

## AVALIAÇÃO DO TEMPO DE VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO EM CAMPINA GRANDE – PB.

Renan Ítalo Leite Gurjão <sup>1</sup>  
Cláudio Luis de Araújo Neto <sup>2</sup>  
William de Paiva <sup>3</sup>

### RESUMO

Os aterros sanitários são obras de engenharia que servem para a disposição ambientalmente adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), e por serem obras de difícil implantação, faz-se necessário sua manutenção pelo maior período possível de vida útil. A otimização da capacidade dos aterros sanitários é significativa para estender a vida útil de unidades já existentes e reduzir a necessidade de novas unidades implantadas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o tempo de vida útil do Aterro Sanitário em Campina Grande-PB e projetar cenários, por meio de simulação de junções executadas entre as células do Aterro, para quantificar os volumes envolvidos na operação. Foi verificado que o Aterro Sanitário estava abaixo da expectativa de vida útil de projeto, reduzida de 25 para 11 anos, e que as junções entre células promoveriam a recuperação do tempo de vida útil a partir da terceira junção executada, que passaria a integrar as 4 células já existentes.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos urbanos, Aterros sanitários, Vida útil de projeto, Otimização.

### INTRODUÇÃO

O crescimento da população e o desenvolvimento industrial dos grandes centros urbanos tem como consequência o aumento da geração de resíduos, ocasionando problemas ambientais, quando não são tratados adequadamente (ARAÚJO NETO, 2016). No mundo inteiro, com algumas poucas exceções, os aterros sanitários representam a principal destinação final dos resíduos sólidos, apesar do imenso esforço em se reduzir, reutilizar e reciclar (JUCÁ, 2003). A técnica de aterro sanitário é a mais empregada nos países em desenvolvimento, pois além de apresentar um custo menor que outras técnicas (ex.: incineração), são seguros a longo prazo e possibilitam a utilização da área após a finalização de sua vida útil e suas características técnicas facilitam o controle do problema ambiental (MARIANO, 1999).

Os aterros sanitários são obras de engenharia que servem para a disposição ambientalmente adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). São caracterizados, segundo

---

<sup>1</sup> Mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - PB, [renan.ilg@gmail.com](mailto:renan.ilg@gmail.com);

<sup>2</sup> Professor Mestre do Centro Universitário Maurício de Nassau - PB, [claudioluisneto@gmail.com](mailto:claudioluisneto@gmail.com);

<sup>3</sup> Professor orientador: Doutor, Universidade Estadual da Paraíba - PB, [orientador@email.com](mailto:orientador@email.com).

a norma NBR 8419 (ABNT, 1992) como uma técnica de disposição de RSU no solo que utiliza princípios de engenharia para confiná-los e reduzi-los ao menor volume possível, minimizando os impactos ambientais de forma a não causar danos à saúde pública e à sua segurança. Para garantir o bom funcionamento desse tipo de obra, são adotadas técnicas de impermeabilização, camadas de cobertura, sistemas de drenagem, coleta e tratamento de lixiviados e gases e um sistema de monitoramento contínuo (REIS, 2018).

Embora existam outras técnicas que buscam tratar os resíduos sólidos, como a reciclagem, compostagem e a incineração, algumas dessas tecnologias tornam o tratamento dos resíduos oneroso, além de apresentarem restos não factíveis de serem eliminados, necessitando ainda o seu confinamento em aterros sanitários (ARAÚJO NETO, 2016).

A maior parte dos RSU no Brasil é disposta em aterros sanitários. No entanto, essa geração de resíduos nem sempre é acompanhada por uma destinação adequada, o que pode levar a danos ambientais de difícil remediação. Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017), das 196.050 toneladas de RSU coletados diariamente, 59,1% são dispostos em aterros sanitários, 22,9% em aterros controlados e 18,0% em lixões, números que segundo a ABRELPE (2010), eram de 57,6%, 24,3% e 18,1%, respectivamente.

De acordo com Jucá (2003) em várias regiões do Brasil o aterro sanitário como destinação final é praticamente inexistente. A grande dificuldade reside nos custos de operação de um aterro sanitário, que pressupõe tratamento adequado de líquidos e gases efluentes, além de todos os demais cuidados previstos nas normas técnicas.

Somando-se a isso, as recentes exigências legais, a exemplo da Lei 12.305 (BRASIL, 2010) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), prevendo metas para eliminação e recuperação de depósitos inadequados de resíduos, têm feito com que a demanda pelos aterros sanitários aumentasse nos últimos anos, gerando a necessidade de mais aterros e de maiores capacidades.

A Lei Nº 12.305 (BRASIL, 2010) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu artigo 7º inciso II estabelece como um dos objetivos a não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos, além de no artigo 3º, inciso VIII definir a destinação final ambientalmente adequada como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros. Essa condição se encontra longe da realidade, pois a partir da Lei Nº 12.305 (BRASIL, 2010) é fácil perceber que materiais recicláveis como os plásticos não deveriam, a priori, ser destinados aos aterros sanitários.

A construção de um aterro sanitário exige uma série de cumprimentos estabelecidos por norma, no que tange aos aspectos legais e ambientais, além da própria administração de caráter contínuo da obra, que aliás, diferencia-se das demais obras de engenharia civil por sua finalidade se estabelecer durante o período de construção.

À essas dificuldades, soma-se o fato de que nem sempre se dispõe de locais apropriados suficientemente próximos para a construção de novos aterros sanitários, o que contribui para a construção de aterros cada vez maiores em capacidade e altura. Segundo Hanson et al. (2010), dado a dificuldade crescente na obtenção de licenças e à escassez de locais adequados para a construção de novos aterros, nas últimas décadas a infraestrutura necessária para contenção dos RSU tem se consolidado com o aumento em tamanho e diminuição do número de unidades operacionais (células).

Em muitos casos, a otimização da capacidade dos aterros sanitários se torna necessária para que a vida útil do empreendimento seja mantida. Tanto do ponto de vista econômico quanto do ponto de vista ambiental as vantagens do aproveitamento dos espaços disponíveis no entorno das células de um aterro se mostram claras quando levado em consideração que não será necessária a aquisição de novos locais para implantação de novos aterros sanitários e que os resíduos continuariam limitados a uma mesma região geográfica, minimizando os aspectos de risco ambiental na eventualidade de um desastre.

Um dos fatores que influenciam na vida útil de aterros sanitários é a composição dos materiais presentes nos RSU. Segundo Farias (2014), a caracterização dos resíduos quanto a sua composição gravimétrica e volumétrica contribui para a gestão dos resíduos sólidos, uma vez que fornece informações básicas para o monitoramento e avaliação de projetos ambientais. Além disso, conhecer a composição dos resíduos permite prever o comportamento geral de um aterro sanitário, em vista que os parâmetros geotécnicos são definidos pelos materiais que existam em maior quantidade no maciço.

Outro fator que influencia na vida útil de um aterro sanitário é o peso específico dos resíduos depositados, pois sendo a razão entre a quantidade de RSU por unidade de volume, seu valor indica a maior ou menor a capacidade de disposição de resíduos em uma célula.

Nesse sentido, dos materiais constituintes dos RSU, os plásticos ocupam uma posição de destaque. Em função de seu elevado volume em relação aos demais componentes dos RSU, mesmo após compactados, esses materiais tendem a preencher mais espaços no maciço sanitário, o que somado ao fato de serem de biodegradação lenta, passam a comprometer a vida útil dos aterros sanitários.

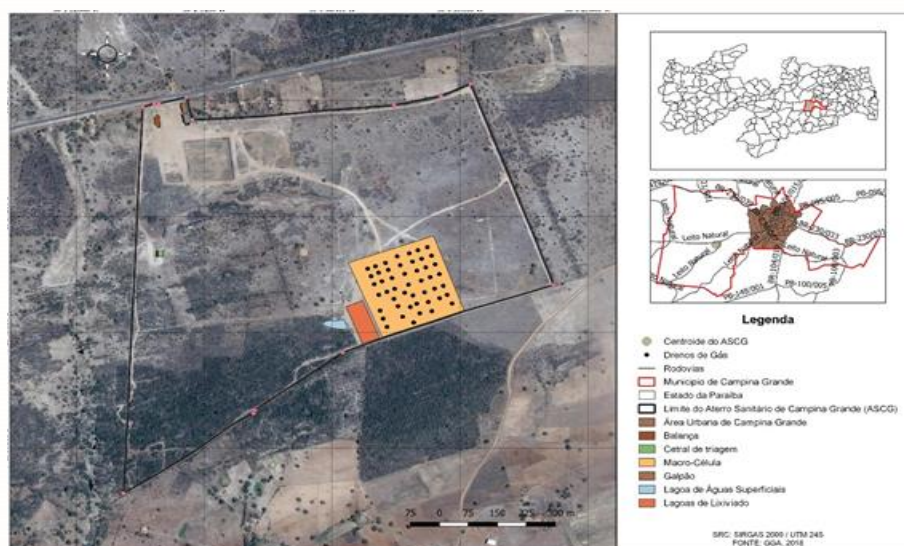
Uma outra questão é a própria disposição de espaços adequados para a implantação de aterros, uma vez que, em geral, situadas próximo aos grandes centros urbanos não se dispõe de áreas adequadas, sendo necessário o aumento de sua capacidade que pode ocorrer por alteamento das células, aumentando assim o risco de ruptura. Essa técnica de alteamento de células, apesar de resolver o problema da capacidade de RSU, implica em maior monitoramento quanto à estabilidade e segurança.

Sendo assim, é importante que seja abordado não apenas a problemática que envolve a segurança de aterros sanitários, mas também a otimização da disposição final ambientalmente adequada dos RSU. Por isso, este trabalho tem como objetivo avaliar a técnica de otimização de disposição de resíduos empregada no aterro sanitário localizado no município de Campina Grande-PB para maximização do tempo de vida útil do empreendimento.

## METODOLOGIA

O Aterro Sanitário de Campina Grande (ASCG), localizado no distrito de Catolé de Boa Vista, às margens da PB-138, situa-se nas coordenadas UTM 829172 e 9194834 possui uma área de 64 ha, das quais aproximadamente 40 ha são destinados para construção das células de RSU. O Aterro Sanitário consiste em um empreendimento privado administrado pela ECOSOLO - Gestão Ambiental de Resíduos LTDA. Sua localização é apresentada na Figura 1.

Figura 1: Localização do Aterro Sanitário de Campina Grande

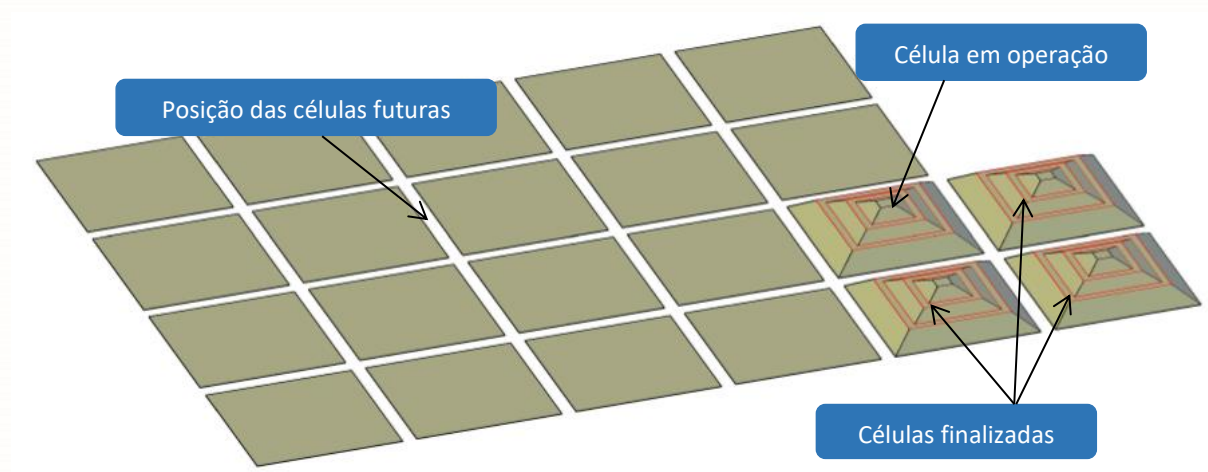


Fonte: GGA/UFCG (2018)



O ASCG foi inicialmente projetado para receber uma quantidade de 350 t/dia de RSU, com uma vida útil prevista de 25 anos formado por 22 células de 21 metros de altura e 1 hectare cada. Na Figura 2 é possível observar a distribuição das células conforme concebido em projeto inicial, assim como as células já construídas finalizadas e em operação.

Figura 2: Planta de alocação das células



As células do ASCG possuem geometria piramidal, com taludes de inclinação 1:2 (H:V) e bermas de largura variável posicionadas em média a cada 5 metros de altura. O sistema de drenagem horizontal do lixiviado é no formato de espinha de peixe (Figura 3) e conta com 9 drenos verticais por célula que são responsáveis pelo transporte ascendente de gases e pelo transporte descendente do lixiviado, que atualmente é destinado para três lagoas de evaporação, conforme apresentadas na Figura 4.

Figura 3: Configuração do sistema de drenagem horizontal do Aterro Sanitário de Campina Grande



Figura 4: Lagoas de evaporação para contenção do lixiviado



O aterro sanitário apresenta um sistema de camadas de base formado por uma mistura compactada de solo e bentonita na proporção de **4:1**. O solo utilizado pertence a jazidas próximas ao aterro. Nas camadas intermediárias, que variam de 60 a 80 cm, utiliza-se o mesmo solo sem a adição de bentonita, compactado a cada turno de operação.

O Aterro Sanitário em operação passa por modificações contínuas para atender a demanda de disposição de resíduos e do tempo de vida útil estabelecido em projeto, por isso as quatro células construídas passarão por um processo de junção para compor um único maciço sanitário.

Para realizar a análise de otimização da vida útil foi necessário primeiro verificar se com o ritmo atual de disposição dos resíduos o Aterro Sanitário atenderia ao tempo previsto de projeto. Para isso, foram levantadas as datas de início e término da operação de disposição

de RSU nas células do ASCG para tornar possível a estimativa do tempo de atividade de cada uma.

Em seguida foi analisada, com base em projeções, a otimização espacial do ASCG com a execução das junções entre as células, permitindo avaliar o ganho em termos de volume que representariam para o Aterro Sanitário.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos resíduos depositados no Aterro Sanitário, pode-se observar as quantidades totais das células 1 a 3, na Tabela 2.

Tabela 2: Quantidades de resíduos depositados por célula.

	<b>Célula 01</b>	<b>Célula 02</b>	<b>Célula 03</b>
<b>Total de RSU (t)</b>	80.889,87	62.359,44	129.240,01

Fonte: GGA/UFCG

Ao longo da operação do Aterro Sanitário, outros municípios começaram a depositar seus resíduos no ASCG, aumentando a quantidade de RSU de 350 t/dia para cerca de 500 t/dia. As datas de início e término da construção de cada célula podem ser visualizadas na Tabela 3.

Tabela 3: Datas de início e término das células isoladas

<b>Célula</b>	<b>Início</b>	<b>Término</b>	<b>Dias</b>
<b>Célula 01</b>	07/07/2015	26/12/2015	172
<b>Célula 02</b>	27/12/2015	08/05/2016	139
<b>Célula 03</b>	09/05/2016	31/12/2016	232

Fonte: GGA/UFCG

A inclusão de mais municípios fez com que não apenas a quantidade de RSU aumentasse, mas também que a vida útil do aterro sofresse diminuição, fato que pôde ser observado pela finalização das duas primeiras células em aproximadamente 5 meses cada, e a terceira célula em 7 meses, conforme Tabela 3.

As imagens de satélite, apresentadas na Figuras 5,6 e 7, confirmam a evolução do aterro sanitário pelo período citado.

Figura 5: Vista de satélite do ASCG em abril de 2015: Construção da rede de drenagem da Célula 1



Fonte: Google Earth (2019)

Figura 6: Vista de satélite do ASCG em maio de 2016: Células 1 e 2 concluídas e início de montagem da rede de drenagem da Célula 3.



Fonte: Google Earth (2019)



Figura 7: Vista de satélite do ASCG em maio de 2017: Conclusão da Célula 3 e Célula 4 em operação.



Fonte: Google Earth (2019)

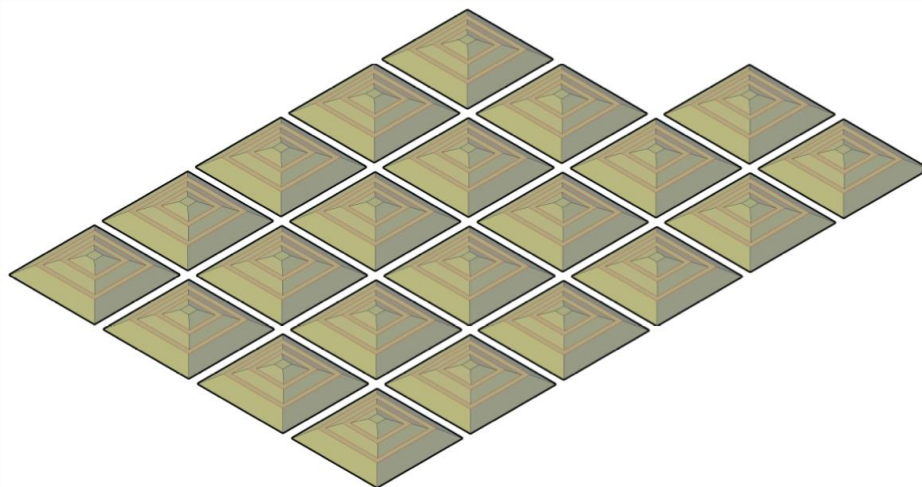
Levando em consideração que as duas primeiras células tiveram sua construção concluída em aproximadamente 1 ano, pode-se inferir que esses resultados indicam uma redução da vida útil de operação de 25 para 11 anos (0,88 células/ano para 2,0 células/ano) caso fosse dado prosseguimento ao projeto com células independentes. Embora que a Célula 3 tenha sido concluída em um período maior que as demais, se considerada a média das três células (181 dias – 6 meses) tem-se a vida útil reduzida a 2,0 células/ano, o que faz manter a perspectiva da redução do tempo de vida útil constatada.

Vale ressaltar que a Célula 3 apresentou um tempo de operação superior às Células 1 e 2 devido a alteração de sua geometria em relação ao projeto inicial, pois as bermas passaram a ser executados a cada 7 metros de altura.

De acordo com o projeto, cada célula possui uma capacidade de volume de 88.837,68 m<sup>3</sup>. A utilização das células isoladas tem por benefício o melhor controle e estudo das condições do Aterro Sanitário, bem como do seu monitoramento. Entre as células do aterro sanitário existe um espaçamento de 10 m destinado à viabilização do tráfego de veículos, como pode ser visto na Figura 8.

Em contrapartida o processo de junção das células, além de aumentar a vida útil do aterro sem causar impactos ambientais significativos por não demandar novas áreas de disposição pode favorecer a estabilidade do maciço, tendo em vista que aumenta a área da base.

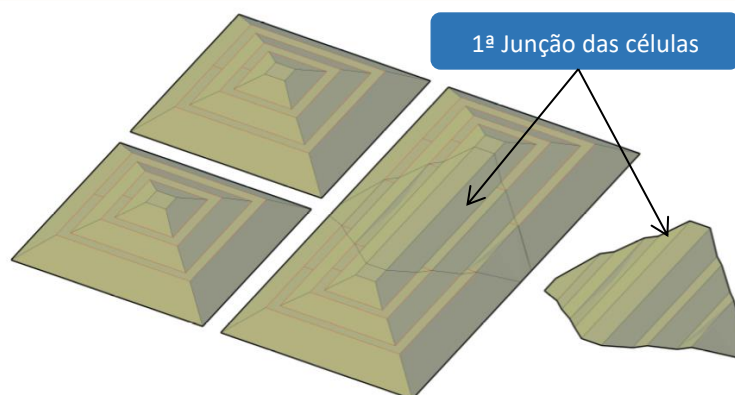
Figura 8: Configuração de projeto do ASCG



Como o Aterro Sanitário possui uma taxa de 0,88 célula/ano e uma célula corresponde a um volume de 88.837,68 m<sup>3</sup>, tem-se que o ASCG deve seguir como meta uma taxa de ocupação de 78.177,16 m<sup>3</sup>/ano. Todavia, ao diminuir sua expectativa para 2 células/ano, a taxa de ocupação passa a ser 177.675,36 m<sup>3</sup>/ano, devendo a operação conseguir 99.498,2 m<sup>3</sup> para manter o tempo de vida útil estabelecido.

A junção de duas células, como apresentado na Figura 9, permite que seja ocupado um volume de 42.932,94 m<sup>3</sup>, porém deixa um déficit de 56.565,26 m<sup>3</sup> para atender o tempo de vida útil de 25 anos, levando em consideração que o aterro continuará recebendo essa quantidade de resíduos.

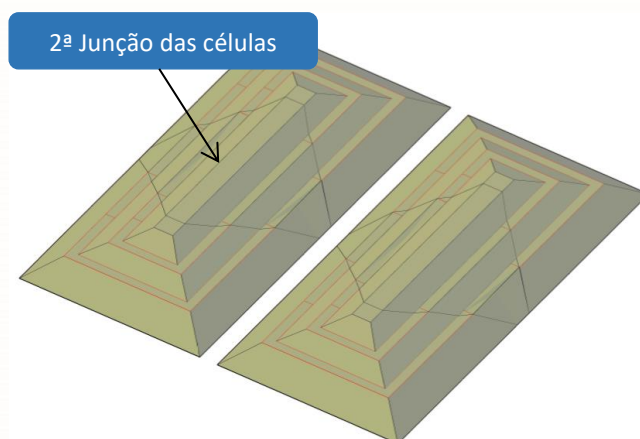
Figura 9: Junção das células 1 e 3



Caso o Aterro Sanitário mantenha a taxa de ocupação no segundo ano de operação tem-se o preenchimento de mais 177.675,36 m<sup>3</sup>, proporcionando um excedente de 99.498,2 m<sup>3</sup>, que somado ao volume excedente do ano anterior de 56.565,26 m<sup>3</sup>, totaliza 156.063,46 m<sup>3</sup> que representariam o novo déficit de volume ocupado para que se mantenha a expectativa de vida do aterro sanitário em projeto.

A construção de uma segunda junção entre as células 2 e 4 construídas a partir do segundo ano de operação (Figura 10) representaria a redução do déficit de 156.063,46 m<sup>3</sup> para 114.000 m<sup>3</sup>, o que mostra que a segunda junção executada ainda não seria suficiente para manter a meta de ocupação de volume por ano.

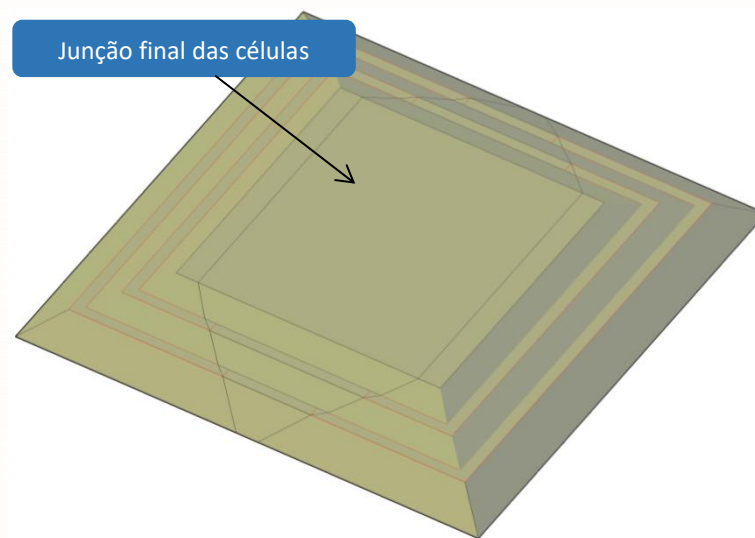
Figura 10: Quatro Células acrescidas das junções



A construção das quatro células e suas junções, como apresentado na Figura 8, permite constatar a possibilidade de execução de uma terceira junção como alternativa de utilizar todo o potencial de contenção de resíduos do espaço utilizado.

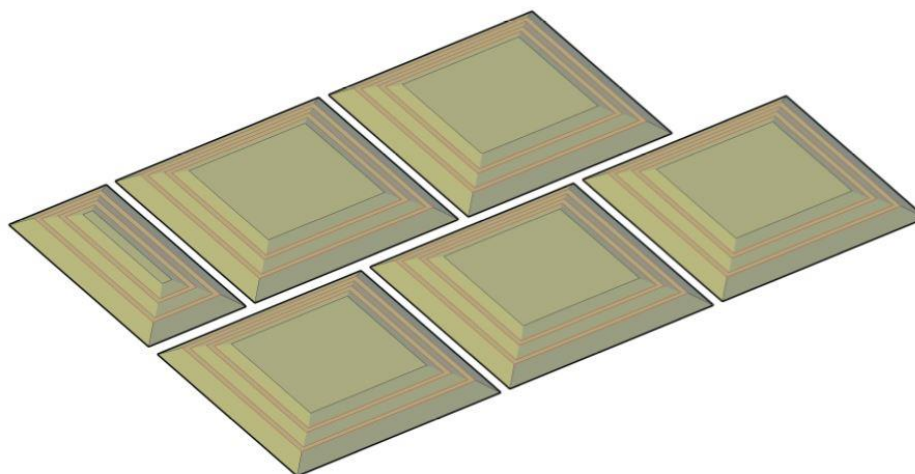
A unificação das 4 células em único maciço, como apresentado na Figura 11, quando executada a terceira e última junção entre os maciços sanitários, proporcionando um acréscimo na capacidade de disposição de volume de 156.054,44 m<sup>3</sup>, seria suficiente para cobrir o déficit de volume necessário de 114.000 m<sup>3</sup> e incrementar 42.054,44 m<sup>3</sup>, o que proporcionaria cerca de 3 meses a mais de vida útil, mesmo com o acelerado ritmo de disposição de resíduos no aterro.

Figura 11: Terceira junção e Célula final



Ao estender o raciocínio anterior para uma projeção futura do aterro, empregando a mesma sistemática de executar junções dispondo resíduos nos espaços entre grupos de 4 células, chega-se ao esquema apresentado na Figura 12.

Figura 12: Projeção futura do aterro após junção de células



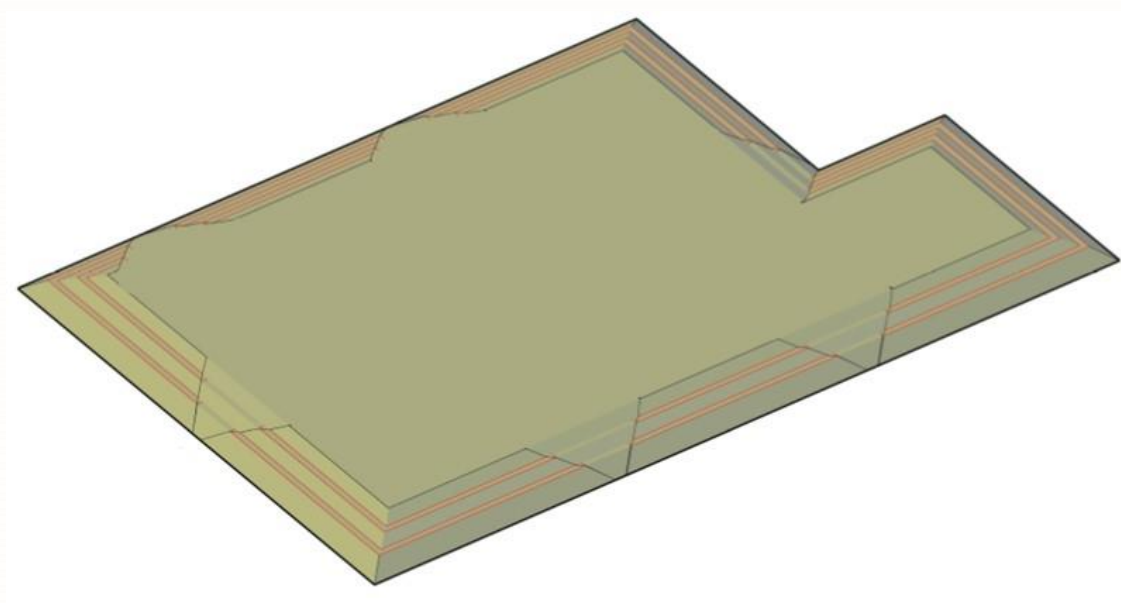
Estima-se que ao término do processo apresentado na Figura 12, o ASCG teria a sua operação concluída em um prazo de 11 meses a mais do que o previsto, ou seja, o Aterro Sanitário teria sua duração estendida para 26 anos aproximadamente.

Quando considerada a possibilidade de utilização dos espaços entre células remanescentes presentes na Figura 12, seria possível a execução de mais 7 junções, sendo 6



delas iguais à apresentada na Figura 11 (156054,44 m<sup>3</sup>) e uma junção de volume equivalente a 220.608,3 m<sup>3</sup> correspondente ao agrupamento de duas células, como apresentado nas Figuras 9 e 10. Na Figura 13 são apresentadas as junções executadas no Aterro Sanitário.

Figura 13: Aterro Sanitário com todas as junções concluídas



Quando contabilizado o volume total das junções realizadas na Figura 13, tem-se um montante de 1.168.934,24 m<sup>3</sup>. Com o ritmo de disposição de resíduos atual, a inclusão dos espaços destacados na Figura 13 representaria um valor de aproximadamente 6 anos e meio de operação para o Aterro Sanitário. A junção total das células do ASCG, representaria um ganho em vida útil de 26% em relação ao estipulado em projeto.

A inclusão das junções, como projetado na Figura 13, apresenta a vantagem de possibilitar o futuro alteamento do Aterro Sanitário, pois o aumento da área de base significa maior suporte para que mais RSU sejam dispostos no topo, prolongando ainda mais a vida útil do projeto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção de municípios após o projeto inicial ocasionou a diminuição da vida útil prevista para o Aterro Sanitário. Para atender a demanda dos municípios e a vida útil estabelecida do aterro sanitário sugere-se a unificação das células como alternativa, aproveitando os espaços existentes entre elas.

Constatou-se que a solução de utilizar os espaços entre as células formando junções só passa a solucionar o problema da vida útil do aterro a partir da terceira junção construída, que adiciona 3 meses de vida útil ao Aterro Sanitário. Quando realizadas projeções, constata-se que a inclusão de novas junções contribui significativamente para o prolongamento da vida útil do Aterro Sanitário.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8.419 – Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos, Rio de Janeiro, 1992. 7p.

ABRELPE – Associação brasileira de empresas de limpeza pública e resíduos especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2010. Rio de Janeiro, 2010.

ABRELPE – Associação brasileira de empresas de limpeza pública e resíduos especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2016. Rio de Janeiro, 2017.

ARAÚJO NETO, C. L. **Análise do comportamento dos resíduos sólidos urbanos e desenvolvimento de modelos estatísticos para previsão das deformações de aterros sanitários**. 2016. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2016.

BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Lex: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010.

BOSCOV, M. E. G. **Geotecnia ambiental**. 1. Reimpressão. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 248p.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Lex: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS: Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010.

FARIAS, R. M. S. **Estudo dos recalques em aterros de resíduos sólidos urbanos: uma abordagem experimental e estatística**. 2014. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2014.

GGA/UFCG – GRUPO DE GEOTECNIA AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE.

Hanson, J. L., Yesiller, N., Von Stockhausen, S. A., Wong, W. W. Compaction characteristics of municipal solid waste. **Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering**, v. 136, n. 8, p. 1095-1102, 2010.

JUCÁ, J. F. T. **Disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Em: Congresso brasileiro de geotecnia ambiental-REGEO. 2003. p. 2003.

MARIANO, M. O. H. **Recalques no aterro de resíduos sólidos da Muribeca-PE**. 1999. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

REIS, R. F. **Sistema de medição automatizado e com transmissão de dados para monitoramento de recalques em obras de aterros sanitários**. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.