Agosto 2021 | Curitiba

Proposta de Usina de Bioenergia inserido em um Aterro Sanitário no Município de Mandirituba - PR

ANA PAULA CUNHA DA SILVA

Artigo apresentado como requisito parcial à obtenção de grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Curitiba.

Orientadora: Flávia Iankowski Claro Pereira - Arquiteta e Urbanista, especialista em Cidade, Meio Ambiente e Politicas Públicas, Mestre em Planejamento Urbano.

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa tem por objetivo propor um novo aterro sanitário no Município de Mandirituba, na Região Metropolitana de Curitiba de modo que este possa ser um complemento ao atual, e ao mesmo tempo propor a inserção de uma usina de bioenergia, que aproveitará o biogás liberado pelo aterro. Serão apresentados três estudos de caso, sendo um sobre aterro sanitário, outro sobre usina de bioenergia e o último com foco específico em construção em madeira, de modo a subsidiar a proposta que ao final será apresentada, além de entender todos os parâmetros que se faram necessários para sua concepção. Finalmente, com base nos estudos apresentados, será apresentado um plano de ocupação para o futuro projeto, convertendo o subproduto dos aterros em energia renovável, minimizando seu impacto no meio ambiente e retornando como fonte de energia a comunidade.

Palavras-chave: Aterro Sanitário. Resíduo Solido Urbano. Usina de Bioenergia. Arquitetura Industrial.

"Todos têm direito ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações."
(ART. 225 DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988)

INTRODUÇÃO

Dados disponibilizados pelo Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Curitiba (2017, p. 29), mostram que no ano de 2013 foram geradas uma média de 2.020 toneladas de lixo por dia, destes, 1.685 toneladas eram referentes a resíduos domiciliares da coleta convencional. Deve-se levar em consideração que neste período a população de Curitiba correspondia a 1.848.946 habitantes (IPPUC, 2015), desta forma estimasse que a geração per capita de 1,09 kg/hab/dia.

Até o ano de 2010, o lixo coletado de Curitiba, era enviado ao aterro sanitário de Curitiba conhecido como Aterro do Caximba (SMMA, Curitiba), mas que encerrou as atividades de recebimento de resíduos e, então, os municípios passam a enviar seus resíduos a empresas particulares como a Estre Ambiental SA (localizada na Fazenda Rio Grande), e Essencis Soluções Ambientais SA (no bairro CIC).

Segundo o site da prefeitura de Curitiba, durante seu período de funcionamento, o aterro do Caximba recebia em média 2.400 toneladas de lixo por dia (oriundos de Curitiba e região metropolitana), e até o final de sua vida útil recebeu mais de 12 milhões de toneladas de resíduos. Todo esse material foi disposto diariamente em camadas de terra, de modo que seu subproduto gerado (chorume composto por gás metano e outros gases poluentes), fosse retirado do meio ambiente, tendo assim o menor impacto possível.

Mesmo com a drenagem do chorume, e queima dos gases poluentes ao final do processo de aterro, ainda há uma pequena parcela de gás metano que é incorporada a atmosfera.

A usina de biogás se mostra como uma excelente fonte de energia renovável, já que faz a extração da biomassa (matéria orgânica podendo ser tanto de origem vegetal ou animal, cuja decomposição é capaz de produzir energia) a partir de chorume, lodo de esgoto e etc.

Com base no exposto, o objetivo deste estudo é propor um projeto de uma usina de biogás, capaz de gerar energia a partir da biomassa proveniente dos aterros sanitários. Desta forma, junto ao projeto da usina será proposto também o projeto de um aterro sanitário no Município de Mandirituba, que será responsável pelo recebimento dos resíduos da região Metropolitana de Curitiba como complemento ao atual aterro sanitário.

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

O que é Resíduo Sólido Urbano (RSU)?

De acordo com a Plano Nacional de Resíduos Sólidos, resíduos sólidos são definidos como “todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade” (PNRS, 2010, Art 3º), suas origens variam desde o setor industrial, agropecuários, hospitalar, domiciliar, comercial e etc (PNRS, 2010, Art 1º).

Segundo a NBR ISO 10.004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos são divididos por três classes:

CLASSE I – RESÍDUOS PERIGOSOS;

Podem pôr em risco aqueles que o manuseiam a partir de um contato direto com o produto por apresente características como: inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, reatividade e/ou patogenicidade.

CLASSE IIA – RESÍDUOS NÃO INERTES E NÃO PERIGOSOS;

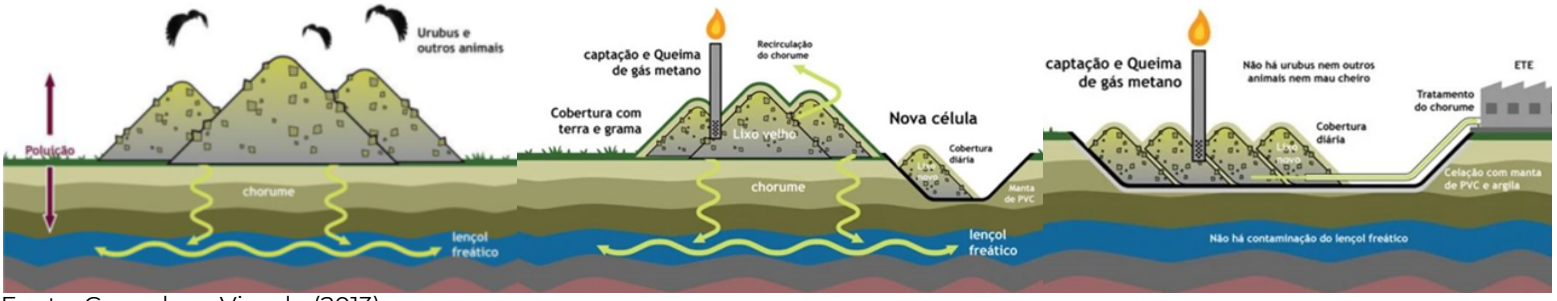
Não apresentam características dos resíduos perigosos, entretanto, podem apresentar riscos a seres humanos ou mesmo ao meio ambiente, mesmo que estes sejam biodegradáveis, comburentes ou solúveis em água.

CLASSE IIB – RESÍDUOS INERTES;

São insolúveis, não inflamável e não possuem a característica de reação química ou física, sendo assim diferentes dos de classe I. Por não apresentarem fatores diretos de impotabilidade da água, costumam ser destinados aos aterros sanitários quando não reciclados, desta forma tendem a ser Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Tipologias para disposição final de RSU.

Há 3 tipologias principais para a destinação controlado de RSU em um município: Vazadouros (lixões), aterros controlados e aterros sanitários. Usa-se o termo “controlado” pois grande parte do lixo gerado acaba em ruas, sarjetas, rios, vazios urbanos, e outros.



Fonte: Gonçalves, Viasolo (2013).

VAZADOURO.

Caracteriza-se como Vazadouro, o local onde simplesmente ocorre a descarga direta de resíduos no solo a céu aberto, sem qualquer tratamento, técnica ou controle. Além do prejuízo hidro geológico, já que a terra se torna improdutiva por causa da poluição do lençol freático, tornando-a a mais prejudicial.

ATERROS CONTROLADOS.

Aterros controlados por sua vez, recebem diariamente uma camada de terra por cima do lixo depositado, minimizando os maus odores já que o lixo não fica exposto a céu aberto como. Além disso, é feita a recirculação do chorume direcionado ao topo da pilha de lixo. Essa estratégia diminui, porém não impedem a absorção do lixiviado pela terra e lençol freático.

ATERROS SANITÁRIOS.

Por fim, os aterros sanitários são os que apresentam melhores estratégias para uma destinação ambientalmente correta de resíduos, já que possuem impermeabilidade do solo impedindo que ocorra a contaminação do solo e, como ocorre nos aterros controlados, os aterros sanitários também recebem camadas diárias de terra sobre o lixo depositado.

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

Lixiviado e seu potencial energético.

Lixiviado, líquido percolado ou chorume são as formas de nomear o subproduto líquido oriundo da decomposição de resíduos. Tende a ter uma coloração escura e forte odor além de ser extremante poluente quando entra em contado com o solo ou até mesmo com o ar, já que libera gases tóxicos por possuir alta demanda biológica de oxigênio (DBO).

A produção do lixiviado nos aterros acontece a partir de fatores climáticos (precipitação pluviométrica, evapotranspiração e temperatura), que sofrem a influência das camadas de cobertura do aterro que aumentam a umidade no interior das células (Moravia, 2010, p13). Estes fatores contribuem para a digestão por exoenzimas que produzem microorganismos envolvidos na degradação biológica, que se combinam com a água provenientes da infiltração das chuvas no aterro, desta forma a função dessas exoenzimas é dissolver a matéria orgânica.

Entretanto, esta mistura de gases poluente composta por gás metano (CH_4), gás carbônico (CO_2) e gás sulfídrico (H_2S) que aliados a umidade existente no interior do aterro produzem o biogás. Esse, por sua vez, pode ser de baixo, médio ou alto teores, sendo coletado por tubulações onde será conduzido e/ou processado e aproveitado (Barros, 2013), podendo ser convertido em diversas formas de energia útil, tais como térmica para aquecimento de água, ar ou ambiente e eletricidade a partir de tecnologias como microturbinas, motores a pistão, turbinas a gás e vapor, bem como sistemas de ciclo combinado para potências superiores a 10 MW (CRA, 2004).

Em um estudo realizado por Silva em na Universidade de Natal - RN, acerca de um possível projeto de aproveitamento de biogás em aterro sanitário em Natal, é possível obter um significativo resultado energético a partir da extração do lixiviado dos aterros: "A vazão de metano, a potência e a energia disponível apresentaram uma média anual de, aproximadamente, 23,5 milhões de m^3, 19,9 mil kW e 174,2 mil kWh, respectivamente. Podendo ser produzida uma quantidade de energia elétrica suficiente para abastecer uma média de 118.302 habitantes entre os anos de 2020 e 2065, caso houvesse a implementação de um sistema a partir desse ano. [...]". (SILVA, 2019, p. 52).

Bioenergia e o cenário brasileiro.

A bioenergia é uma tipologia de energia renovável uma vez que minimiza a utilização de energia de combustíveis fósseis, e que se utiliza do biogás e como já mencionado anteriormente, pode gerar eletricidade, calor ou combustível (GOLDEMBERG, 2008).

A produção de energia elétrica a partir do biogás cresceu 14% em 2017 comparado ao ano de 2016, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Isso se deu a um aumento de mais 35 usinas instaladas no país, conforme dados disponibilizados pela Associação Brasileira de Biogás e Biometano (ABIOGÁS), este aumento por si só é responsável por abastecer 470 mil pessoas. No entanto, o biogás representa apenas 0,0817% da matriz energética brasileira, considerando que 115 mil GWh deixam de ser gerados com o não aproveitamento do biogás, isso significa em números gerais que em 2016, 25% da energia consumida no país poderia ser proveniente do biogás (considerando os rejeitos urbanos, agropecuários e outros).

O Estado de São Paulo é o líder na produção de bioenergia no país, em 2006, a bioenergia era responsável por 28,6% da oferta total de energia no estado (SSE, 2007), destas, apenas 3% vinham do aproveitamento do lixiviado, sendo a principal origem o aproveitamento dos produtos de cana-de-açúcar (Etanol).

Pode-se comprovar então a relevância na utilização do biogás para o governo e para a população, pois a partir do seu aproveitamento energético pode-se causar impactos econômicos e ambientais positivos, além de diminuir a sobrecarga das concessionárias de energia elétrica.

Em Minas do Leão (RS), temos o exemplo da usina Biotérmica Recreio, administrada pelo Grupo Solvi e Copelmi Mineração, que iniciou suas atividades em 2015, com um investimento de R$ 28.737.130 (BRASIL, 2014). A usina é capaz de produzir 8,5 MW (Megawatt) de energia elétrica, a qual é encaminhada à Subestação Elevadora Areal, da Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica (CEEE-D). A Biotérmica Recreio, recolhe o biogás do aterro sanitário da Central de Resíduos do Recreio (CRR), que em 23 anos recebeu 23 milhões de toneladas de RSU (Silva, 2019).

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

Funcionamento Operacional de um Aterro Sanitário.

Segundo a norma ABNT NBR 8419/1992, a vida útil de um aterro deve ser de no mínimo dez anos para que este seja considerado um projeto eficiente, pois após o encerramento de suas atividades, ainda será necessário o monitoramento de produção de chorume e gases tóxicos que podem comprometer o bioma ao redor, desta forma recomenda-se, também, que o aterro seja alocado distante dos centros urbanos.

Existem distintas classificações de aterros sanitários, e eles se diferenciam pela técnica de operação com que o material é depositado, podendo ser de superfície - quando os resíduos são alocados em uma superfície plana, podem também ser dispostos em trincheiras ou rampas, ou aterros de depressões em que os resíduos são dispostos aproveitando a topografia do terreno, tais como depressões, lagoas, mangues ou pedreiras extintas (PORTELLA e RIBEIRO, 2014).

Impermeabilização do solo

Fonte: Tavares/Agência Brasília (2016)

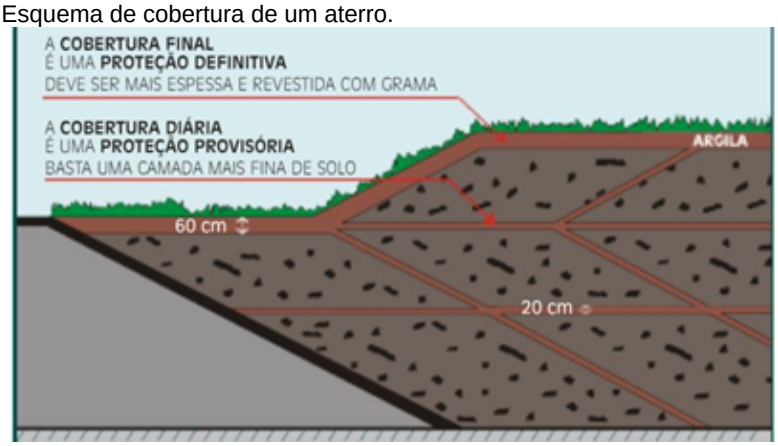
A implementação de um aterro sanitário começa pela criação das células de lixo para receber os resíduos, este deve ser impermeabilizado com manta de polietileno de alta densidade texturizadas nas duas faces e com espessura de dois centímetros, as mantas protegem o solo que receberá os resíduos e evita a contaminação do solo. O revestimento de fundo tem a função de reduzir o transporte de poluentes para o subsolo e água subterrânea. (Boscov, 2008; Gomes, 2009; Lange et al., 2008; Oliveira, Prim, Castilhos Júnior, 2002; Pereira Neto, 2007a; Switzenbau, 2005).

As células de lixo, devem obedecer a regra de 1:3, onde 1, é a altura do talude e 3, é área onde serão depositados os resíduos. É importante também que a lateral seja inclinada de forma que criem taludes - assim evita que haja desmoronamentos -, recomenda-se que ao redor das células sejam trabalhados com vegetação para que não corra o assoreamento do solo. Em seguida, são depositados diariamente camadas de pilha de resíduos, seguidos por uma camada de 15 a 20 centímetros de terra misturados a outros material disponível como forração ou saibro (Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia – CONDER), compactados de modo que diminua o volume total, camadas intermediárias de solo são colocadas na parte superior e lados expostos do resíduo compactado. (Switzenbaum, 2005).

O interior das células deve possuir um sistema de drenagem de águas pluviais, protegendo de infiltrações oriundas de chuva no interior do aterro, que causa acúmulo de carga hidráulica sobre o solo. (Boscov, 2008; Heier e Stegmann, 2005; Lange et al., 2008; Switzenbaum, 2005), impedindo assim o contato direto da água com os RSU, e como consequência diminuindo o volume de efluentes a serem tratados. Pereira Neto (2007a) afirma que a drenagem do chorume pode ser feita através de tubos de PVC, concreto ou barro e drenos de brita nº 1 e nº 2, segundo o autor, o método mais utilizado é o “espinha de peixe”.

As formas de se tratar o chorume retirado pelos drenos é semelhante com as utilizadas na revitalização de rios e tratamento de esgoto e consiste em: lagoas anaeróbias, facultativas, reatores, digestores, etc. No caso de aterros, prioriza-se pelo uso de lagoas anaeróbias e facultativas, onde ocorre a remoção da matéria orgânica do chorume, pela ação das bactérias e após o tempo de detenção o líquido deve estar em condições de ser lançado nos corpos d’água sem que corra o risco de contaminar o meio ambiente.

Esquema de cobertura de um aterro.



Fonte: Cartilha CONDER (2019).

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

Normativas e Legislação.

Conforme já mencionado, os aterros sanitários seguem normas restritivas que orientam desde sua concepção, logística de funcionamento e acompanhamento pós funcionamento, a que representa maior relevância é a ABNT NBR 8419/1992 versão corrigida de 1996 que trata de apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento e ABNT NBR 13896/1997 referente a aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.

A Lei 11.107/2005 e a Resolução 404/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e CEMA 094/2014 trata de normas gerais de contratação de consórcios públicos, e estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.

Além do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, que licencia aterros sanitários, e de outras infraestruturas e instalações operacionais integrantes do serviço público de limpeza urbana, e de manejo de resíduos sólidos pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), conforme orientado pelo PNRS Art. 18º.

Já para as usinas de biogás, até o presente momento não existem normativas da ABNT especificas para tal, desta forma, utiliza-se a Portaria 3.214, 1978 referentes a segurança do trabalho. Tratando-se de um local de alta periculosidade, deve-se minimizar perigos como intoxicação, escape de substancias toxicas e até mesmo explosões (PROBIOGAS, 2015), e para os espaços arquitetonicos que serão espaços de trabalho, serão utilizadas normas como NBR 9050 e outras de ergonomia e conforto.

Usina Termoelétrica a Biogás.

A usina termoelétrica a biogás capta o biogás em poços de aterros sanitários (ou outras fontes de biomassa) a partir de drenos e por meio de motores a combustão de alta performance, o biogás é queimado e por fim gera energia elétrica. O gás excedente que não pode ser convertido em energia é queimado em Flare, essa queima transforma o gás metano em dióxido de carbono (CO2), que é 23 vezes menos poluente, o que contribui significativamente para a diminuição do efeito estufa.

O processo da coleta pode ocorrer de duas formas: uma chamada de coleta vertical, que capta o biogás a partir dos poços de tratamento de chorume dos aterros sanitários, e outro chamado “coleta horizontal”, que são os próprios drenos (Carvalho, 2019). Esses poços são instalados por cima das membranas inferiores do aterro, onde o RSU é depositado ao redor dos poços, que podem ser alongados se o operador decidir aumentar o nível de resíduos dentro do aterro (DUDEK et al., 2010). Os poços são preenchidos por uma tubulação por onde passa o gás, sendo o espaço entre está e as paredes do buraco preenchido por cascalho (Carvalho, 2019).

Fluxo do Biogás em uma usina

Fonte: Carvalho (2019)

Uma vez coletado, o gás passa por um processo de tratamento que ocorre em algumas etapas, que consistem em remover a água presente, e comprimir o gás para a produção da energia elétrica. Em alguns casos, outros processos podem ser incluídos como: remoção de espuma, redução de vapores, remoção do ácido sulfídrico (H2S), controle dos siloxanos e remoção de CO2 (Carvalho, 2019).

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

Sistema de captação e conversão do biogás em energia

Fonte: BRASMETANO (2007).

Há três tecnologias principais para a conversão do biogás em eletricidade: motores de combustão interna, turbinas a gás e microturbinas, sendo os motores por combustão o mais utilizado, representando mais de 70% de todos os projetos de biogás de aterros sanitários (Carvalho, 2019). Seu custo baixo, fácil adaptação aos aterros e eficiência relativamente elevada, de 25% a 35%, os tornam a tecnologia de escolha em plantas de capacidade instalada entre 0,8 MW e 3 MW (EPA, 2010).

Quadro Resumo Comparativo entre os Estudos de Caso

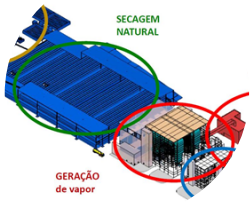
Os estudos de caso que serão apresentados na sequência têm por objetivo desenvolver a pesquisa exploratória acerca dos temas propostos a partir de casos ja existentes ou em fase de licenciamento. O estudo foi composto por 3 (três) pesquisas que ocorrem em três níveis: regional, nacional e internacional, e com focos distintos.

Aterro Sanitário Estre Ambiental (regional): que visa estudar principalmente a implantação do aterro, construção de apoio, setorização e métodos de drenagem de fluidos.

Usina de biogás Usina de Recuperação energética Mauá (nacional): com foco nas instalações da edificação, setores, implantação e vistas.

Edificação em madeira WeWork 25 King (internacional): Neste caso a proposta é identificar a composição estrutural de madeira da edificação e conectores metálicos.

É importante citar que este quadro não tem por objetivo comparar os estudos entre si, visto que cada edificação possui uma tipologia diferente, e o intuito é avaliar como cada estudo pode contribuir para a pesquisa e quais são os pontos de atenção (regular ou ruim) que devem ser melhor previsto.



Legenda	Bom	Regular	Ruim
Itens Analisados	CGR Iguaçu	URE Mauá	25 King
Implantação	Ocupado principalmente pelos aterros e bota espera, tendo um terço da implantação para ocupação de edificação de apoio.	Os blocos que compõem a URE são em distribuídos ocupando quase que por completo o terreno.	Não se aplica
Planta Baixa	Não se aplica	A planta (em anexo), traz com mais detalhes as divisões internas dos blocos e suas disposições	Não se aplica
Fluxograma	Baseia-se no fluxo do RSU dentro da implantação desde sua pesagem (primeiro setor) até o deposito final no aterro.	Assim como no caso do aterro, o fluxo da URE foca na entrada de RSU até sua distribuição energética e a disposição dos blocos acompanham esta lógica.	Neste caso priorizou-se o estudo pelo fluxo das cargas e seu comportamento na edificação
Setorização	São separados entre: administrativo, aterro, biorremediação e estação de tratamento	São divididos entre: Administrativo e recebimento, secagem natural, geração de energia e tratamento de emissões	Neste caso a setorização classifica-se verticalmente pelo uso de material construtivo (conforme imagem 44).
Volumetria	Como as edificações são térreas e esparsas não há um grande desenvolvimento volumétrico.	A volumetria bem caracterizada pelas diferenças de altura entre os blocos que acompanham as necessidades de cada setor.	Uma edificação sem muitas variantes volumétricas, diferenciando-se pelo elemento construtivo e fachada em vidro.
Materiais	As edificações de apoio são em alvenaria convencional e bloco de biorremediação em aço com lona (conforme imagem 22).	Não se aplica	A edificação faz bom uso do CLT e MLC como material constritivo e utiliza o vidro como elemento de fachada.
Entorno	Localizado em uma região afastada do grande centro, porém de fácil acesso pela BR-376.	Encontra-se ao lado do aterro de Mauá, do qual pretende-se fazer uso do biogás.	Encontra-se em um dos principais bairros de Brisbane.
Detalhes Técnicos	Procurou-se pelos detalhamentos de drenagem que são de maior representatividade para os aterros.	Não se aplica	Os detalhes priorizam representar as conexões metálicas entre os elementos estruturais em madeira.

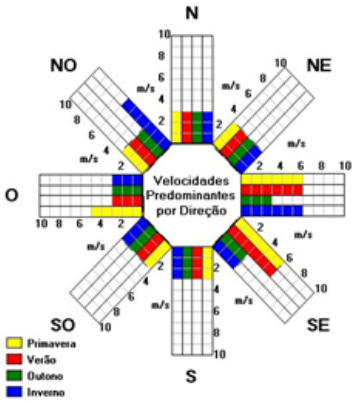
Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

Analise do terreno e seu entorno.

O terreno escolhido está localizado na zona rural de Mandirituba, por se tratar de uma zona não urbana e não haver um projeto urbanístico para tal, as vias que lhe dão acesso são estradas rurais não nomeadas, uma delas inclusive (via da testada norte do terreno), é nomeada localmente como “Estrada principal do Ganchinho”, que é uma continuidade da Rua da Fazenda, por esta via é possível acessar ao lote vindo da BR-116 sem passar pelo pedágio (Figura 53), já pela estrada lateral direita (também não nomeada) é possível seu acesso pela Rua Generoso Ronaldo da Rocha, que termina diretamente na Avenida Paraná, via coletora de maior representatividade urbana de Mandirituba. a área está localizada a 15 minutos de centro de Mandirituba (12 km); 40 minutos do centro de Curitiba (38,5 km de distância), 18 minutos de Aterro da Fazenda Rio Grande (7,9 km de distância) e 24 minutos do Aterro do Caximba (16,7 km de distância).

O terreno possui no total 139 hectares (1.394.832,11 m²), sendo 1.005 metros de fachada frontal, 944 metros de fachada posterior e 1.268 metros de comprimento. Devido a atividades extrativistas que aconteceram na região, o terreno encontra-se limpo, com apenas algumas massas vegetais principalmente ao redor do leito do córrego e no meio do terreno.

Por ser afastado dos centros urbanos, o terreno está livre de sombreamento oriundo de outras edificações, desta forma a edificação a ser proposta será privilegiada por insolação e ventilação natural. A fachada frontal encontre-se ao norte sendo seu período de maior insolação aos equinócios, e pela rosa dos ventos, possui predominância de ventos oriundos da fachada leste.



Por se tratar de área rural não há Plano de Zoneamento ou diretrizes projetais previstas no Plano Diretor Municipal, portanto, serão considerados as diretrizes do Instituto Ambiental do Paraná – IAP, do CONAMA e a Resolução Estadual CEMA 094/2014. Conforme a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente de Mandirituba, o terreno possui coordenada geográfica: 25°42'44.9"S 49°21'16.8"W, registro junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA): 49691996 e CCIR: 701106001775-9.

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

Organograma e Programa de Necessidades

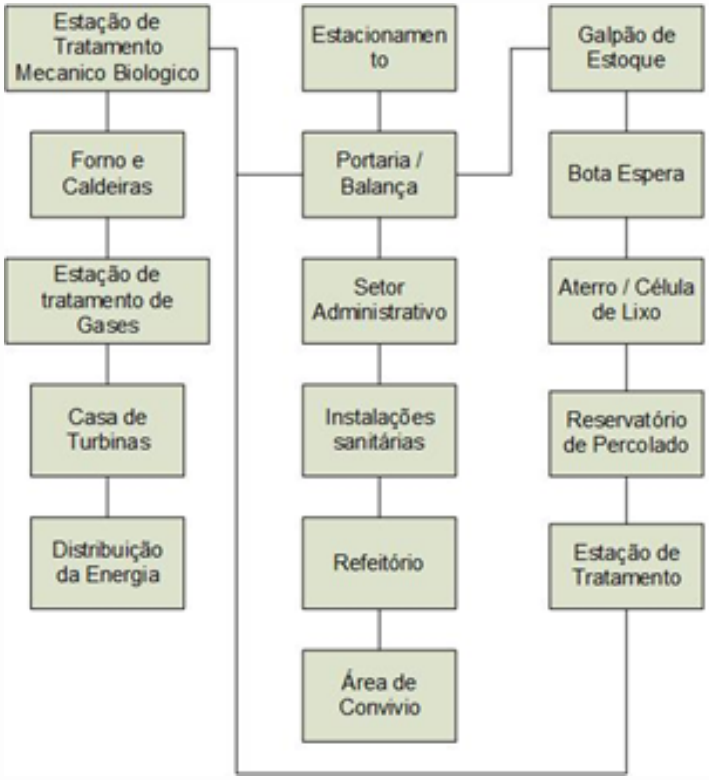
Baseado nos estudos de caso apresentados, assim como de outros que não foram apresentados, mas estão referenciados nesta monografia, foi desenvolvido um Programa de Necessidades, em que combinou-se as necessidades tanto do Aterro como da Usina, assim, alguns ambientes não serão repetidos. É importante destacar também de que será proposto um aterro sanitário de pequeno porte que servira como complemento ao CGR-Iguaçu, que se encontra em atividade no momento.

Programa de Necessidades			
Ambiente	Quantidade	Área (m²)	Área Total
Portaria	1	30	30
Recepção	1	20	20
Sala de Treinamentos	3	40	120
Almoxarifado	1	50	50
Instalações Sanitarias	5	15	75
Sala de reunião	3	20	60
Sala para Tecnicos	1	25	25
Sala de Engenhairos	1	25	25
Financeiro	1	25	25
Diretoria	1	20	20
Sala de Monitoramento	1	20	20
Circulação	1	50	50
RH	1	25	25
Total Administrativo			515
Instalações sanitárias	7	10	70
Cozinha	1	80	80
Despensa	1	15	15
Lavatorio	1	10	10
Lavanderia	1	10	10
Salão	1	285	285
Total Refeitorio			400

Programa de Necessidades			
Ambiente	Quantidade	Área (m²)	Área Total
Aterro (Celula de lixo)	1	5000	5000
Bota espera	1	1000	1000
Estacionamento	1	1000	1000
Galpão de Estoque	1	1500	1500
Estação ETMB	1	3000	3000
Lagoa de Percolados	1	300	300
Estação de Tratamento	1	3000	3000
Fornos e Caldeiras	1	2000	2000
Tratamento de Gases	1	1500	1500
Casa de Turbinas	1	2000	2000
Área de Convivio	1	200	200
Área Total			26580

- Instituto Ambiental do Paraná – IAP
- CONAMA
- Resolução Estadual CEMA 094/2014
- EIA/RIMA CETESB, 2020
- EIA/RIMA JURIS AMBIENTIS
- Neufert: Arte de projetar em arquitetura

Organograma



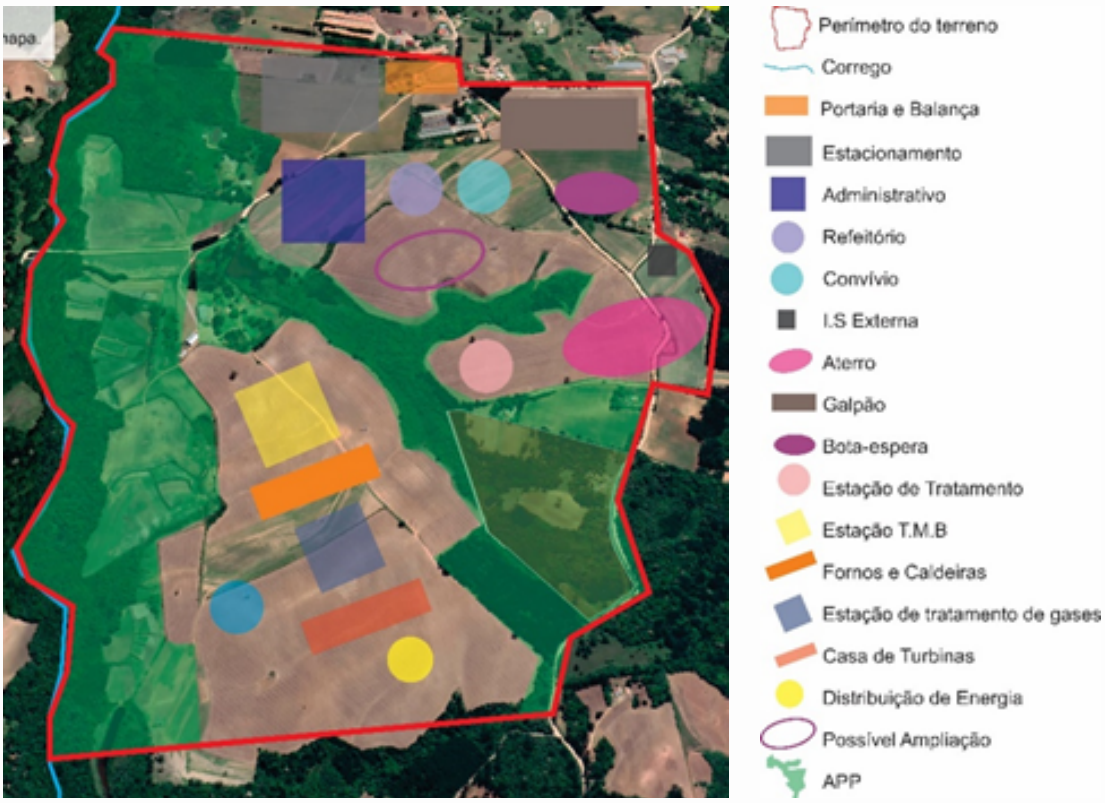
Ao total, é previsto de que a área seja de aproximadamente 26.580m², é importante também ressaltar de que será necessário projetar as vias de acesso e circulação dentro do complexo além de manter uma área para possíveis ampliação, seja umas novas células de aterro ou um novo aterro de tipo I (resíduos perigosos).

O organograma esquemático e resumido é organizado por setores, bem como o programa de necessidades indicado anteriormente irão se comunicar no terreno, necessário ressaltar de que o fluxo está relacionado diretamente ao percurso do RSU, já que somente funcionários terão acesso ao complexo de aterro e usina.

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

Proposta de Ocupação do Terreno.

Tendo em vista os assuntos abordados, as legislações, organograma e programa de necessidades apresentados, a figura abaixo tem por propósito agrupar todos estes conhecimento e necessidades na distribuição espacial do terreno.



Os blocos são ligeiramente afastados um do outro, de modo que permita uma maior mais ventilação entre eles e dissipação de ruídos, o fluxo inicia-se pela portaria,e balança e segue para o setor administrativo que se mantem entre as áreas do aterro e usina, a direita do administrativo estão localizadas todos os setores que se referem ao aterro sanitário, ele se inicia pelo galpão de estoque e finaliza na Estação de Tratamento de Lixiviado (E.T.L).Abaixo na figura está do bloco administrativo se encontra o complexo da Usina de Bioenergia, iniciada pela Estação T.M.B até a distribuição de energia elétrica diretamente a rede, por isto, este último setor localiza-se próximo a estrada de acesso ao Município de Mandirituba. Cabe ressaltar que a E.T.L e E.T.M.B ficarão paralelas para que possam se conectar através de drenos subterrâneos. Outro importante para a concepção do complexo é a APP (Área de Preservação Permanente), que deverá ocupar 50% do terreno e além de permear o córrego a esquerda que também faz a separação do complexo e funciona como uma barreira sonora para os demais ambientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal do projeto propor é o aproveitamento de potencial energético de RSU, mais precisamente através de uma usina de bioenergia junto a um aterro sanitário para que se possa coletar o chorume como matéria prima para conversão em energia elétrica, que retornará a comunidade, assim, o percurso do lixo gerado nos centros urbanos torna-se cíclico, o que minimiza seus impactos ao meio ambiente. Para melhor concepção da proposta projetual das edificações dentro do terreno, foi utilizado o método de pesquisa exploratória e análise dos estudos de caso, com foco e projetos de aterro sanitário (localizado na Fazenda Rio Grande), usina de bioenergia (localizado na Mauá – SP) e uma edificação em madeira (localizado em Brisbane – Austrália), que contribuíram para a concepção da proposta final. Por fim, todo os estudos apresentados contribuíram para que no final se propusesse um plano de ocupação para um complexo industrial composto por um aterro sanitário e uma usina de bioenergia construídos em sua grande parte por MLC, que será uma ferramenta a mais tanto para o gerenciamento de RSU, como fonte de energia renovável a sociedade, objetivo este que vai de encontro a PNRS de 2012.

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com

REFERÊNCIAS

ABLP, - Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública. Limpeza Publica: Aterros Sanitarios. 2010. Disponivel em: <http://www.ablp.org.br/revistaPDF/edicao_0073.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8.419: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896 /1997: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.

ABRELPE. Caderno informativo recuperação energética. In: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo, Brazil: [s.n.], 2012.

ALBUQUERQUE, J. B. Torres de. Resíduos sólidos. Leme: Independente, 2011.

AMATA BRASIL. AMATA BRASIL: Conheça o 25 King: o maior edifício de madeira engenheirada da Austrália, 2019. Disponível em: < https://medium.com/@amatabrasil/conhe%C3%A7a-o-25-king-o-maior-edif%C3%ADcio-de-madeira-engenheirada-da-austr%C3%A1lia-366f67da7584> Acesso em 04 de mai 2021.

AURECONGROUP. Projetos: 25 King, Brisbane , Austrália. 2018. Disponível em: <https://www.aurecongroup.com/projects/property/25-king> Acesso em 03 abr 2021.

BARROS, R.M. Tratado sobre Resíduos Sólidos: Gestão, uso e sustentabilidade. 2013. Rio de Janeiro: Interciência.

BOSCOV, Maria; GIMENEZ, Eugenia. Geotecnia Ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2008.
BRASIL. Lei no 9.605. Política Nacional de Resíduos Sólidos, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 09 jun. 2021.

BRASIL. LEI Nº 12.305 DE 02 de agosto de 2010, Institui A Política Nacional De Resíduos Sólidos; Altera A Lei Nº 9.605, De 12 De Fevereiro De 1998; E Dá Outras Providências. Disponivel em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=12305&ano=2010&ato=e3dgXUq1keVpWT0f1>. Acesso em: 23 fev. 2021.

BRASIL. Concelho Nacional do Meio Aambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 404. 2008. 8º, inciso I, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponivel em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=108772>. Acesso em: 15 mai. 2021.

CARVALHO. R. Q; TAVARES, A.N; SANTOS, G. V. Oportunidades Enterradas: Geração Elétrica a Partir do Biogás de Resíduos Sólidos Urbanos. Vitória 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. CPEA. Estudo De Impacto Ambiental – EIA Unidade De Recuperação Energética – Ure Mauá. MAUÁ – SP. 2019

CURITIBA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Aterro Sanitário de Curitiba. Disponivel em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/aterro-sanitario-de-curitiba/454>. Acesso em: 28 fev. 2021.

ECYCLE. O que é e como ele é transformado em energia. Disponivel em: < https://www.ecycle.com.br/biogas//>. Acesso em: 15 abr. 2021.

GOLDEMBERG, J; NIGRO, F.E.B; COELHO, S.T. Bioenergia no Estado de São Paulo. São Paulo, setembro de 2008. Disponivel em: <http://cmsdespoluir.cnt.org.br/Documents/PDFs/livro_bioenergia.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2021.

GOOGLE EARTH PRO. O google terrestre mais detalhado do mundo. Disponível em:<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

JURIS AMBIENTIS. ESTRE. EIA- Estudos de Impacto Ambiental Centro de Gerenciamento de Resíduos Aterro Classe I. Fazenda Rio Grande – PR.

KNAPP. Knapp Connectors: MEGANT®- sistema de serviço pesado, 2017. Disponível em: <https://www.knapp-verbinder.com/en/produkt/megant-heavy-duty-system/> Acesso em: 05 de dez de 2020.

KREILEMAN, G. J. J., BOWMAN, A. F. Computing Land Use Emissions of Greenhouse Gases. Water Air and Soil Pol., Vol. 76, No. 2., pp. 231-257, 1994.

MIGLIANI, Audrey. ArchDaily. O que é Madeira Laminada Colada (MLC ou Glulam)?. 12 de Novembro de 2019. Disponivel em: < https://www.archdaily.com.br/br/928061/o-que-e-madeira-laminada-colada-mlc-ou-glulam >. Acesso em: 15 abr. 2021.

MORAVIA, Wagner G. Avaliação do Tratamento de Lixiviado de Aterro Sanitário Através de Processo Oxidativo Avançado Conjugado com Sistema de Separação por Membranas. Belo Horizonte 2010. Disponivel em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/412D.PDF>. Acesso em: 10 mai. 2021.

PORTELLA, M. O; RIBEIRO, J. C. J. Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos. Revista Direito Ambiental e sociedade, v. 4, n. 1, 2014 (p. 115-134). Disponivel em: <http://ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/viewFile/3687/2110>. Acesso em: 25 mar. 2021.

SÃO PAULO. Portal do Governo. Unidade de Recuperação Energética em Mauá tem parecer favorável para implantação. 2020. Disponivel em: < https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/unidade-de-recuperacao-energetica-em-maua-tem-parecer-favoravel-para-implantacao/>. Acesso em: 25 mar. 2021.

SILVA, Ana L. F. Potencial de aproveitamento energético do biogás produzido no Aterro Sanitário Metropolitano de Natal. 2019. Natal-RN.

SOUZA, J; PFINGSTAG, M. E; SCHAEFFER, L; ROSSINI, E. G. Um método para projeto de plantas de biogás. 22 de março de 2014.

SWITZENBAUM, MichaelS. Sanitary Landfills:Long-term Stability and Environmental Implications.In:JÖRDENING, Hans-Joachim; WINTER,Josef. Environmental Biotec hnology: Concepts an dApp lications. Karsruhe: W iley-VHC, 2005.

Ana Paula Cunha da Silva - Graduanda em Arquitetura e Urbanismo - anapc8525@live.com
Flávia Iankowski Claro Pereira - Orientadora Bacharel em Arquitetura e Urbanismo - flaviaiclaro@gmail.com