Os resíduos podem ser classificados de diversas formas, quanto a sua natureza física, por sua composição química e por fim e o mais importante pelos riscos potencialmente ambientais, que são muito bem descritos na Norma Brasileira NBR

10.004 de 2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT. Segue abaixo, O Quadro 1, mostrando a classificação do RS quanto ao seu possível dano ambiental.

Quadro 1. Classificação RS quanto ao seu possível dano ambiental ABNT 10.004/2004.

<b>CLASSE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>I</b> <b>Perigosos</b>	São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;
<b>IIA</b> <b>Não</b> <b>Inertes</b>	São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I – Perigosos – ou Classe II -B – Inertes;
<b>II B</b> <b>Inertes</b>	São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente.

Fonte: ABNT 10.004/2004

Os resíduos podem ser caracterizados de acordo com sua natureza ou origem, como já mencionada, podendo ser dividido em cinco classes, sendo elas: Resíduo doméstico ou residencial; Resíduo comercial; Resíduo público; Resíduo domiciliar especial, podendo ser entulho de obras (resíduos de construção civil), pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus; e Resíduos de fontes especiais, conhecidos como resíduo industrial, radioativo, de portos aeroportos e terminais rodo ferroviários, resíduos agrícolas e resíduos de serviço de saúde (ABNT, 2004).

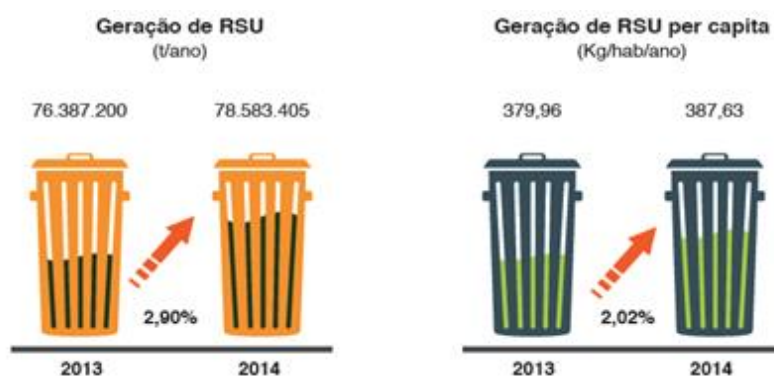
## 2.2.RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Foi publicado um estudo recente pela ISWA (International Solid Waste Association) e UNEP ( United Nations Environment Programme) que mostra que um país desenvolvido com um PIB per capita em torno de US\$ 10 mil/ano, apresentam dados sobre resíduos indicando que praticamente 100% dos resíduos gerados são coletados e 96% é destinado em local adequado. Já no Brasil, 42% dos resíduos estão dispostos em locais inapropriados. Pode-se considerar ainda, o fato de que apesar do

Brasil gerar como um país desenvolvido a sua coleta equipara-se à países subdesenvolvidos com PIB per capita de US\$ 1.000 por ano, o Brasil gera resíduos como país de primeiro mundo, mas o tratamento ainda é de um país subdesenvolvido (SEGS, 2016).

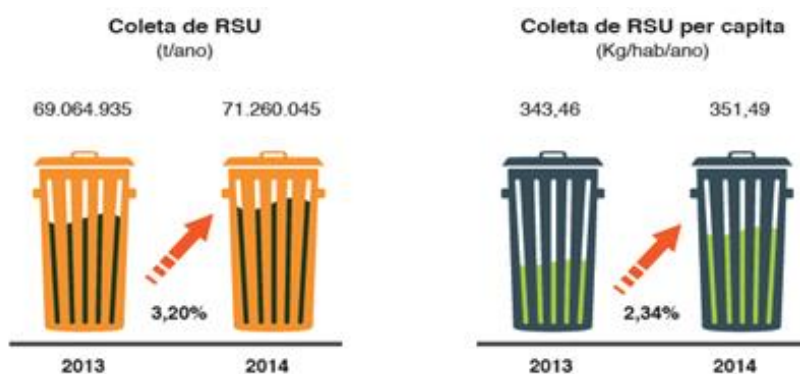
Nas Figuras 1 e 2 a seguir, pode-se observar os dados sobre a geração e coleta dos resíduos sólidos urbanos no Brasil segundo o Panorama Nacional de Resíduos Sólidos.

Figura 1 - Geração de RSU.



Fonte: ABRELPE,2014.

Figura 2 - Coleta de RSU no Brasil.



Fonte: ABRELPE, 2014.

### 2.3.LEGISLAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

Em vigor desde 2010, a Lei 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos é um importante instrumento na gestão de resíduos urbanos, pois, dentre tantos objetivos que a lei dispõe como: Obrigatoriedade da logística reversa para materiais

como: embalagens de agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes seus resíduos e embalagens, lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, produtos eletroeletrônicos e seus componentes; Fim dos Lixões; Implantação de coleta seletiva nos municípios; e Melhoria da qualidade de vida das pessoas. (BRASIL, 2009)

Em Minas Gerais, tem-se a Política Estadual de Resíduos Sólidos, lei 18.031/09, a qual apresenta uma estrutura semelhante à PNRS apresentando objetivos que caminham junto para o êxito da adequação à Lei 12.305/2010 tem como princípio a não geração, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final dos resíduos de forma esta que seja de caráter positivo, contribuindo assim com o meio ambiente. Objetivos da Política Estadual de Resíduos Sólidos: Fomento ao tratamento dos resíduos sólidos; Proteção do meio ambiente: contaminação subterrânea; Saúde Pública: lixões; Inclusão social: associações de catadores; Regionalização: consórcios intermunicipais; Desenvolvimento tecnológico: novas alternativas e aproveitamento energético. (BRASIL,2010)

## 2.4.DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Existem várias alternativas de destinação final de resíduos sólidos urbanos. A seguir serão apresentadas algumas alternativas comuns para destinação de RSU no Brasil.

### 2.4.1. Coleta seletiva

A Política nacional de Resíduos, Lei Federal nº12.305/2010 classifica coleta seletiva da seguinte forma:

**Coleta seletiva formal:** coleta regular de resíduos realizada ou apoiada pela administração municipal por meio de organizações tais como cooperativas ou associação de catadores.

**Coleta seletiva informal:** coleta de resíduo realizada por catadores autônomos dispersos pela cidade cuja quantidade não é contabilizada pelos órgãos municipais. Geralmente, esses resíduos são vendidos para os sucateiros que comercializam diretamente com as indústrias.



#### 2.4.2. Reciclagem

A reciclagem pode ser dividida em: reciclagem pré- consumo, definida como a reciclagem dos resíduos no processo produtivo, e a reciclagem pós-consumo definida como a reciclagem dos resíduos decorrentes da utilização de um bem (CONAMA, 1986).

De acordo com Cornieri e Fracalanza (2010) citado por Morais e Santos (2014) defendem a ideia de que a reciclagem não é uma "solução mágica" para os problemas com o lixo, ela só funcionará se for inserida numa gestão integrada de RS. E deixar de produzir o lixo é mais importante do que reciclá-lo. A reciclagem é mais uma das soluções integradas e não uma única solução isolada.

#### 2.4.3. Compostagem

O processo de compostagem é um método de tratamento que envolve a conversão biológica da matéria orgânica e tem como produto final o composto orgânico, um material rico em húmus e nutrientes minerais que pode ser utilizado em paisagismos, na recuperação de áreas degradadas, entre outros (FEAM, 2013).

#### 2.4.4. Incineração

A incineração de resíduos consiste na sua combustão, controlada através de equipamentos especiais denominados incineradores; ela é considerada um método de tratamento de resíduos sólidos, semi sólidos e líquidos (SCHALCH et al., 2002).

### 2.5. DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os RSU podem ser dispostos de três maneiras diferentes (lixão, aterro controlado e aterro sanitário), essa forma de disposição vai variar de acordo com cada município. Os municípios que ainda não se adequaram a legislação precisam se adequar e dispor dos seus resíduos de maneira adequada. O prazo para o fim dos lixões era até o

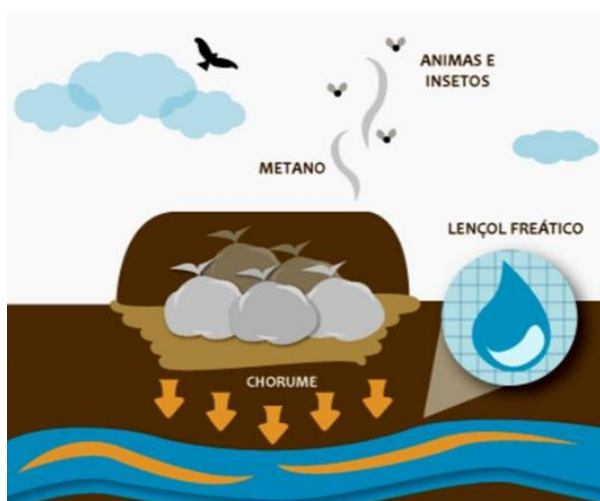
ano de 2014, porém uma Medida Provisória 651/14 aprovado no Plenário da Câmara dos Deputados, amplia até 2018. Segue abaixo a caracterização de cada tipo de disposição final.

### 2.5.1. Lixão

De acordo com a FEAM (2013), o lixão é uma forma de disposição final inadequada dos RSU, os quais são lançados a céu aberto sem nenhum critério técnico, não adotando as medidas necessárias para proteger a saúde pública e o meio ambiente.

Abaixo na figura 3 pode-se observar que não há controle do chorume, onde o mesmo infiltra com facilidade no solo contaminando solo e lençol freático, há presença de animais, pois os resíduos não possuem nenhuma cobertura.

Figura 3 – Ilustração de um lixão.



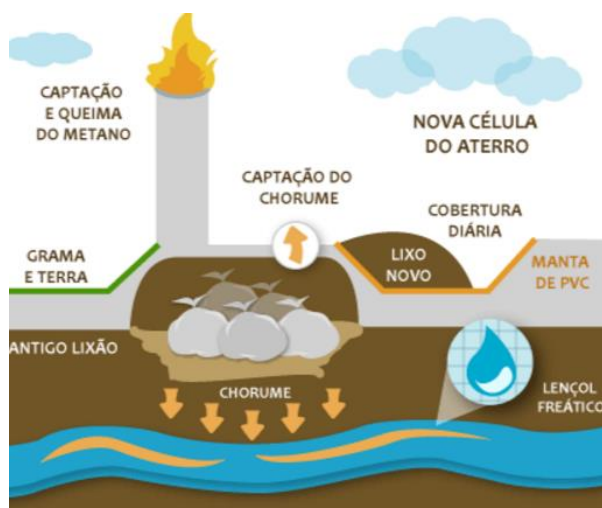
Fonte: [www.ecodesenvolvimento.org](http://www.ecodesenvolvimento.org) citado Morais e Santos (2014).

### 2.5.2. Aterro controlado

Forma considerada paliativa de disposição final dos RSU, que atende aos requisitos mínimos da Deliberação Normativa COPAM nº 52/2001, alterada pela Deliberação Normativa COPAM nº 118/2008, até que seja implementado um sistema adequado de tratamento e/ou disposição final de RSU (FEAM, 2013).

Na figura 4 pode-se observar algumas melhorias em relação à figura anterior, nessa forma de disposição é feito uma cobertura de terra sobre os resíduos, impedindo assim a presença de animais e insetos vetores de doenças. O correto é no aterro controlado haver a captação do chorume.

Figura 4 - Modelo esquemático de funcionamento e estrutura de um aterro controlado.



Fonte: [www.ecodesenvolvimento.org](http://www.ecodesenvolvimento.org) citado Morais e Santos (2014)

### 2.5.3. Aterro sanitário

Forma de disposição final adequada. De acordo com (NBR 8419:1992) citado por FEAM (2013) O Aterro Sanitário é uma forma de disposição final de RSU no solo, sem causar dano à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, este método utiliza princípios de engenharia para confinar os RS na menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada trabalho ou intervalos menores, se necessário.

Na figura 4, pode-se observar que todos os cuidados estão sendo tomados para minimizar os impactos da disposição final dos resíduos sólidos urbanos, os resíduos são dispostos em cima de uma manta de PVC e Argila, impedindo assim a contaminação do solo e água. Os resíduos são cobertos diariamente e possuem captação e tratamento do chorume.

Figura 4 - Modelo esquemático de funcionamento e estrutura de um aterro sanitário.



Fonte: [www.ecodesenvolvimento.org](http://www.ecodesenvolvimento.org) citado Moraes e Santos (2014)

## 2.6. IMPACTOS AMBIENTAIS DA DESTINAÇÃO E DISPOSIÇÃO FINAL INADEQUADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Impactos ambientais podem ser definidos conforme Resolução (CONAMA, 1986) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Os resíduos quando acumulados e dispostos de forma incorreta, em especial os lixões, são atrativos não somente para insetos, mas também, para o próprio homem, levando-o a uma vida de nível degradante, parte da população vive em áreas deficientes em infraestrutura de saneamento, moradia e saúde, expondo esse segmento a condições ambientais críticas (MORAIS; SANTOS, 2014).

Estudos têm indicado que áreas próximas a aterros apresentam níveis elevados de compostos orgânicos e metais pesados, e que populações residentes nas

proximidades desses locais apresentam níveis elevados desses compostos no sangue. (GOUVEIA, 2012).

Abaixo no quadro 2, pode-se observar vários vetores transmissores de doenças e a forma que as transmite.

Quadro 2. Doenças relacionadas ao acúmulo e disposição final inadequada dos RS.

<b>Vetores</b>	<b>Formas de transmissão</b>	<b>Principais doenças</b>
Ratos	Mordida, urina, e fezes: fezes e saliva	Peste bubônica: tifo murinho: leptospirose
Moscas	Por via mecânica (asas, patas e corpo); fezes	Febre tifoide: salmonose: cólera: amebíase: disenteria: giardiase
Mosquitos	Picada de fêmea	Malária: leishmaniose: febre amarela: dengue filariose
Baratas	Por via mecânica (asas, patas e corpo); fezes	Febre tifoide: cólera: giardiase
Suíños	Pela ingestão de carne contaminada	Cisticercose: toxoplasmose: triqueninelose: teníase
Aves	Fezes	toxoplasmose

Fonte: Barros et al. (1995) apud Ribeiro e Rook (2010) citado por Moraes e Santos (2014).

Acrescenta-se ainda como impacto ambiental devido a destinação ou disposição inadequada de RSU, a contaminação do ar, que ao entrar em combustão, os resíduos, liberam na atmosfera gases altamente tóxicos comprometendo a qualidade de vida e salubridade ambiental (MORAES; SANTOS, 2014).

A decomposição anaeróbia da matéria orgânica presente nos resíduos gera grandes quantidades de GEE, principalmente o metano (CH<sub>4</sub>), segundo gás em importância dentre os considerados responsáveis pelo aquecimento global (GOUVEIA, 2012).

## 2.7.RESÍDUOS SÓLIDOS E A EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA

O Brasil instituiu a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei nº 12.187/2009 que define o compromisso nacional voluntário de

adoção de ações de mitigação com vistas a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) entre 36,1% e 38,9% em relação às emissões projetadas até 2020, serão publicadas, a partir de 2012, estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil em formato apropriado para facilitar o entendimento por parte dos segmentos da sociedade interessados. (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2014).

Esta lei foi institucionalizada devido a grande preocupação com o aquecimento global, haja vista que a disposição final dos RSU contribui de maneira significativa com a produção de GEE, uma vez que através da decomposição anaeróbia dos resíduos se gera  $CH_4$  que segundo (GOUVEIA, 2012) é segundo gás de importância dentre os considerados responsáveis pelo aquecimento global.

Segundo o último levantamento feito pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC na sigla em inglês), a disposição de resíduos no solo e o tratamento de efluentes são responsáveis por cerca de 3% das emissões globais de GEE. No panorama nacional, observa-se que a contribuição dos resíduos sólidos nas emissões de GEE situa-se em patamar semelhante, com participação de cerca de 2% no total das emissões. Porém, as variações percentuais acumuladas no período 1990-2005 mostram que as emissões desse setor cresceram a uma taxa de 77%, ou seja, maior do que o crescimento do PIB brasileiro no mesmo período. (GOUVEIA, 2012).

Tabela 1 .Estimativa de emissões em  $CO_2eq$ , no setor de Tratamento de Resíduos.

SETOR	1990	1995	2000	2005	2011	2012	Variação	
							1995-2005	2005-2012
	$CgCO_2eq$							
<b>Tratamento de Resíduos</b>	29.061	33.677	38.517	41.887	48.139	49.775	24,4%	18,8%

Fonte: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2014.

Tabela 2. Emissões em termos de setores e gases para os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2011 e 2012.

SETOR		1990	1995	2000	2005	2011	2012	Variação	
								1995-2005	2005-2012
Tratamento de Resíduos	CO <sub>2</sub>	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	39,4%	28,8%
	CH <sub>4</sub>	26,2	30,2	34,6	37,5	43,4	45	24,1%	20,1%
	N <sub>2</sub> O	2,8	3,4	3,9	4,3	4,6	4,6	26,6%	7,8%

Fonte: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2014.

Abaixo um esquema para melhor compreensão do efeito dos gases de efeito estufa que ocorre da seguinte forma: Os raios solares, ao serem emitidos à Terra, têm dois destinos. Parte deles é absorvida, e transformada em calor, mantendo o planeta quente, enquanto outra parte é refletida e direcionada ao espaço, como radiação infravermelha, nossas ações estão potencializando esse efeito, fazendo com que os gases não consigam voltar ao espaço, e com isso aquecem mais nosso planeta.

Figura 5 - Efeito Estufa



Fonte: (CORTEZ, 2004).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Inconfidentes apresenta uma área de 149 km<sup>2</sup>, com uma população de 6.908 habitantes e densidade demográfica de 47,17 habitantes por km<sup>2</sup> (IBGE, 2010) com uma altitude de 892m, localizada nas coordenadas de 22° 19' 02'' S e 46° 19' 40'' W, na região Sul do estado de Minas Gerais.

A destinação final atual dos resíduos sólidos urbanos do município se dá por meio de Lixão de acordo com os dados fornecidos pela FEAM (2012). A área de destinação encontra-se localizada a uma altitude de 899m, a 5 km da zona urbana, com uma área de 3,77 hectares. O empreendimento entrou em operação no ano de 1992 como lixão, tendo data prevista para encerramento em 2013. O lixão está localizado na sub-bacia hidrográfica do Rio das Furnas de Pitanga, afluente do Rio Mogi Guaçu. O distrito de Pinhalzinho dos Góes é o núcleo populacional mais próximo do local. (PMI, 2010) citado por (FERNANDES et al., 2010).

O presente estudo realizou um levantamento da emissão de gases de efeito estufa através de uma planilha Excell<sup>®</sup> Microsoft<sup>®</sup> Office intitulada Planilha para Cálculo da Emissão de Gases de Efeito Estufa de Resíduos Sólidos (PEGGEE).

Para o estudo das emissões GEE que são gerados no Lixão de Inconfidentes, foi analisado cinco tipos de resíduos presentes no aterro (vidro, papel/papelão, metal, plástico e matéria orgânica).

Para estimar a geração de GEE, pelo programa PEGGEE, foram assumidos dois cenários diferentes, sendo uma porcentagem para cada cenário, podendo ser caracterizado como um cenário pouco otimista (cenário 1) e outro otimista (cenário 2).



Para análise foram considerados os dados de composição gravimétrica apresentados no estudo de (SILVA, 2015) e simulados dois cenários de gerenciamento dos RSU. Os dados são apresentados de composição gravimétrica e os cenários propostos são descritos nas tabelas 3 e 4 a seguir

Tabela 3. Composição gravimétrica Inconfidentes – MG.

<b>Resíduos</b>	<b>Ton/Ano</b>
Vidro	76,650
Papel/ papelão	38.325
Metal	102,200
Plástico	127,750
Matéria orgânica	178,850

Fonte: Adaptado SILVA, 2015

A adaptação realizada na tabela 3 se deu em transformar kg/ dia em ton/ano, podendo assim ter resultado mais expressivo.

Tabela 4. Cenários adotados na PEGGEE.

<b>CENÁRIO 1</b>				
<b>Resíduos</b>	<b>Redução na fonte</b>	<b>Compostagem</b>	<b>Reciclagem</b>	<b>Aterrado</b>
Vidro	10%	-	20%	70%
Papel/papelão	-	-	20%	80%
Metal	-	-	20%	80%
Plástico	-	-	20%	80%
Matéria orgânica	-	10%	-	90%

<b>CENÁRIO 2</b>				
<b>Resíduos</b>	<b>Redução na fonte</b>	<b>Compostagem</b>	<b>Reciclagem</b>	<b>Aterrado</b>
Vidro	20%	-	40%	40%
Papel/papelão	-	-	40%	60%
Metal	-	-	40%	60%
Plástico	-	-	40%	60%
Matéria orgânica	-	20%	-	80%

\*Os valores dos percentuais estão relacionados ao valor total de resíduos apresentados na Tabela 3.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Tabelas 5 e 6 abaixo, pode-se observar os resultados obtidos a partir da PEGGEE para os cenários referência, cenário 1 e 2.

Tabela 5. Estimativa de Emissões de GEE Lixão de Inconfidentes – MG.

	<b>Cenário Referência</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>
	<b>- tCO<sub>2</sub>e -</b>		
Emissão de Gases de Efeito Estufa referentes à gestão de RSU	190,15	-24,76	-271,13
Emissões de GEE para os materiais aterrados	286,87	179,38	124,93
Emissões referentes ao transporte de materiais	0,913	0,1127	0,1127

Tabela 6. Potencial de Aquecimento Global

	<b>Cenário Referência</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>
	<b>- tCO<sub>2</sub>e -</b>		
Potencial de Aquecimento Global	978,94	612,15	426,32
Total de variações nas Emissões de GEE	-	-214,11	-460,48
	<b>- Vezes -</b>		
Taxa de Redução de Potencial de Aquecimento Global		366,79	552,62

No cenário referência foi considerado uma grande porcentagem de resíduos aterrados, uma vez que hoje no município não há um trabalho de conscientização com

os moradores na redução na geração de resíduos nem tampouco na segregação do mesmo para fins de coleta seletiva, sendo assim, os dados apresentados para o Cenário Referência foi utilizado como a base para a esta discussão.

No Cenário, 1 houve uma redução na geração de gases de efeito estufa comparado ao Cenário Referência, uma vez que estimou-se que 10% seria reduzido na fonte e 20% enviado para cooperativa na cidade vizinha de Ouro Fino - MG. Analisando este cenário observa-se no parâmetro da Emissão de Gases de Efeito Estufa referentes à gestão de RSU que não há emissão de GEE já que o valor apresentou negativo de -24,7. Quanto às emissões referentes ao transporte de materiais, a emissão de GEE foi elevada em relação ao Cenário Referência, uma vez que a mudança no manejo aumentará o percurso a ser rodado.

Importante ressaltar que no cenário 1 (pouco otimista) reflete a uma realidade fácil de alcançar, com um trabalho de conscientização da população e um incentivo do órgão público para implantação de coleta seletiva.

No Cenário 2 (otimista), pode-se observar uma redução nas emissões de gases de efeito estufa referentes à gestão de RSU, sendo a maior redução, quando comparada com o Cenário Referência e o Cenário 1, em relação a todos os parâmetros, com exceção das emissões pelo transporte, uma vez que ambos os cenários iriam demandar o mesmo percurso do veículo de coleta e transporte dos RSU. Denominou-se este cenário como otimista devido ao fato desta proposta de destinação de resíduos ser bastante desafiadora, o que acomete um melhor empenho na implantação da mudança de atitudes que até então eram rotineiras.

Importante destacar que Taxa de Redução de Potencial de Aquecimento Global para o Cenário 2 é de 552,62 vezes – em relação ao Cenário Referência, mostrando dessa forma, que o manejo adequado é capaz de reduzir consideravelmente os impactos sobre a atmosfera.

É possível encontrar alguns trabalhos na literatura utilizando a metodologia do Warm, porém estes trabalhos em sua grande maioria analisam o aproveitamento energético, o que torna ainda mais viável adequações às formas de disposição final.

Augusto et al. (2016) fez uma avaliação do crescimento populacional do Consórcio Zona da Mata (MG), seu impacto na geração de resíduos sólidos e a consequente produção de gases de efeito estufa, além da estimativa do potencial de aproveitamento energético do Biogás através do software Warm, o interessante é que

apresentou cenários semelhantes ao presente estudo, onde o primeiro cenário foi eleito o mais plausível de ser alcançado, por ser compatível com a realidade de investimentos em infraestrutura e da conscientização da população necessários.

Estudos de viabilidade para destinação e disposição final de RSU também foram realizados por Silva et al. (2016) na cidade de Cruzeiro – SP, onde foram propostos cenários para manejo dos RSU, incluindo a implantação de um aterro sanitário. Nesta pesquisa, o autor concluiu que esta ferramenta pode auxiliar na tomada de decisões em relação ao manejo dos RSU dentro do município.

Dias Costa et al. (2016) através do Warm também analisaram diferentes cenários de manejo de RSU para avaliar a proposta de um consórcio de aterro sanitário para os municípios de João Monlevade, Bela Vista de Minas, Rio Piracicaba e Nova Era em Minas Gerais. A pesquisa concluiu que a adoção de técnicas como o Warm e outras que analisam a emissão de GEE's são formas eficientes de analisar o potencial emissor de GEE e consequente potencial energético dos manejos propostos.

São grandes os desafios para a gestão de RSU, mas é possível que novos cenários sejam criados e com isso a realidade brasileira seja mudada, é preciso um trabalho consistente de educação ambiental, para segregação dos resíduos e redução na fonte, porém é preciso ir além, é imprescindível o incentivo dos órgãos públicos, e investimento do mesmo em infraestrutura.

## **5. CONCLUSÃO**

Para todos os parâmetros analisados a partir da PEGEE, o Cenário 2 apresentou os melhores resultados em relação ao Cenário Referência e o Cenário 1, com exceção das emissões em relação ao transporte, que não houve diferença entre o Cenário 1 e 2, mas houve aumento em relação ao Cenário Referência.

Apesar do Cenário 2 ter se destacado quando comparados com os demais cenários, pode-se considerar que a adoção do manejo proposto no Cenário 1 também pode ser uma boa alternativa para o manejo de RSU do município, uma vez, que para alcançar o que é proposto por este Cenário exige-se um projeto com metas mais limitadas, porém efetivas.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 2004 (NBR 10.004). Resíduos sólidos - Classificação

ABRELPE. **Panorama Dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. 2014. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_edicoes.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm)>. Acesso em: 01 jul. 2016.

Assessoria de Imprensa da Ocepar/ SESCOOP - PR. Agronegócio- **Mercado Financeiro-Economia-Notícia**. Disponível em <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=37967> . Acesso em 13/03/2016 .

AUGUSTO, Marina et al. **Gestão de Resíduos Sólidos do Consórcio Zona da Mata e Estimativa do Potencial de Aproveitamento Energético do Biogás na Região**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, Itajubá, p.392-406, 2016.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.: Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 27 jun. 2016

CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em 07 jul 2016.

CORTEZ, H. **Aquecimento Global e Água**. Departamento de Física, UEPA - Universidade do Estado do Pará. Revisão Técnica – Prof. Rondon Mamede Fatá Versão 15 de julho de 2004. Disponível <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABF1EAC/aquecimento-global-agua-livro-f>> . Acesso 22 jul 2016.

DIAS COSTA, A. M. et al. Dimensionamento de Diferentes Cenários na Destinação de Resíduos Sólidos no Aterro Sanitário– CPGRS. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.5, n.3, p.343-355, 2016.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais em 2013**. Belo Horizonte: Feam, 2014. Acesso em: 21 jun. 2016. Disponível em: [http://www.feam.br/images/stories/minas\\_sem\\_lixoes/Publicacoes2014/relatrio de progresso - panorama rsu\\_2013\\_gerub.pdf](http://www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/Publicacoes2014/relatrio_de_progresso_-_panorama_rsu_2013_gerub.pdf)

GOUVEIA, N. **Resíduos Sólidos Urbanos: Impactos Socioambientais e Perspectiva de Manejo Sustentável com Inclusão Social**, Departamento de Medicina Preventiva, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - USP, Revista Ciências & Saúde Coletiva, p.1503 – 1510, 2012.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo demográfico 2010 a. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1766](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1766)>. Acesso em 15/03/2012.

LIMA, L. M. Q. **Lixo Tratamento e Biorremediação**. 3ª Ed. São Paulo: Hemus Editora Ltda; 2004.

MINAS GERAIS. Diário do Executivo. Governador do Estado de Minas Gerais. **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009: A Política Estadual de Resíduos Sólidos**. 2009. GOVERNADOR DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil**. 2 edição, 2014. disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0235/235580.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf)> . Acesso 23 jul 2016.

MOLION, B. L.C. **Aquecimento ou histeria global**. Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas Cidade Universitária - 57.072-970 Maceió, Alagoas - BRASIL

MORAES, D. R.; DOS SANTOS, P. M. **Avaliação Do Gerenciamento Dos Resíduos Sólidos Urbanos Do Município De Santana/Ap E Identificação De Impactos Socioambientais**, Departamento de Meio Ambient e e Desenvolvimento do Curso de Bacharelado de Ciências Ambientais, Universidade do Amapá, Amapá, 2014.

PEREIRA, Agostinho K. ; Horn, Luiz Fernando. **Relações de Consumo Meio Ambiente**. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 2009.

REIS FERNANDES, L. F. **Determinação do Balanço Energético e de Gases do Efeito Estufa (GEE) em função do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2010. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá – MG, 2007.

REIS FERNANDES, L. F. et al. **Avaliação da Produção de Metano em Função do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (rsu) no Município de Inconfidentes - MG**. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2010, Bauru. **Artigo.**: Ibeas – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2010. p. 2 – 2



**SEGS - Brasil Gera Lixo como Primeiro Mundo, mas o Tratamento Ainda é de Nação Subdesenvolvida.** 2016. Disponível em: <<http://www.segs.com.br/demais/28454-brasil-gera-lixo-como-primeiro-mundo-mas-o-tratamento-ainda-e-de-nacao-subdesenvolvida.html>>. Acesso em: 10 ago. 2016

SCHALCH, V.; LEITE, W. C. A.; FERNANDES JUNIOR, J. L.; CASTRO, M. C. A. A. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos.** Diss. Centro Universitário Anhanguera, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2002.

SILVA, Éder Luiz Araújo. **Estudo Prévio da Viabilidade Econômica da Implantação da Coleta Seletiva e Unidade de Triagem em Inconfidentes - MG.** 2015. Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes - MG -2015.

SILVA, L.O. et al. **Análise de viabilidade do aproveitamento energético do gás de aterro para a cidade de Cruzeiro [SP]: três diferentes cenários.** Labor & Engenho, Campinas, v.10, n.1, p.07-16, jan./mar. 2016.