

Arquitetura e Urbanismo: Forma, Espaço e Design

Jeanine Mafra Migliorini
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2019

Jeanine Mafra Migliorini
(Organizadora)

Arquitetura e Urbanismo: Forma, Espaço e Design

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A772	Arquitetura e urbanismo: forma, espaço e design [recurso eletrônico] / Organizadora Jeanine Mafra Migliorini. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-615-7 DOI 10.22533/at.ed.157190509 1. Arquitetura. 2. Desenho (Projetos). 3. Urbanismo. I. Migliorini, Jeanine Mafra. CDD 720
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Discutir Arquitetura e Urbanismo é trazer à tona uma realidade cotidiana, é abordar a relação entre homem e espaço. Esta por sua vez, impacta diretamente na qualidade de vida das pessoas. Por isso pesquisar sobre Arquitetura e Urbanismo é abrir um leque de infinitas possibilidades de abordagem, que pode ser a arquitetura enquanto construção, o patrimônio, a cidade, os parques, as políticas de habitação, enfim, temas que parecem desconectados, mas que, na realidade, possuem uma ligação primordial: o espaço habitado pelo homem.

É em busca de qualidade desse espaço vivido que os artigos deste livro se conectam. O espaço construído é discutido enquanto verticalização e também patrimônio, as políticas de habitação e seus impactos na urbanização; o espaço aberto aparece nas discussões acerca dos parques e patrimônio natural. Os relatos aqui apresentados oportunizam reflexões sobre o urbano, sua segregação, sua degradação, suas inclusões e exclusões, e vislumbram um horizonte de possibilidades para nossos espaços.

A relevância de trazer à tona discussões atualizadas para nossos espaços, faz deste *e-book* uma contribuição efetiva para diversas áreas que estudam o espaço e sua relação com o homem, disseminando visões acerca desses conhecimentos.

Jeanine Mafra Migliorini

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ARRANHA-CÉU NO SÉCULO XXI: SENTIDO DE CHEGADA E O SENTIDO DE LUGAR. O CASO DO LEADENHALL BUILDING	
Luís Henrique Bueno Villanova	
DOI 10.22533/at.ed.1571905091	
CAPÍTULO 2	14
PARQUES LINEARES COMO ELEMENTOS DE CONEXÃO: UMA ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA COBERTURA VEGETAL	
Gisele Aparecida Nogueira Yallouz	
Bruno Silva Ferreira	
Fabiany Sampaio Bertucci Tavares	
Jussara Maria Basso	
DOI 10.22533/at.ed.1571905092	
CAPÍTULO 3	25
A PAISAGEM DA BAIÁ DA GUANABARA: PATRIMÔNIO, SEGREGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO	
Leonardo Marques de Mesentier	
Evelyn Furquim Werneck Lima	
DOI 10.22533/at.ed.1571905093	
CAPÍTULO 4	40
PATRIMÔNIO INDUSTRIAL E ECONOMIA CRIATIVA CONVERGÊNCIAS	
Elisabete Barbosa Castanheira	
DOI 10.22533/at.ed.1571905094	
CAPÍTULO 5	54
AS JANELAS QUEBRADAS NO QUARTO DISTRITO DE PORTO ALEGRE	
Daniel Barreto Dillenburg	
Marina Machado Dillenburg	
DOI 10.22533/at.ed.1571905095	
CAPÍTULO 6	65
FRAGMENTOS URBANOS: SEGREGAÇÃO SOCIOESPACIAL EM UBERLÂNDIA/MG	
Guilherme Augusto Soares da Motta	
DOI 10.22533/at.ed.1571905096	
CAPÍTULO 7	79
O MINHA CASA MINHA VIDA “EMPRESAS” NA CIDADE DE SÃO PAULO: UMA ANÁLISE DO CONJUNTO HABITACIONAL “TEOTÔNIO VILELA – PIRACICABA”	
Marcelo Álvares de Lima Depieri	
DOI 10.22533/at.ed.1571905097	

CAPÍTULO 8	91
ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO DE FOSSAS SÉPTICAS DE PNEUS DE DESCARTE EM ÁREAS RURAIS DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ - MG	
Bruna Horta Bastos Kuffner	
Claudio Marcelino de Toledo	
Demarcus Werdine	
José Maurício Pereira dos Santos	
Leyde Kelly Miranda	
Maira de Mendonça	
DOI 10.22533/at.ed.1571905098	
CAPÍTULO 9	104
AUTENTICIDADE EM RISCO ONDE ESTA O ARCO? O GATO COMEU!	
Eder Donizete da Silva	
Adriana Dantas Nogueira	
DOI 10.22533/at.ed.1571905099	
SOBRE A ORGANIZADORA	120
ÍNDICE REMISSIVO	121

ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO DE FOSSAS SÉPTICAS DE PNEUS DE DESCARTE EM ÁREAS RURAIS DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ - MG

Bruna Horta Bastos Kuffner

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI
Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903
Itajubá, MG, Brasil

Claudio Marcelino de Toledo

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI
Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903
Itajubá, MG, Brasil

Demarcus Werdine

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI
Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903
Itajubá, MG, Brasil

José Maurício Pereira dos Santos

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI
Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903
Itajubá, MG, Brasil

Leyde Kelly Miranda

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI
Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903
Itajubá, MG, Brasil

Maira de Mendonça

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI
Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903
Itajubá, MG, Brasil

RESUMO: A deposição de pneus que atingiram o final de sua vida útil em locais inapropriados tem aumentado gradativamente, o que contribui negativamente para o meio ambiente

e sociedade. Existem diversas maneiras de reaproveitar estes componentes, como por exemplo, na utilização de fossas sépticas em locais que não possuem sistemas de saneamento básico. Desta forma, este estudo objetivou viabilizar a confecção de fossas sépticas de pneus em áreas onde não possuem rede de coleta de esgoto no município de Itajubá – MG, utilizando como modelo uma residência de padrão médio que abriga uma família de cinco pessoas. Assim, evita-se que estes dejetos sejam lançados direto nos cursos d'água e conseqüentemente, aliviam-se as poluições ambientais geradas pelo armazenamento de pneus em locais inadequados. A metodologia de pesquisa consistiu na elaboração do projeto da fossa séptica e sumidouro e posteriormente, na análise da viabilidade ambiental destas fossas através do cálculo dos pneus com o auxílio do software WARM. Os resultados indicaram que a utilização de pneus de reuso em fossas sépticas gera uma economia energética de – 4,138 MJ em comparação com o modelo de concreto, um ganho econômico de R\$ 221,72 / ano e um reuso de 23.282 pneus para todas as moradias rurais do município. Desta forma, comprova-se a viabilidade econômica, energética e ambiental deste tipo modelo de fossa séptica.

PALAVRAS-CHAVE: Fossa séptica, pneus, reciclagem.

ABSTRACT: The deposition of tires that have reached the end of its life cycle in inappropriate places has gradually increased, which contributes negatively to the environment and society. There are several ways to reuse these components, such as the use of septic tanks in places that lack water sanitation systems. Thus, this study aimed to enable the manufacture of septic tanks made of tires in areas where lack of sewage collection network in the city of Itajubá - MG, using as a model a medium standard residence, which houses a family of five. This prevents that these wastes are directly released into waterways and consequently ease up environmental pollution generated by the storage of tires in inappropriate places. The research methodology consisted in developing the septic tank and sink design and later analyzing the environmental feasibility of these tanks by calculating the tire with the help of WARM software. The results indicated that the use of reuse tires in septic tanks generates an energetic economy of – 4,138 MJ in comparison with the concrete model, an economic gain of R\$ \$ 221,72 / year and a reuse of 23.282 tires for all the rural dwellings in the municipality. Thus, is check out the economic viability, energetic and environmental of this kind of septic tank model.

KEYWORDS: Septic tank, tires, recycling.

1 | INTRODUÇÃO

Com a evolução da economia, tendências de mercado e aumento da renda per capita, cada vez mais as populações tem crescido em metrópoles e pequenas cidades. Este acréscimo da população em áreas urbanas decorre de vários fatores, podendo-se citar o incentivo do governo nos programas de moradia popular, a expansão dos assentamentos rurais e até mesmo o aquecimento do setor da construção civil devido aos programas governamentais de aceleração do crescimento (ROLNIK & KLINK, 2011).

Conforme a população aumenta, é notado um crescimento exponencial de resíduos de diversas naturezas: Orgânicos, metais ferrosos e não ferrosos, vidros, plásticos, papel, papelão, resíduos biodegradáveis, não biodegradáveis, recalcitrantes ou xenobióticos. Este aumento na massa de resíduos sólidos implica na necessidade de ações, tratamentos, formas de reciclar e inovar para que ocorram melhorias na qualidade de vida do homem (GODECKE *et al.*, 2013).

Um dos resíduos mais comumente gerado pelo ser humano devido à suas necessidades básicas fisiológicas é o esgoto sanitário. Conforme o número de habitantes aumenta, o número de habitações aumenta, e conseqüentemente, o volume destes dejetos domésticos. Todavia, as empresas responsáveis pela coleta e tratamento destes resíduos não conseguem suprir a demanda necessária, tanto das novas moradias localizadas em lugares mais remotos das cidades, quanto daquelas implantadas em terrenos invadidos, irregulares ou em zonas rurais (CARVALHO &

OLIVEIRA, 2014).

O programa das nações unidas para o desenvolvimento constatou que no Brasil quase dois terços da população que vive fora de áreas urbanas ainda não conta com um serviço básico de saneamento adequado, o que corresponde a mais de 20 milhões de pessoas expostas a riscos de contrair doenças infecciosas ou parasitárias, adquiridas principalmente pelo contato direto ou indireto com o esgoto (TEIXEIRA & GUILHERMINO, 2006).

O município de Itajubá – MG é relatado pelo IBGE como sendo um município com grande número de moradias rurais sem rede de coleta de esgoto, representando uma ameaça à bacia do rio Sapucaí, que fornece abastecimento de água para quarenta e oito municípios do estado de Minas Gerais. Uma das maneiras de aliviar este impacto ambiental é com a construção de fossas sépticas (IBGE, 2010).

A fossa séptica, ou fossa negra, ainda é utilizada em locais que carecem de rede de coleta de esgoto, como as áreas afastadas dos centros urbanos. Popularmente chamada de casinha, gera maus odores e tem maior possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos e fontes de abastecimento de água por não ter proteção antes da biodigestão. A NBR 7229 sugere que sejam realizadas inspeções e limpezas periodicamente pelas empresas que realizam a destinação final destes dejetos (PEREIRA, 2015).

A construção de fossas sépticas de pneus desgastados é uma ideia que tem sido implantada no setor da construção civil como uma alternativa às tradicionais fossas construídas em concreto armado. Com a necessidade de melhorar a qualidade ambiental através da coleta de esgoto em áreas não atendidas pela coleta pública, a construção de fossas sépticas com uso de pneus como material vem a agregar de forma econômica, com ganhos ambientais e na saúde pública (COSTA & GUILHOTO, 2014).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho foi a definição de um modelo de fossa séptica e sumidouro com pneus designados para descarte no município de Itajubá-MG. A Norma NBR 7229:1993 e o manual de instruções para instalação de fossa séptica e sumidouro em residências elaborado pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal foram utilizadas como referências para a determinação das dimensões construtivas da fossa séptica e sumidouro.

Foi efetuada uma comparação orçamentária e de energia incorporada dos materiais utilizados nos modelos de fossa séptica tradicional em concreto armado e o de pneus, e a simulação do cenário proposto na planilha computacional WARM (Waste Reduction Model – Modelo de Redução de Resíduos) da área de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) para averiguação dos benefícios em produção/

redução na geração e gerenciamento de energia e de emissão de CO₂.

2.1 Dimensionamento do Tanque Séptico e Sumidouro Convencional

A geometria das fossas ou tanques sépticos podem ser cilíndricos ou prismáticos retangulares. Os tanques cilíndricos maximizam a área útil em favor da profundidade, e os prismáticos retangulares são utilizados para maior área horizontal e menor profundidade. Nesta pesquisa, será utilizado o modelo cilíndrico para a fossa séptica.

Os tanques sépticos devem ser resistentes a solicitações de cargas horizontais e verticais, em dimensões suficientes para garantir a estabilidade em face de cargas rodantes, sobrecargas aplicadas no dimensionamento das respectivas edificações, pressões horizontais de terra e a carga hidráulica devida à sobrelevação de lençol freático em zonas suscetíveis a esse tipo de ocorrência. Existem condições específicas para os tanques sépticos nas distâncias horizontais mínimas a partir da face externa:

- 1,50 m de construções, limites de terreno, sumidouros, valas de infiltração e ramal predial de água;
- 3,0 m de árvores e de qualquer ponto de rede pública de abastecimento de água;
- 15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

A NBR 7229/1993 especifica que o volume útil total do tanque séptico deve ser estimado através da Equação 1.

$$V = 1000 + N (CT + K Lf) \quad (1)$$

V = Volume útil, em litros;

N = Número de pessoas ou unidades de contribuição;

C = Contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia (NBR 7229/1993);

T = Período de detenção, em dias (NBR 7229/1993);

K = Taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco (NBR 7229/1993);

Lf = Contribuição de lodo fresco, em litro/pessoa x dia.

2.2 Modelo Proposto de Fossa Séptica de Pneus

O modelo proposto nesta pesquisa é baseado no modelo criado pelo Departamento de Água e Esgoto de Uberlândia em 2016 (DMAE), no qual está ilustrado na Figura 1. Este sistema consiste em dois módulos, com cada módulo feito de 5 pneus, totalizando 10 pneus. Estes módulos são interconectados com tubos de PVC e impermeabilizados com manta asfáltica.

O primeiro módulo do sistema recebe o esgoto diretamente da residência, no qual corresponde ao sistema biodigestor, e o segundo módulo é definido como o

módulo filtrante, preenchido com areia e brita, onde consegue-se eliminar 95% das impurezas. Esta fossa atende uma família de cinco pessoas, e possui duração de 3 anos. É considerada uma fossa sustentável do ponto de vista ecológico, porque além de promover o reaproveitamento dos pneus, evita a contaminação do lençol freático.



Figura 1: Corte transversal da fossa séptica de pneus

Fonte: Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia (2016)

2.3 Avaliação e Comparação de Custos

A avaliação e comparação de custos entre a fossa séptica e sumidouro convencionais em concreto armado e a construída em pneus recicláveis serão realizadas através de um levantamento orçamentário de cada um destes sistemas construtivos. O principal intuito será o de avaliar as vantagens e desvantagens econômicas de ambos os sistemas.

2.4 Viabilidade Energética e Ambiental

O cálculo que relaciona a economia de energia através do uso de pneus nas construções de fossas sépticas e sumidouros em áreas rurais da cidade de Itajubá – MG serão determinados através da análise no software computacional WARM e da avaliação da energia incorporada na produção de cada material utilizado para a fabricação da fossa séptica e sumidouro.

A viabilidade ambiental do modelo proposto será apresentada pela análise de emissão de gases de efeito estufa na planilha WARM, fazendo um comparativo da destinação dos pneus em desuso na cidade de Itajubá – MG com a aplicação dos mesmos na confecção de fossas sépticas e sumidouros em áreas rurais do município.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.5 Dimensionamento do Tanque Séptico e Sumidouro Convencional

Segundo o IBGE, a composição das famílias residentes em áreas rurais tem em média cinco membros. No município de Itajubá – MG residem em torno de 8315 habitantes em áreas rurais, como mostra o último censo realizado na região (ano de 2010). Para o cálculo do volume da fossa séptica foi considerado o período de limpeza de 3 anos. Os valores tabelados de acordo com os dados encontrados para o cenário proposto juntamente com o cálculo é encontrado a seguir.

$$N = 5 \text{ usuários}$$

$$C = 130 \text{ litros para residências de padrão médio}$$

$$T = (5 * 130) = 650 \text{ L} - \text{Que gera 1 dia de detenção}$$

$$K = 145 \text{ e } L_f = 1,0 \text{ l}$$

$$V = 1000 + N (C * T + K * L_f)$$

$$V = 1000 + 5 (130 * 1 + 145 * 1)$$

$$V = 2375 \text{ litros}$$

O volume da fossa séptica para cada residência na zona rural do município de Itajubá – MG baseado na coleta de dados da cidade é de 2.375 litros. Para a confecção de sumidouros, não há norma específica que o enquadra, assim considera-se o mesmo volume encontrado para a construção de fossa séptica.

3.6 Modelo de Fossa Séptica e Sumidouro Convencional e de Pneus Proposto

Para a confecção de fossas sépticas e sumidouros, escava-se o terreno, e em seguida são inseridos concreto, malha de ferro, brita, argamassa e materiais cerâmicos, com tubos de entrada e saída de 100 milímetros de diâmetro em material de PVC.

Baseado no modelo padrão já citado, para reutilização de pneus descartados como resíduo sólido urbano para a manufatura de fossas sépticas, foi também pesquisado a reutilização destes mesmos pneus para a confecção de sumidouros. Na base da fossa séptica de pneus será inserida uma camada de concreto magro, de 5 cm de espessura, com uma malha de aço e altura de 10 cm para proteção em caso de vazamento de esgoto. No sumidouro, será introduzido brita no fundo de cada coluna de pneus, para a filtração do líquido proveniente da fossa.

3.7 Avaliação e Comparação de Custos

- Custo da fossa séptica em concreto armado

As fossas sépticas pré-moldadas em concreto armado podem ser adquiridas diretamente dos seus fabricantes, normalmente empresas fabricantes de pré-moldados, que também fornecem cotações sobre a montagem das fossas in loco.

A execução desse tipo de fossa séptica começa pela escavação do buraco onde a fossa vai ficar enterrada no terreno. O fundo do buraco deve ser compactado, nivelado e coberto com uma camada de 5 cm de concreto magro (1 saco de cimento, 8 latas de areia, 11 latas de brita e 2 latas de água, a lata de medida é de 18 litros). Sobre o concreto magro é feita uma laje de concreto armado de 6 cm de espessura (1 saco de cimento, 4 latas de areia, 6 latas de brita e 1,5 litros de água), malha de ferro de diâmetro de 4.2 mm a cada 20 cm. Devem-se executar duas fiadas de tijolo comum sobre a laje de concreto armado em todo seu perímetro com o objetivo de evitar o contato do efluente com o solo.

O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a penetração do efluente da fossa séptica no solo. O diâmetro e a profundidade dos sumidouros dependem da quantidade de efluentes e do tipo de solo. Neste projeto, adotou-se diâmetro de 1,2 m e altura de 2,2 m. Os sumidouros podem ser construídos de tijolo maciço ou blocos de concreto ou ainda com anéis pré-moldados de concreto sendo este, o tipo adotado para o projeto devido à facilidade de execução. A construção de um sumidouro começa pela escavação de um buraco, a cerca de 4 m da fossa séptica e um nível um pouco mais baixo para facilitar o escoamento dos efluentes por gravidade. A profundidade do buraco deve ser de 70 cm maior que a altura final do sumidouro. Isso permite a colocação de uma camada de 20 cm de pedra, no fundo do sumidouro, para infiltração mais rápida no solo. As paredes de anéis pré-moldados devem ser apenas colocadas umas sobre as outras, sem nenhum rejuntamento, para permitir o escoamento dos efluentes. A laje ou tampa do sumidouro pode ser feita com uma ou mais placas pré-moldadas de concreto, ou executada no próprio local, tendo o cuidado de armar em forma de tela. A seguir apresenta-se um levantamento estimativo de materiais e custos para a execução de uma fossa séptica com sumidouro em concreto armado.

Materiais e Mão de Obra da Fossa Séptica

- 5 anéis de concreto: R\$ 450,00
- 1 tampa de concreto: R\$ 35,00
- 50 tijolos comuns: R\$ 20,00
- 2 varas de ferro de 4,2 mm: R\$ 10,50
- 0,25 m³ de concreto: Cimento, areia grossa e brita ½: R\$ 100,00
- Escavação, execução concreto, assentamento dos anéis e ligação das tubulações, conexões: Um pedreiro e um servente

Total de Materiais: R\$ 615,50

Total de Mão de Obra: R\$ 700,00

Materiais e Mão de Obra do Sumidouro

- Seis anéis de concreto: R\$ 540,00
- 01 tampa de concreto: R\$ 35,00
- 0,8 m³ de brita ½: R\$ 50,00
- Tubulações e conexões PVC (Diâmetro de 100 mm): R\$ 80,00
- Escavação, execução concreto, assentamento dos anéis e ligação das tubulações e conexões: um pedreiro e um servente.

Total de Materiais: 705,00

Total de Mão de Obra: R\$ 700,00

Custo Total De Uma Fossa Séptica com Sumidouro em Concreto Armado: R\$ 2.720,50

- Custo de uma fossa séptica e sumidouro em pneus

O custo da fossa séptica de pneus, que foi baseado no modelo do Departamento de Água e Esgoto de Uberlândia, corresponde aos valores referentes aos materiais e a mão de obra. Destaca-se que para a construção deste sistema construtivo utilizam-se 48 pneus em desuso, o que além de não acrescer nenhum valor econômico a este método, representa um ganho ambiental em decorrência de seu reaproveitamento.

Materiais e Mão de Obra da Fossa Séptica

- 2 metros de manta asfáltica: 30,00
- 1 m³ de areia: R\$ 70,00
- 1 m³ de brita: R\$ 100,00
- Tubulações e conexões PVC (Diâmetro de 100 mm): R\$ 80,00
- Camada de fundo de concreto magro (Cimento, areia grossa e brita ½) para cada uma das 4 colunas de pneu (usado como proteção anti - vazamentos): R\$ 100,00
- Mão de obra: Um pedreiro: R\$ 100,00

Total de Materiais: 380,00

Total de Mão de Obra: R\$ 100

Materiais e Mão de Obra do Sumidouro

O custo do sumidouro de pneus é calculado pelo custo da brita inserida no fundo de cada coluna de pneu, uma vez que os pneus são de reuso e não possuem custo. O custo de 1 m³ de brita é relativo a R\$ 100,00. Como são 4 colunas de pneus com área de 1,1304 m³ em cada coluna, é calculado um total de 4,5216 m³ de área total. Desta forma, o custo total de brita será de R\$ 452,16 e juntamente com a

tampa de concreto no valor de R\$ 35,00, o somatório para a confecção do sumidouro será de R\$ 487,16.

Custo Total da Fossa e Sumidouro com Pneus: 967,16

- Relação custo x durabilidade

Após a avaliação de custos e durabilidade, foi possível observar que as fossas e sumidouros construídas em pneus recicláveis possuem um custo muito mais baixo do que os construídos em concreto. Entretanto, enquanto as fossas e sumidouros construídos em concreto possuem uma durabilidade média de 5 anos, o DMAE constatou que o modelo de pneus tem uma vida útil de 3 anos. Desta forma, a relação custo x durabilidade foi calculada de acordo com a Tabela 1, onde foi possível observar o custo relativo anual de cada um dos modelos apresentadas nesta pesquisa.

Tipo de Fossa Séptica Com Sumidouro	Custo Médio de Implanta�o	Durabilidade	Rela�o Custo x Durabilidade
Concreto	R\$ 2.720,50	5 anos	Custo relativo de R\$ 544,10 / ano
Pneus	R\$ 967,16	3 anos	Custo relativo de R\$ 322,38 / ano

Tabela 1: Custo x benef cio entre fossas s pticas de concreto e pneus

3.8 Avalia o e Compara o Energ tica

- Redu o de energia incorporada

Para a avalia o da economia de energia, acarretado   diminui o de consumo dos materiais de constru o civil na confec o de fossas s pticas e sumidouros de materiais recicl veis, considera-se a energia incorporada ao material, ou seja, a energia consumida para a sua produ o.

Fazendo um comparativo dos cen rios propostos, observa-se que h  uma significativa economia de energia incorporada   manufatura de fossas e sumidouros de pneus em desuso relativo  s de constru o convencional, principalmente considerando-se a energia economizada pelo reciclo de pneus, de acordo com Morris

(1996), é de 25,7 MJ/kg de pneu reciclado. De acordo com Reddy *et al.*, (2001), os valores de energia incorporada para a produção de cada insumo utilizado para a confecção de fossas sépticas e sumidouros são:

- Cimento: 5,85 Mega Joule/ Kg
- Aço: 42,0 Mega Joule/ Kg
- Areia: 0 (zero)
- Brita: 20 Mega Joule/ m³

Assim, para fossas sépticas convencionais em concreto armado e de pneus, foi estimado um valor médio através do consumo de cada um dos materiais utilizados na fabricação, e com esta estimativa, calculou-se os valores totais de energia incorporada para cada um dos sistemas.

Fossa Séptica e Sumidouro em Concreto Armado

- Cimento: 500 Kg = $500 * 5,85 = 2925$ Mega Joules
- Aço: 236,76 Kg * 42 = 9943,92 Mega Joules
- Areia: 0
- Brita: 0,8 m³ = $0,8 * 20 = 16$ Mega Joules

TOTAL (MODELO DE CONCRETO): 12.884,92 MEGA JOULES

Fossa Séptica e Sumidouro em Pneus

- Cimento: 150 Kg = $150 * 5,85 = 877,5$ Mega Joules
- Areia: 0
- Brita: 5 m³ * 20 = 100 Mega Joules

TOTAL (Modelo de Pneus): 977,5 Mega Joules

Considerando-se ainda a energia economizada por massa de pneu reciclado que é de valor de 25,7 MJ/kg, e com a conjectura de que o padrão de pneus mais descartados estimado pelo seu maior uso seja o pneu comercial de aro de 14 polegadas usado em veículos de passageiros, com o peso aproximado de 7,10 Kg, calcula-se o valor de energia economizado pela atividade de reciclo de pneus.

Para cada sistema de fossa e sumidouro, utiliza-se 96 pneus, com o valor de massa de cada sendo 7,1 kg, a massa total de pneu reciclado por sistema é 681,6 kg, ocasionando uma economia de energia de - 17.517,12 MJ por sistema implantado. Levando em consideração o valor de energia incorporada a este sistema, conclui-se no balanço global que a economia de energia gerada foi de - 18.494,62 MJ.

Em comparação aos dois cenários propostos, conclui-se a viabilidade energética ao se utilizar pneus em desuso na construção de fossas sépticas e sumidouros, devido principalmente a economia de – 5609,7 MJ gerada (comparando o sistema de concreto com o sistema de pneus).

- Simulação na planilha computacional warm

Para a simulação na planilha computacional WARM, o cenário base foi o descarte dos pneus em aterro sanitário, que é o cenário atual no município de Itajubá – MG de acordo com dados do IBGE. O cenário alternativo foi proposto nesta pesquisa como sendo a reciclagem dos pneus. Com base nestes dados, encontraram-se os valores de redução de energia e emissão de gases de efeito estufa, comparando-se os dois cenários (atual e proposto). A simulação realizada no WARM referente a 1232 toneladas americanas (unidade de entrada de massa de resíduo) de pneu apresentou o resultado citado na Tabela 2.

Cálculo das 1.232 toneladas americanas para inserir no WARM:

- **Residências Rurais** = $8315 / 5 = 1.663$
- **Massa de Pneus** = $1663 * 96$ (Número de pneus usado no sistema de fossa e sumidouro de pneu) * 7 Kg (Especificação do pneu) = $1.117.536 \text{ Kg}$
- **Conversões:** $1 \text{ libra} = 0,4536 \text{ quilos} * 1.117.536 \text{ quilos} = 2.463.703,7 \text{ libras}$
1 tonelada americana = 2000 libras

Assim: $2.463.703,7 \text{ libras} = 1231,85 \text{ toneladas americanas}$

(Aproximadamente 1.232 toneladas americanas)

Total Energy Use from Baseline MSW Generation and Management (million BTU):	650
Total Energy Use from Alternative MSW Generation and Management (million BTU):	- 4.572
Incremental Energy Use (million BTU):	- 5.222

Tabela 2: Resultados de energia encontrados na planilha WARM

Os valores negativos encontrados na Tabela 2 evidenciam a economia de energia, enquanto os valores positivos mostram consumo de energia. Desta forma, é possível observar que ocorreu uma economia de energia de – 3.922 BTU's, que convertendo o valor em unidades Joules, há a economia de – 4.137.945,32 Joules (– 4,138 MJ), com o reaproveitamento dos pneus para descarte.

Ao final, concluiu-se que há viabilidade energética pelos dois parâmetros de análise, pela destinação de resíduos de pneus em comparativo com o atual cenário

de descarte de pneus em aterros sanitários e pelo total de energia incorporada à manufatura de fossas sépticas e sumidouros em concreto.

3.9 Viabilidade Ambiental

De acordo com a Tabela 3, com a simulação realizada na planilha computacional WARM, é possível observar que houve uma redução de – 433 toneladas métricas, ou somente toneladas, de dióxido de carbono equivalente na atmosfera com a reutilização de pneus em fossas sépticas e sumidouros.

Este dado vem a comprovar de forma concisa que, o reaproveitamento destes pneus colabora com o meio ambiente não apenas porque elimina um grande volume de pneus da área de aterros, mas sim pois ajuda a reduzir a emissão de gases de grande efeito nocivo ao meio ambiente e ao homem.

Total GHG Emissions from Baseline MSW Generation and Management (MTCO ₂ E):	48
Total GHG Emissions from Alternative MSW Generation and Management (MTCO ₂ E):	- 481
Incremental GHG Emissions (MTCO ₂ E):	- 529

Tabela 3: Resultados da simulação no software WARM

4 | CONCLUSÕES

A proposta de construção de fossas sépticas e sumidouros de pneus em áreas rurais da cidade de Itajubá – MG mostrou-se uma alternativa viável e sustentável do ponto de vista ambiental. As principais vantagens observadas na utilização deste sistema (em comparação com o modelo tradicional em concreto armado) foram o menor custo, e principalmente, os ganhos ambientais decorrentes da economia de energia. Foi possível economizar 4,138 Mega Joules com o reaproveitamento de 96 pneus por residência (total de 59. 648 pneus) que seriam descartados em aterros sanitários sem possível destinação futura, e a redução de – 433 toneladas de dióxido de carbono que seriam lançados na atmosfera, agravando o efeito estufa.

Observou-se como possível desvantagem deste sistema a menor durabilidade em comparação com as fossas de concreto, uma vez que os pneus se deterioram mais rapidamente. Todavia, para os habitantes das zonas rurais que não possuem rede de coleta de esgoto em suas residências, e considerando-se o baixo custo na confecção de fossas sépticas e sumidouros em pneus, esta é uma solução viável, que gera melhorias na saúde e qualidade de vida, devido principalmente à melhoria do saneamento básico, e pela a economia significativa de energia do sistema com o um todo, considerando-se a diminuição de materiais utilizados para sua confecção e no caso de serem enviados aos aterros sanitários para descarte, o que constata sua viabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos** - NBR 7229. Rio de Janeiro, 1993.

CARVALHO, A. R.; OLIVEIRA, M. V. C. **Princípios básicos do saneamento do meio**. Editora Senac São Paulo, p. 1-400, 2011.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. **Instrução para instalação de fossa séptica e sumidouro em sua casa**. Disponível em: <www.caesb.df.gov.br>. Acesso em: 26 Abr. 2015.

COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M. **Rural sanitation in Brazil: impact analysis of the septic tank digester**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. xx, p. 51-60, 2014.

GODECKE, M. V.; FIGUEIREDO, J. A. S.; NAIME, R. H. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Ecodebate, v. xx, p. xx-xx, 2013.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE UBERLÂNDIA. Soluções individuais para tratamentos de esgotos com enfoque no uso de fossas Sépticas. Disponível em: <www.dmae.mg.gov.br/?pagina=noticia&id=11463>. Acesso em: 05 Abr. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 25 Abr. 2015.

MORRIS, J. **Recycling versus incineration: An energy conservation analysis**. Journal of Hazardous Materials. v. 47, p. 277 - 293, 1996.

PEREIRA, T. A. **Fossa ecológica**. Disponível em: <www.capebe.com.br>. Acesso em: 27 Abr. 2019.

REDDY, K. B. V.; JAGADISH, K. S. Embodied energy of common and alternative building materials and Technologies. Department of Civil Engineering, Indian Institute of Science, Bangalore, 560 p., 2001.

ROLNIK, R.; KLINK, J. **Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias?** Novos Estudos, v. 89, p. 89-109, 2011.

TEIXEIRA, J. C.; GUILHERMINO, R. L. **Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados indicadores e dados básicos para a saúde 2003– IDB 2003**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 11, p. 277-282, 2006.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Arranha-Céu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12

B

Baia de Guanabara 26, 34

C

Cidades 3, 24, 25, 29, 30, 31, 32, 34, 41, 50, 54, 55, 62, 64, 65, 66, 67, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 88, 89, 92, 103

Condição da Base 1, 3

Conectividade 14, 15, 16, 22, 23, 24, 45

Contemporaneidade 36, 65, 76, 77

Contexto 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 16, 28, 29, 30, 41, 42, 44, 52, 54, 67, 68, 76, 77

Corredores Verdes 14

Criatividade 40, 46, 48, 52, 63

D

Desenvolvimento Urbano 25, 32, 41, 48, 66, 76, 82, 89, 103

E

Economia Criativa 40, 47, 50, 51, 58

Espaços Públicos 4, 12, 14, 22, 54, 63, 76

H

Habituação 5, 30, 47, 48, 65, 66, 71, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90

I

Inovação Social 40

Intervenção 38, 45, 46, 48, 50, 53, 54, 55, 59, 60, 63, 77, 80

M

Mercado Imobiliário 30, 37, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78

Minha Casa Minha Vida 65, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 89, 90

N

NDVI 14, 15, 18, 19, 21, 23

P

Patrimônio Cultural e Paisagístico 25, 33

Patrimônio Industrial 40, 41, 42, 47, 51, 53

Política Habitacional 66, 67, 76, 78, 79, 81, 82, 84, 88, 89

Práticas Criativas 40, 52

R

Regeneração 14, 54, 55, 62

S

Segregação 5, 6, 25, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 65, 66, 67, 68, 70, 75, 76, 77, 90

Segregação Socioespacial 65, 67, 75, 76, 77

Sensoriamento Remoto 14, 16, 18, 23

Sentido de Chegada 1, 2, 4, 5, 8

Sentido de Lugar 1, 2, 5

T

Teoria das Janelas Quebradas 54, 55, 56

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-615-7

