

# Anais

II *semana*  
**IDAS**  
engenharias

II MOSTRA CIENTÍFICA



# **II Semana das Engenharias**

*2ª Mostra Científica*

**ANAIS**



Universidade Regional Integrada do Alto  
Uruguai e das Missões

Reitor

**Luiz Mario Silveira Spinelli**

Pró-Reitora de Ensino

**Rosane Vontobel Rodrigues**

Pró-Reitor de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação

**Giovani Palma Bastos**

Pró-Reitor de Administração:

**Nestor Henrique de Cesaro**

Câmpus de Frederico Westphalen

Diretora Geral

**Silvia Regina Canan**

Diretora Acadêmica

**Elisabete Cerutti**

Diretor Administrativo

**Clóvis Quadros Hempel**

Câmpus de Erechim

Diretor Geral

**Paulo José Sponchiado**

Diretora Acadêmica

**Elisabete Maria Zanin**

Diretor Administrativo

**Paulo Roberto Giollo**

Câmpus de Santo Ângelo

Diretor Geral

**Gilberto Pacheco**

Diretor Acadêmico

**Marcelo Paulo Stracke**

Diretora Administrativa

**Berenice Beatriz Rossner Wbatuba**

Câmpus de Santiago

Diretor Geral

**Francisco de Assis Górski**

Diretora Acadêmica

**Michele Noal Beltrão**

Diretor Administrativo

**Jorge Padilha Santos**

Câmpus de São Luiz Gonzaga

Diretora Geral

**Sonia Regina Bressan Vieira**

Câmpus de Cerro Largo

Diretor Geral

**Edson Bolzan**



## **ANAIS DA II SEMANA DAS ENGENHARIAS**

**2ª MOSTRA CIENTÍFICA**

**02 a 07 DE JUNHO DE 2014  
FREDERICO WESTPHALEN - RS**

### **ORGANIZAÇÃO DO EVENTO**

Universidade Regional Integrada do Alto  
Uruguai e das Missões – Câmpus de Frederico  
Westphalen

Departamento de Engenharias e Ciência da  
Computação

Curso de Engenharia Civil

Curso de Engenharia Elétrica

#### **Comissão Organizadora**

Corpo Docente:

Fabício Hoff Dupondt

Lucas Tadeu Amarante Bombana

Luiz Antônio Cantarelli

William Widmar Cadore

Corpo Discente:

Adenilson da Luz

Alex Henrique Marasca

Alessandra Tiburski

Carlos Antônio de Souza

Maiara Giacomini

Mariana Bandeira

Michel Albarello Basso

#### **Comissão Científica**

Fabício Hoff Dupondt

Lucas Tadeu Amarante Bombana

Luiz Antônio Cantarelli

William Widmar Cadore

#### **Comissão de Avaliação dos Anais**

Fabício Hoff Dupondt

William Widmar Cadore

#### **Organização dos Anais**

Fabício Hoff Dupondt

William Widmar Cadore

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES  
CÂMPUS DE FREDERICO WESTPHALEN  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

# II Semana das Engenharias

*2ª Mostra Científica*

## ANAIS

**Organizadores**

Fabício Hoff Dupont  
Luiz Antônio Cantarelli  
William Widmar Cadore



2015



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivados 3.0 Não Adaptada. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>.

**Organização:** Fabrício Hoff Dupont, Luiz Antônio Cantarelli, William Widmar Cadore  
**Revisão Linguística:** Wilson Cadoná  
**Revisão metodológica:** William Widmar Cadore  
**Diagramação:** Tani Gobbi dos Reis  
**Capa/Arte:** Silvana Kliszc

**O conteúdo de cada resumo bem como sua redação formal são de responsabilidade exclusiva dos (as) autores (as).**

Catálogo na Fonte elaborada pela  
Biblioteca Central URI/FW

S47a Semana das Engenharias (2.: 2015 : Frederico Westphalen, RS)  
Anais [recurso eletrônico] [da] II Semana das Engenharias : 2ª mostra científica / Organizadores: Fabrício Hoff Dupont, Luiz Antônio Cantarelli, William Widmar Cadore. – Frederico Westphalen : URI – Frederico Westph, 2015.  
107 p.

ISBN 978-85-7796-141-2

1. Engenharias - anais. I. Dupont, Fabrício Hoff. II. Cantarelli, Luiz Antônio. III. Cadore, William Widmar. IV. Título.

CDU 62

Bibliotecária Gabriela de Oliveira Vieira



URI - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prédio 9

Câmpus de Frederico Westphalen  
Rua Assis Brasil, 709 - CEP 98400-000  
Tel.: 55 3744 9223 - Fax: 55 3744-9265  
E-mail: editorauri@yahoo.com.br, editora@uri.edu.br

Impresso no Brasil  
Printed in Brazil

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
William Widmar Cadore	
<b>SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO .....</b>	<b>10</b>
BANDIEIRA, Mariana; BAPTISTA, Fanuel; LUZA, Franchesco; SILVA, Bruna Da; ZUCCHI, Jean Carlos; CADORE, William Widmar	
<b>METODOLOGIA DE CARÁTER ANALÍTICO PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS FORMULADOS OU MODELADOS POR EQUAÇÕES INTEGRAIS</b>	<b>14</b>
GRASSI, Gilberto Antônio; KAMPHORST, Carmo Henrique; KAMPHORST, Eliane Miotto	
<b>ESGOTAMENTO SANITÁRIO: FORMAS DE TRATAMENTO E TRANSPORTE ..</b>	<b>19</b>
SILVA, Lucas Piltz da; GRASSI, Roberto; MARCON, Sávio; VITALIS, Vilmar; CADORE, William Widmar	
<b>A LEI QUE CHEGOU PARA REALMENTE PROTEGER EDIFICAÇÕES E SALVAR VIDAS EM SITUAÇÕES DE INCÊNDIO E PÂNICO .....</b>	<b>22</b>
SEIBEL, Tatiana Paola; DAMIANI, Vinicius; SIDUOSKI, Lucas; STEFANELLO, Iago Facin; CADORE, William Widmar	
<b>OS BENEFÍCIOS DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS BEM COMO A IMPORTANCIA E MÉTODOS CONSTRUTIVOS .....</b>	<b>25</b>
BERTUOL, Mirela; MIOTTO, Suamy Letícia; STEFANELLO, Samuel; SUELO, Michelle; ZAT, Tuani; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar	
<b>RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: SUSTENTABILIDADE NO DESCARTE DE RESÍDUOS.....</b>	<b>28</b>
AHLERT, Fabrício Tesche; BARBOSA, Felipe da Rocha; ELOY, Luana Maria; SZYDLOSKI, Bernardo Henrique Franciscatto; ZANATTA, Cleiton; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar	
<b>SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: HARMONIA ENTRE O HOMEM E O MEIO AMBIENTE .....</b>	<b>31</b>
SOUZA, Aline Terezinha Lermen de; ARRUDA, Amauri de; WIROSKI, Denise Pereira de Vargas; SCHNEIDER, Marciane; MARTINS, Paulo Vinicius Fischer; CADORE, William Widmar	
<b>GERENCIAMENTO DE RISCOS ALIADO A GEOTECNIA NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES EM OBRAS SUBTERRÂNEAS .....</b>	<b>35</b>
LORENZ, Martina; MATTIAS, Guilherme Basso; MAZIERO, Pedro Antônio; NORA, Joice Dalla; PAGOTTO, Gabriela Kraus; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar	
<b>ABANDONO DE OBRAS: UM RISCO PARA A SOCIEDADE .....</b>	<b>38</b>
MARCA, Bruna; CAVALHEIRO, Bruno; CEOLIN, Danielli Piovesan; SILVA, Laísa Selbach da; CRUZ, Mateus Arlindo da; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar	

<b>ENGENHARIA CIVIL E ÁGUA - CAPTAÇÃO, TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO</b> .....	<b>42</b>
SCHOVANZ, Dioice; NORBAK, Emanuele V.R.; ROCHA, Marina da F.; FLACH, Ícaro K.; BRENNER, Carla Geane Brandemburg	
<b>AGREDADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPORTÂNCIA, MERCADO E NOVAS POSSIBILIDADES</b> .....	<b>47</b>
PIAIA, Fernando; OCHOA, Leonardo; DUARTE, Tamara Mendes; CENTENARO, Mateus Correa; ROCHA, Ramon da; CADORE, William Widmar	
<b>A DURABILIDADE EM FOCO: BENEFÍCIOS DO AUMENTO DA VIDA ÚTIL NA CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	<b>51</b>
KAMPHORST, Ana Paula; RIBEIRO, Guilherme Barcarolo; GNOATTO, Leni Luis; CALGARO, Tamires Suani; BUSANELLO, Vanessa; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar	
<b>ÁGUA: A DIFERENÇA ENTRE A QUANTIDADE E A QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES</b> .....	<b>55</b>
BOHM, Cristian Luiz; LIMA, Alex dos Santos; FORCHEZATTO, Edson dos Santos; PALINSKI, Junir Baltazar; CADORE, William Widmar	
<b>IMPORTÂNCIA AMBIENTAL E ECONÔMICA DO PROFISSIONAL ENGENHEIRO CIVIL EM REUTILIZAR E RECICLAR OS RCD- RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO</b> .....	<b>60</b>
SCHOVANZ, Dioice; NORBAK, Emanuele V.R.; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar	
<b>PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DOS MATERIAIS E CIÊNCIA DOS MATERIAIS</b> .....	<b>65</b>
IMMICH, Tiago Bisognin; MARIANI, Rodrigo Stahl; RIBOLI, Adair Antonio; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar	
<b>BOATE KISS: OS ASPECTOS TÉCNICOS DE UMA TRAGÉDIA</b> .....	<b>68</b>
NORONHA, Ana Laura; WIRTI RATTOVA, Lucas; FREITAS, Jonathan; BALESTRIN, Mauricio; SPOLTI, Carlos Alberto; CADORE, William Widmar	
<b>CARGAS ELÉTRICAS EM MOVIMENTO CONTRIBUINDO PARA O AVANÇO DA SOCIEDADE</b> .....	<b>73</b>
GARLET, Giovana; LESCHEWITZ, Gilmar; NATALI, Juliano; CANTARELLI, Luiz Antônio; DONADEL, Ana Paula do Prado	
<b>ELETROMAGNETISMO</b> .....	<b>77</b>
ZACHI, Juliano; SILVA, Felipe da; CANTARELLI, Luiz Antônio; DONADEL, Ana Paula do Prado	
<b>PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS</b> .....	<b>82</b>
ARGENTA, Josimar; BASSO, Maurício; EMMERT, Eduardo Luiz; GARBIN, Raí; SANTOS, Henrique Kerkhefen dos; TRESSI, Cassiano Librelotto; CANTARELLI, Luiz Antônio	
<b>WITRICY, A ENERGIA SEM FIO</b> .....	<b>86</b>

HUF, Jéssica Letícia; RODRIGUES, Luciana; ROSA, Jesiél Avila; CANTARELLI, Luiz Antônio; DONADEL, Ana Paula do Prado	
<b>FUTURO PRESENTE DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS.....</b>	<b>89</b>
COSTA, Juliano Vasconcelos da; DALLA NORA, Patrik; PORSCH, Rubi; SANTOS, David dos; SOUZA, Ezequiel de; TASCHETTO, Bruno; CANTARELLI, Luiz Antônio	
<b>USINAS FOTOVOLTÁICAS .....</b>	<b>93</b>
KRUG, Fernando; RAFAELLI, Ismael; SOFFIATI, Luis; TOPPER, Augusto César; TOPPER, Cristiano; VIEIRA, Murilo; CANTARELLI, Luiz Antônio	
<b>ENERGIA EÓLICA UMA FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL E INESGOTÁVEL .....</b>	<b>96</b>
BAZANELLA, Renato José; FELIN, Felipe; PERON, Willian; SILVA, Ariano André da; CANTARELLI, Luiz Antônio	
<b>PONTES DE MACARRÃO: ESTRUTURAS EM MINUATURA .....</b>	<b>101</b>
IMMICH, Tiago Bisognin; MARIANI, Rodrigo Stahl; RIBOLI, Adair Antonio; SANTOS, Michelli Kerkhefen dos; STOCKER, Gisely Anezi; DONADEL, Ana Paula do Prado	
<b>ALTERNATIVAS AO USO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO FORMA DE MINIMIZAR O DESMATAMENTO.....</b>	<b>105</b>
IMMICH, Tiago Bisognin; MARIANI, Rodrigo Stahl; RIBOLI, Adair Antonio; BRADENBERGER, Carla Geane Brenner	



## **APRESENTAÇÃO**

A II Semana das Engenharias, realizada na URI - Câmpus de Frederico Westphalen ocorreu nos dias 02 a 07 de junho de 2014 e teve a participação dos curso de Engenharia Civil e Engenharia Elétrica do departamento de Engenharias e Ciências da Computação. A temática abordada foi “Tecnologias, Pesquisa e Produção na Engenharia”.

Para a realização do evento contamos com a participação de profissionais especializados que vieram contribuir com seus conhecimentos para difundir ideias e promover a troca de experiências entre profissionais, pesquisadores e estudantes. Como resultado, surgiu a proposta do Grupo de Pesquisa GEPAC em incentivo aos docentes do curso para em conjunto apresentarem os resumos que agora fazem parte dos ANAIS “II Mostra Científica”.

A Mostra dos Resumos ficou exposta no Salão de Atos durante o período de realização do evento e apresentado em sala de aula. Com o objetivo de valorizar estes trabalhos e estimular os acadêmicos a se inserirem nas práticas de pesquisa científica, eles foram reunidos nesta publicação que servirá de modelo para a continuidade desta prática acadêmica nos cursos de Engenharias.

William Widmar Cadore  
Professor Departamento de Engenharias e  
Ciência da Computação  
URI - Frederico Westphalen

## **SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO**

BANDIEIRA, Mariana; BAPTISTA, Fanuel; LUZA, Franchesco; SILVA, Bruna da;  
ZUCCHI, Jean Carlos; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** O sistema ferroviário perdeu forças no governo de JK, e as ferrovias existentes no Brasil são poucas, devido ao custo, relevo, falta de investimentos e organização. A I Revolução Industrial influenciou muito o desenvolvimento dos meios de transporte. O transporte aéreo é mais voltado para o deslocamento de pessoas. O transporte hidroviário é o principal responsável pelo transporte de cargas em grande tonelagem. O transporte rodoviário é o maior responsável pelo deslocamento de cargas e de pessoas no Brasil. O Brasil possui em torno de 29.295 quilômetros de malhas ferroviárias concentradas principalmente em SP, MG e RS, quase todas com características que impedem o crescimento, são antigas e construídas num modelo de bitola que dificulta a ligação com modelos atuais. O que falta é o direcionamento de esforços e investimentos, mas em uma nação como a nossa, a alternativa é esperar que algum dia algo seja feito.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ferrovias. Transporte. Deslocamento. Brasil.

### **INTRODUÇÃO**

O sistema ferroviário destaca-se por conseguir atender com eficácia e rapidez o transporte com custo baixo e segurança. A manutenção das ferrovias é barata, o índice de acidentes é baixo e a quantidade de carga que pelos trens pode ser transportada é bem significativa.

A malha ferroviária existente no Brasil é ínfima comparada à extensão do país, e os custos, o relevo, a falta de investimentos e organização impedem o crescimento do transporte ferroviário, sobrecarregando e potencializando o sistema de transporte rodoviário.

O sistema ferroviário perdeu força e investimentos, principalmente, no governo de Juscelino Kubitschek onde a forma encontrada de atrair investimentos estrangeiros foi a instalação de montadoras estrangeiras de automóveis. Como consequência, foram necessários investimentos em rodovias. As ofertas de emprego que as empresas automobilísticas trouxeram para o país fizeram com que o Brasil ficasse cada vez mais dependente deste setor.

### **DISCUSSÕES**

O modal aéreo, por ser mais recente, é mais especializado e voltado para o deslocamento de pessoas. No transporte de cargas não possui tanta notoriedade, pois possui um alto custo, mas existem propostas para o futuro.

Estas propostas significam um grande avanço no transporte de cargas mundial, podendo assim reduzir tempo e custos no deslocamento de cargas intercontinentais.

O transporte hidroviário teve seu apogeu na idade média. Pelo baixo custo e a segurança, não tiraram a sua importância no transporte de cargas mundial. Atualmente, é o principal responsável pelo transporte de cargas em grande tonelagem no mundo. Os contêineres são considerados a maior revolução ocorrida na área dos transportes. São caixas metálicas de tamanho padronizado mundialmente e que podem transportar cargas de qualquer tipo, e podem ser transportados através de caminhões, trens ou navios.

O Brasil, por ter um grande litoral e muitos rios, deveria adotar mais o transporte hidroviário, mesmo que em épocas os rios baixem o nível, seria bom um sistema maior de transporte hidroviário no Brasil.

A principal forma de chegada dos produtos a serem exportados pelos portos é por caminhões. Estes, vindos de todos os lugares do país, passando por estradas em péssimo estado, pagando pedágio, o que encarece de forma considerável o produto até o seu destino final.

O transporte rodoviário é o maior responsável pelo deslocamento de cargas e de pessoas no Brasil. A frota já existente no país causa, em grandes cidades, sérios problemas de trânsito e devido às facilidades oferecidas ao consumidor, esta frota, vem aumentando incontrolavelmente a cada ano.

As montadoras automobilísticas são um dos principais eixos da indústria no país, pela movimentação financeira e empregos gerados.

Além da infraestrutura em más condições, o Brasil ainda não é um país independente de petróleo, tendo que importar uma quantidade considerável. Este fato contribui para o encarecimento da carga a ser transportada, pois o petróleo é a principal matéria prima para os dois principais combustíveis utilizados nos caminhões e automóveis.

A concentração de cargas somente através do transporte rodoviário faz com que os outros modais tenham uma parcela muito pequena no cenário de transportes brasileiro.

Países europeus, bem como os outros países desenvolvidos possuem uma malha ferroviária invejável frente às estradas de ferro brasileiras.

O Brasil possui atualmente em torno de 29.295 quilômetros de malha ferroviária concentrada principalmente em São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Esta concentração deu-se pelo fato de que o transporte ferroviário era principalmente utilizado para o transporte de café.

Como os principais investimentos na construção de malha ferroviária eram antigos, a malha foi ficando defasada com o passar dos anos. Outra característica importante que impediu e impede um maior crescimento do setor ferroviário no Brasil, o fato de que o modelo de bitola das estradas de ferro dificulta a interligação com os modelos atuais.

Um dos maiores avanços do transporte ferroviário foi a especialização no transporte de pessoas por vias subterrâneas, os metrô. O maior exemplo desse avanço com a criação dos metrô foi o surgimento anos depois do trem-bala, desenvolvido e implantado no Japão, podendo ultrapassar os 300km/h. Existem também linhas de trens subaquáticas, em que os trens percorrem linhas férreas construídas em baixo da água.

No Brasil, as linhas de metrô são poucas e a qualidade do transporte é precária, como a superlotação dos trens, oferecendo risco e desconforto.

O grande fator que gera questionamentos para um maior investimento no setor ferroviário no Brasil é a questão de interferir consideravelmente ou não no preço final dos produtos. Países que possuem uma malha ferroviária desenvolvida possuem um acréscimo no preço final do produto muito pequeno. No Brasil como grande parte do transporte de cargas é feito por rodovias, o preço final do produto sofre grandes alterações. Mas apesar de estar defasada e possuir uma pequena extensão, a malha ferroviária brasileira ainda é responsável por 20% do volume transportado.

Um dos pontos negativos do transporte ferroviário é o custo necessário para a construção das estradas de ferro. Muito superior ao custo da construção de uma rodovia e por ser um meio que requer pouco declive e curvas não muito acentuadas em seu percurso, em um relevo de planalto e com serras que cortam regiões como o do Brasil, são fatores que interferem e encarecem mais ainda as obras de construção de ferrovias, mas a manutenção das estradas é baixíssima. Entretanto, a maior parte da malha ferroviária existente no Brasil data do século XIX, onde não havia meios como os que existem hoje e mesmo assim idealizou-se e construíram-se ferrovias. Um dos exemplos disso é a ferrovia Curitiba Paranaguá. Na época de sua construção era necessário cortar a Serra do Mar e o percurso poderia ter no máximo 3% de declive, onde seus 110 quilômetros ficaram prontos em apenas 5 anos.

Além do custo de manutenção das ferrovias ser baixíssimo em relação as rodovias a quantidade de acidentes envolvendo trens pelo mundo é irrelevante se comparada com os índices de acidentes ocorridos somente em rodovias brasileiras envolvendo caminhões.

O sistema ferroviário também pode transportar diversos tipos de carga, sendo elas frágeis ou não, utilizando também os contêineres, sem a necessidade de utilizar um transporte mais caro para esses tipos de carga.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vivemos em um mundo de extrema competição e muito capitalista. Frações de centavos podem determinar quem se sobressairá no mercado comercial. Por isso, é fundamental que se procure alternativas eficientes e de baixo custo para o transporte das mercadorias.

Adotar a multimodalidade e a intermodalidade para fretes seria a solução mais cabível para nosso país. Porém, esbarramos em uma série de erros do passado e que ainda persistem como a falta de investimentos em outros modais, e sobrecarregamento dos transportes rodoviários. As consequências são perda de mercado e alto custo de nossos produtos.

As soluções precisariam ser adotadas, mas falta direcionamento de esforços e investimentos, pois vivemos em uma nação marcada pelo descaso, burocracia e corrupção, e mais uma vez a alternativa que nos resta é esperar que algum dia algo seja feito.

## REFERÊNCIAS

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo, SP: Saraiva, 2009. 546p.

DNIT/IPR. **Manual de Estudos de Tráfego**. Publicação 723. IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2006.

PIETRANTÔNIO H. et al. **Introdução à Engenharia de Tráfego**. São Paulo: USP, 1999.

PORTUGAL, L. S. **Estudo de Polos Geradores de Tráfego: Impacto nos Sistemas Viários e de Transportes**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

VESENTINI, José William. **Geografia: o mundo em transição**. 1. ed. São Paulo, SP: Ática, 2010.

WIDNER, J. A. **Economia dos Transportes**. São Paulo - USP: Departamento de Vias de Transporte e Topografia, 1991.

# **METODOLOGIA DE CARÁTER ANALÍTICO PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS FORMULADOS OU MODELADOS POR EQUAÇÕES INTEGRAIS**

GRASSI, Gilberto Antônio; KAMPHORST, Carmo Henrique;  
KAMPHORST, Eliane Miotto

**RESUMO:** Através do presente trabalho busca-se apresentar uma metodologia de caráter analítico para resolução de equações integrais utilizadas na resolução de diversos problemas, especialmente, da área de Fenômenos de Transporte. A metodologia proposta consiste no emprego de um método espectral baseado na proposição de soluções na forma de expansões truncadas em termos de splines cúbicas de Hermite e coeficientes constantes a ser determinados. O método considera, ainda, o emprego de um esquema de pontos de colocação, que viabiliza a obtenção de um sistema de equações algébricas, cuja solução é constituída dos coeficientes constantes da solução proposta, de modo que esta satisfaça a formulação integral considerada. A metodologia já foi empregada anteriormente, com sucesso, na obtenção de soluções para problemas envolvendo o escoamento de gases rarefeitos em dutos cilíndricos e, neste trabalho, se pretende disponibilizar informações para viabilizar o seu emprego a uma classe mais ampla de problemas formulados ou modelados por equações integrais, bem como, acerca de sua implementação em Maple para obtenção de resultados numéricos para quantidades de interesse físico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Maple. Modelação matemática. Equações diferenciais.

## **INTRODUÇÃO**

Muitos problemas de vários campos da ciência podem ser formulados tanto por equações integrais como por equações diferenciais, contudo, em alguns casos, a utilização da forma integral pode facilitar a aplicação de técnicas de caráter analítico.

A obtenção de soluções exatas ou soluções na forma fechada de equações integrais desempenha, um papel importante na compreensão adequada das características qualitativas de muitos fenômenos e processos em diversas áreas das ciências (Polyanin & Manzhirov, 2008).

Kamphorst (2009), em seu trabalho de tese de doutorado, fez uso de um método espectral baseado na proposição de uma solução na forma de expansão truncada em termos de splines cúbicas de Hermite, para obtenção de soluções fechadas para problemas da dinâmica dos gases rarefeitos em dutos cilíndricos, modelados a partir de uma formulação integral derivada da equação integro-diferencial de Boltzmann e associada ao emprego de modelos cinéticos. A metodologia mostrou-se muito eficaz, bem como, possibilitou a obtenção de

resultados numéricos para grandezas de interesse físico dos problemas estudados, tais como, perfis de velocidade e de temperatura, mediante implementação da solução em Fortran.

Logo, pensando em viabilizar a aplicação da mesma metodologia a uma classe mais ampla de problemas modelados ou formulados por meio de equações integrais, apresenta-se o presente trabalho, focado na apresentação desta metodologia e na sua implementação em Maple.

## DESENVOLVIMENTO

Equações integrais são equações que contêm uma função operada por uma integral e são empregadas em vários campos da ciência em inúmeras aplicações, tais como: transferência de massa e calor, elasticidade, oscilações, dinâmica dos fluidos, eletrostática, eletrodinâmica, biomecânica, teoria dos jogos, controle, engenharia elétrica, economia, medicina, entre outros (Polyanin & Manzhirov, 2008).

Contudo, a obtenção de soluções analíticas para equações integrais, em geral, é bastante restrita, restringindo-se a equações utilizadas para descrever fenômenos físicos relativamente simples ou, então, que considerem simplificações no modelo físico. Nesse contexto, a aplicação de métodos espectrais tem possibilitado a obtenção de soluções fechadas (válidas para todo o domínio de definição), em problemas formulados por equações integrais (Kamphorst, 2009).

O método espectral consiste de uma metodologia de caráter analítico que se baseia na proposição de uma forma de solução fechada em termos de funções de base e coeficientes a determinar, de modo que a expressão proposta satisfaça a formulação integral utilizada. Kamphorst (2009) optou por utilizar uma expansão truncada em termos de splines cúbicas de Hermite, associada ao emprego de um sistema de pontos de colocação.

As splines cúbicas de Hermite de ordem  $\alpha$ ,  $F_{\alpha}(x)$ , com  $\alpha = 0,1,2, \dots, L$ , correspondem a funções cúbicas definidas em pequenos subintervalos determinados por  $M + 1$  nós (pontos) no intervalo  $x \in [0,1]$  (Schultz, 1973).

A fim de apresentar o método espectral empregado por Kamphorst (2009), consideremos a equação integral

$$f(x) = \frac{4\pi x \operatorname{sen}(4\pi x)}{2\pi - 1} \int_0^1 f(y) dy + x, \quad (1)$$

que admite solução analítica

$$f(x) = x \sin(4\pi x) + x. \quad (2)$$

Inicialmente, propõe-se uma solução  $f(x)$  na forma de uma expansão truncada em termos de splines cúbicas de Hermite de ordem  $\alpha$ ,  $F_\alpha(x)$ ,

$$f(x) = \sum_{\alpha=0}^L a_\alpha F_\alpha(x), \quad (3)$$

em que  $a_\alpha$  são constantes que devem ser determinadas de modo que a expansão proposta satisfaça a equação integral (Eq. (1)). Substituindo a expansão na Eq. (1) é possível escrever

$$\sum_{\alpha=0}^L a_\alpha \left[ F_\alpha(x) - \frac{4\pi x \sin(4\pi x)}{2\pi - 1} \int_0^1 F_\alpha(y) dy \right] = x. \quad (4)$$

Aplicando-se agora, o esquema de pontos colocação definido por

$$x_i = \left(\frac{i}{L}\right)^2, \quad (5)$$

para  $i = 0, 1, 2, \dots, L$ , obtém-se,

$$\sum_{\alpha=0}^L a_\alpha \left[ F_\alpha(x_i) - \frac{4\pi x_i \sin(4\pi x_i)}{2\pi - 1} \int_0^1 F_\alpha(y) dy \right] = x_i. \quad (6)$$

Após a avaliação das integrais envolvidas, a Eq. (6) resulta em um sistema algébrico linear de ordem  $L + 1$ , cuja solução é o conjunto de constantes  $a_\alpha$  da expansão proposta da Eq. (3), definindo assim, uma solução fechada para a Eq. (1).

## RESULTADOS NUMÉRICOS

Resultados numéricos para a solução espectral, encontrada a partir da resolução do sistema dado pela Eq. (6), podem ser determinados em Maple. O Maple consiste em sistema computacional algébrico no qual as integrais podem ser avaliadas mediante o emprego da função *int* e a solução do sistema algébrico pode ser obtida com o comando *linsolve* do pacote *linalg* (disponível no Maple). Assim sendo, usando o parâmetro de entrada  $L = 21$ , obtêm-se as constantes indicadas na Tabela 1.

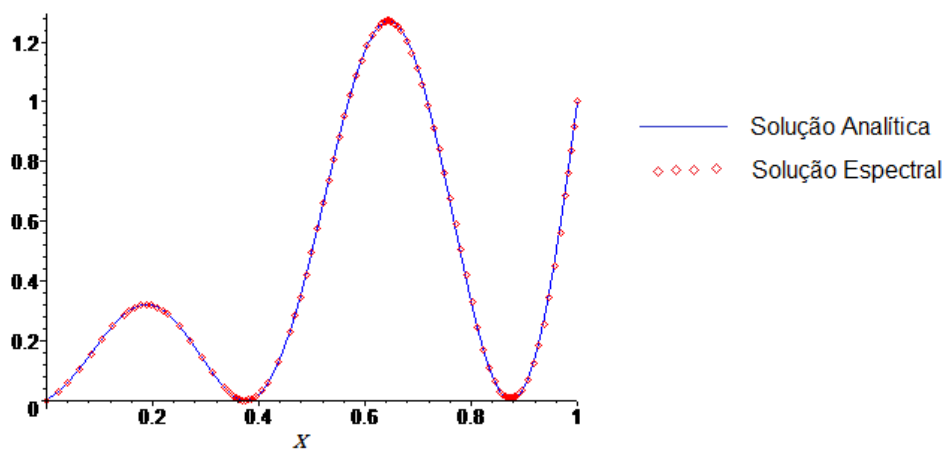
**Tabela 1. Constantes da Expansão Proposta para L=21.**

$\alpha$	$a_\alpha$
0	0
1	0.9992131044842768181
2	0.0112479871746410982



3	1.2461845486026868083
4	0.0592174175311318060
5	1.9175704019187060790
6	0.1713114651444029438
7	2.3956815767215633266
8	0.3048515720906985069
9	1.0808829557414977060
10	0.2505777526760416885
11	-2.1522506625809439193
12	0.0060071576056566425
13	-0.8899935904556869071
14	0.4254196094196357202
15	7.1985514579796437178
16	1.2705301043406726030
17	0.3759063820153543097
18	0.2627541145686569601
19	-8.0040107531992580961
20	1.0000000000000000084
21	15.790833085975352703

Na Figura 1 são apresentadas as representações gráficas da solução analítica (dada na Eq. 2) e da solução espectral obtida com o parâmetro de entrada  $L = 21$ .



**Figura 1:** Gráfico das Soluções Analítica e Espectral.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método espectral baseado na utilização de uma expansão truncada em termos de splines cúbicas de Hermite e um esquema de pontos de colocação mostraram-se bastante eficiente para a obtenção de soluções fechadas de equações integrais, bem como, possibilitam sua implementação em Maple, proporcionando resultados numéricos, com boa precisão, em poucos segundos.

## REFERÊNCIAS

KAMPHORST, C. H. **Fluxo de Gases Rarefeitos em Dutos Cilíndricos: Uma abordagem via Equações Integrais**. Tese de Doutorado. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

POLUANIN, A. D., MANZHIROV, A. V. **Hanbook of Integral Equations**. Second Edition. Chapman & Hall, New York, 2008.

SCHULTZ, M. H. **Spline Analysis**. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1973.

# **ESGOTAMENTO SANITÁRIO: FORMAS DE TRATAMENTO E TRANSPORTE**

SILVA, Lucas Piltz da; GRASSI, Roberto; MARCON, Sávio; VITALIS, Vilmar;  
CADORE, William Widmar

**RESUMO:** A pesquisa de esgotamentos sanitários, sua história, sistemas e processos a serem utilizados em instalações domésticas, desde as individuais até as coletivas são o objeto deste estudo. A coleta pública pelo seu meio de transporte comum – a água - e o tratamento realizado para reutilização deste importante recurso natural, de modo saudável e principalmente pela contenção de doenças epidêmicas originadas do seu mau uso. A coleta mais eficaz e mais econômica prefere sistemas separadores a sistemas combinados, pois é apontado o problema do uso último como padrão em pequenos centros urbanos. Os benefícios do primeiro são essenciais nos maiores centros, onde o tratamento é tomado por necessidade e ampliado constantemente pelo crescimento exponencial da demanda. A coleta passa por níveis de retirada de sólidos, etapa prévia de um transporte bem sucedido, evitando a contingência dos sistemas. Em consequência dos processos químicos realizados pelo consumo do oxigênio na água utilizada e contaminação pesada que esta recebe, torna-se necessária a organização de etapas de tratamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esgotos. Tratamento. Processos.

## **INTRODUÇÃO**

Há várias opções para o agente sanitário responsável adotar. Sistemas de reatores, sistemas de lagoas de tratamento, utilização de lodos ativados ou de infiltração subsuperficial, quando os recursos assim permitem. A demanda pode requerer grandes extensões de terras alagadiças, fazendo-se opção pelo aproveitamento do meio ambiente, ou mesmo instalações industriais de grande porte quando os recursos naturais estiverem muito distantes. A engenharia já desenvolveu equipamentos desse porte, as inovações não são indispensáveis, mas a consciência da implantação ainda não tem uma solução final. São necessárias ações multifásicas para enfrentar o desafio dos tratamentos de esgoto, pois de uma só vez, inviabiliza suas iniciativas.

## **DESENVOLVIMENTO**

FERNANDES (1997) remonta a história e correlaciona a Engenharia Civil aos tratamentos de esgoto mais primitivos e pelo apanhado, vimos que é inevitável que as cidades adaptem o tratamento ao esgoto gerado quando as suas condições extrapolam os limites de risco, quando as doenças epidêmicas se manifestam.

A classificação dos tratamentos vem dividida segundo a fase de apresentação, (VON SPERLING, 2005), por suas unidades de tratamento, por suas fontes de coleta, por seus níveis de decantação e por seu descarte eficaz, reconduzindo a água, meio de transporte, a seu início de ciclo.

A preparação dos sistemas é apresentada (FERNANDES, 1997) de forma que o gestor do saneamento possa optar por sistemas mais complexos, podendo escolher sistemas de menor custo ou buscar o equilíbrio das ações projetadas com o uso de recursos naturais. Sistemas reativos em plantas industriais, ou de lagoas a céu aberto aproveitando reações químicas obtida pelo efeito da luz solar e filtragens dos nutrientes realizados por coberturas vegetais.

No entanto, observamos que os maiores transtornos enfrentados residem nas trocas de sistemas coletores combinados para separadores, em que é necessário romper vias públicas e, literalmente, “mexer” em áreas e momentos indesejáveis.

Destacamos o tratamento estudado e desenvolvido em bases científicas, forçando o emprego da engenharia, da biologia, da química, cujas opções de plantas compactas de demanda programada (NBR 13969) são nichos da área que carecem de profissionais comprometidos.

## CONSIDERAÇÕES

Focamos as conclusões no processo de transformação dos dejetos em água utilizável, pelos processos químicos e fisiológicos que a simples movimentação das moléculas, influência da luz, da temperatura, que modificam os níveis de oxigênio, nitrogênio, hidrogênio, fósforo, bem como do carbono, e os seus derivados, que vêm a prevenir as consequências de uma coleta, disposição e descarte de esgoto mal sucedidos, cuja correção se faz pela necessária projeção dos sistemas de acordo com o que a demanda exige.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 7229: **Tanques Sépticos**, Rio de Janeiro. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 13969: **Tanques sépticos** - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro. 1997.

FERNANDES, C. **Esgotos Sanitários**, Editora UFPB, João Pessoa, 1997. 435p.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.**  
v.1. Editora UFMG, 2005. 452 p.

# **A LEI QUE CHEGOU PARA REALMENTE PROTEGER EDIFICAÇÕES E SALVAR VIDAS EM SITUAÇÕES DE INCÊNDIO E PÂNICO**

SEIBEL, Tatiana Paola; DAMIANI, Vinicius; SIDUOSKI, Lucas;  
STEFANELLO, Iago Facin; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo explicar sobre a Lei 14.376, que regulamenta os estabelecimentos de grande circulação de pessoas quanto à prevenção de incêndios. Nele apresentamos comparativos entre a antiga lei e a nova, criada depois da tragédia da Boate Kiss no dia 27 de Janeiro de 2013. Também discutimos sobre a necessidade de leis, mas que devem não apenas ter o objetivo de regulamentar e penalizar os infratores, e sim, de criar uma consciência de que não podemos brincar com vidas, ou tratar a segurança das pessoas de uma maneira irresponsável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lei 14.376. Tragédia. Boate Kiss.

## **INTRODUÇÃO**

A madrugada do dia 27 de janeiro de 2013, na cidade de Santa Maria, um incêndio na Boate Kiss provocou a morte de 242 pessoas. Este sinistro alertou toda a comunidade do Estado do Rio Grande do Sul e do País para que se criasse uma legislação atualizada que normatizasse as diversas edificações que servem às necessidades individuais e coletivas da população, para a sua prevenção e proteção contra incêndio; bem como responsabilizassem os seus proprietários e órgãos públicos (Estado, Prefeitura, Corpo de Bombeiros, e outros) quanto as suas devidas competências, o principal objetivo do resumo expandido é comparar a nova lei com a legislação anterior de prevenção contra incêndio. A Lei 14.376 foi publicada na DOE dia 26 de dezembro de 2013 e entrou em vigor a partir do dia 27 de janeiro de 2014 e veio realmente para contemplar as demandas atuais que a urbanização necessita; bem como para aperfeiçoar a legislação já existente.

## **ASPECTOS DAS LEGISLAÇÕES ANTERIORES**

Quanto a abrangências das edificações assim refere-se: Todas as edificações exceto as unifamiliares deverão possuir o plano de prevenção e proteção contra incêndio (PPCI), sendo inspecionados pelo corpo de bombeiro na qual as edificações consideradas de risco grande e médio deveram ser inspecionadas anualmente, e a cada dois anos as de risco pequeno, para as edificações já construídas o corpo de bombeiro notifica o PPCI existente, e estabelecia prazos para que se cumpram as normas da legislação.

Quanto a competências técnicas de planejamento e aprovação do PPCI: Os Bombeiros da Brigada Militar são os responsáveis únicos do cumprimento da Lei que não faz nenhuma referência aos profissionais do Sistema (CONFEA / CREA) no qual estão inseridos Engenheiros Civis e Arquitetos.

Quanto a responsabilidades penais dos infratores: Ocorrendo a não apresentação do PPCI e o descumprimento dos prazos assinado pelo Corpo de Bombeiro o responsável receberá uma advertência, não providenciando os itens necessários, será multado e se o prazo não for cumprido a edificação acabara sendo interditada. A advertência ocorre quando a instalação esta incompleta ou deficiente dos itens necessários de segurança, já a multa vem após 30 dias do não cumprimento dos itens citados nas advertências e as edificações que demonstrarem risco de vida aos seus usuários e que apresentam elevada probabilidade de incêndio ou desabamento deveram ser interditadas e evacuadas.

#### **ASPECTOS DA NOVA LEGISLAÇÃO (LEI COMPLEMENTAR N° 14.378 / 2013)**

As Edificações na Lei Complementar: Com a nova lei as edificações tiveram uma melhor classificação sendo bem explicado pelo Deputado Adão Villaverde (CREA-RS, Conselho em Revista Jan/Fev 2014, Pag. 08) no qual faz uma comparação de duas fábricas que possuem a mesma área e altura, a primeira produz gelo e a segunda produz fogos de artifícios, pela legislação anterior o plano de prevenção contra incêndio era o mesmo para as duas edificações, isso demonstra que a lei anterior não era tão abrangente nesse aspecto, as cargas de incêndios agora também são consideradas nas definições de edificações de pequeno, médio e grande risco.

O Alvará de Prevenção e Proteção Contra Incêndio: As licenças que eram feitas antes da nova lei agora não serão mais aceitas e estão proibidas, agora o responsável terá que fazer o alvará o mais rápido possível, as edificações anteriores da data de publicação da lei vão ter cinco anos para atender as normas e adquirem os itens de segurança contra incêndio.

As responsabilidades penais dos infratores: Na nova lei ocorre a mesma sequencia de penalidades para as edificações que não estiverem nas normas do plano de prevenção contra incêndio (advertência, multa, interdição e embargo), agora a lei será muito mais rigorosa sendo muito pouco flexível, no caso das multas, o governo as cobrara caro, para que valha mais a pena para o infrator apresentar o Plano de Prevenção Contra Incêndio que pagar uma multa que custa caro. A nova lei faz com que sejam analisados todos os responsáveis pela obra (proprietário, corpo de bombeiros, engenheiro ou arquiteto, município entre outros).

Agora o corpo de bombeiros pode interditar as edificações irregulares até que as mesmas façam todas as regularizações. E o embargo definitivo será feito pelo órgão público municipal.

Considerações: Os estudos dessa Lei nos indicaram a atual força jurídica no nosso país. Onde cada dia novas leis são criadas, fazendo com que tenhamos muitas leis, para cada caso que possa vir a acontecer. Mas também detectamos a falha em esperar uma tragédia acontecer para a criação e fiscalização rigorosa dessas leis. Constatamos que a sociedade deve intervir quando vê que algo está errado, não esperar somente pelos políticos e militares, para evitarmos que mais vidas se percam por irresponsabilidades técnicas, falta de ética e fiscalização.

## **REFERÊNCIAS**

BORGES, R. S. **Manual de Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias e de Gás**. 4. ed. São Paulo: PINI, 2000.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JUNIOR, G. de A. **Instalações Hidráulicas Prediais**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

BRENTANO, T. **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios nas Edificações**. 3. ed. Porto Alegre: PUCRS, 2007.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

PRADO, Racini T. A. GONÇALVES, Orestes, M. ILHA, Mariana S. O. AMORIN, Sirmar e outros. **Execução e manutenção de sistemas hidráulicos Prediais**. São Paulo: PINI, 2000.

REVISTA CREA-RS E ENCARTE ESPECIAL CONSELHO EM REVISTA Nº 100, Rio Grande do Sul, JAN/FEV 2014. Disponível em: <[http://www.crears.org.br/site/arquivo/revistas/revista\\_106\\_CR100.pdf](http://www.crears.org.br/site/arquivo/revistas/revista_106_CR100.pdf)> Acesso em: 17 abril 2014.

SALGADO, J. C. P. **Instalação Hidráulica Residencial: a Prática do Dia-a-Dia**. São Paulo: Érica, 2010.



# **OS BENEFÍCIOS DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS BEM COMO A IMPORTANCIA E MÉTODOS CONSTRUTIVOS**

BERTUOL, Mirela; MIOTTO, Suamy Letícia; STEFANELLO, Samuel;  
SUELO, Michelle; ZAT, Tuani; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante;  
CADORE, William Widmar

**RESUMO:** São chamadas de Obras de Arte Especiais as construções que por algum motivo se diferenciam das demais, normalmente são obras de grande porte que se sobrepõem a um obstáculo não muito comum na engenharia habitual. Essa denominação abrange basicamente pontes, túneis e viadutos, que têm como objetivo facilitar e agilizar o acesso de pessoas e cargas a algum lugar. Frequentemente são usados métodos novos e diferenciados na sua construção, já que em cada obra o desafio é diferente, portanto é nas Obras de Arte Especiais que podemos observar novas tecnologias sendo aplicadas na engenharia civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Viadutos. Grandes construções. Tecnologia

## **INTRODUÇÃO**

O conjunto chamado de Obras de Arte Especiais engloba grandes construções de pontes, viadutos, barragens e túneis. São construções com proporções enormes e por esse motivo há um aumento na dificuldade da sua execução. Vemos nessas obras, formas diferentes de construção civil, que estão frequentemente aliadas à tecnologia de ponta para tornar realidade obras de grande porte e com tamanha importância social.

São especialmente tratadas pois é necessário muito trabalho e pesquisa para chegar ao seu final. São realizadas avaliações financeiras, estruturais e tecnológicas para provar a sua viabilidade, já que são obras de longo prazo e que habitualmente necessitam de observação constante. Deste modo cada uma delas é única, desde o seu projeto e principalmente a sua execução.

## **DESENVOLVIMENTO**

A evolução mundial de 200 anos atrás difere da evolução que agora vivemos e o principal ponto de mudança é a rapidez com que os eventos acontecem. Esse é o reflexo da globalização na sociedade. Cresce a população mundial e a ocupação, sendo assim não podemos simplesmente descartar lugares que não têm características favoráveis à construção.

Deste modo, as Obras de Arte Especiais são extremamente importantes na infraestrutura de um país, uma vez que as mesmas agilizam e viabilizam o transporte de

cargas e/ou pessoas em localidades em que se observa algumas irregularidades na forma padrão de construção de uma pista de rolamento, como: rios e montanhas.

Desta forma, este tipo de construção é imprescindível para que o fluxo de cargas e pessoas funcione em diversos locais do nosso planeta. Elas atuam diminuindo o tempo de percurso, ligando países e cidades separados por rios, mares e grandes declives.

Nesse âmbito, além dos inquestionáveis benefícios, muitas vezes essas construções se destacam por sua beleza e a grandiosidade com que são construídas bem como as técnicas utilizadas, as quais estão cada vez mais sofisticadas devido à adoção de um grande aparato tecnológico. Normalmente é nestas obras que vemos a utilização das mais variadas formas de construção, muitas vezes inovadoras na área, um exemplo disso foi a utilização do Sistema de GPS para junção das placas que viriam a formar as vias de trânsito no Viaduto de Millau.

Enfatiza-se que apesar de chamarem atenção por sua aparência o que faz com que em um papel secundário sirva de centro de turismo a observadores, o seu principal objetivo é fazer ligações rápidas entre lados opostos de rios e/ou montanhas, o que diminui o tempo com que se percorre o trajeto.

No entanto, para que essas obras sejam construídas, é indispensável um estudo para avaliar a viabilização econômica dessa construção uma vez que necessita de uma grande durabilidade e resistência para suportar elevadas tensões. Para garantir a estabilidade das obras é natural que haja um sistema de monitoramento para avaliar pequenos defeitos ou evitar o aglomeramento de carga sobre uma ponte, por exemplo.

Atualmente, os profissionais da engenharia civil são desafiados a construir em locais extremamente improváveis, desafiando os parâmetros anteriores e superando a própria evolução, utilizando toda a tecnologia disponível e equipamentos muitas vezes construídos com outras finalidades, tudo isso em busca de mais uma Obra de Arte Especial.

## **CONSIDERAÇÕES**

As Obras de Arte Especiais simbolizam a chave para o exímio funcionamento econômico e social. A ocupação mundial chegou a locais antes desviados, mas agora não podemos nos dar ao luxo de ignorar regiões rochosas, elevadas, onde prevalecem zonas verticais, devemos atravessá-los porque este é o caminho mais rápido e de maior eficiência.

A eterna busca pela superação de maiores obstáculos e pela maior eficiência na construção nos leva a crer que as Obras de Arte Especiais ainda têm um longo caminho pela

frente, já que acontecem de acordo com as necessidades de uma sociedade que vive em constante crescimento e mudança.

## REFERÊNCIAS

BONILHA, L.; CHOLFE, L. **Concreto Protendido: Teoria e Prática**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2013.

BISSIGO, Luis. **A Percursora Rota do Sol**. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/almanaquegaucho/2011/09/24/a-precursora-da-rota-do-sol/?topo=13,1,1,,13>> . Acesso em: 21 abr. 2014.

CARVALHO, R.C. **Estruturas em Concreto Protendido: pós-tração, pré-tração e cálculo e detalhamento**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2012.

CLUBE DA ENGENHARIA. **Obras Incríveis – Viaduto de Millau**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9YK3TjFqe8U>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

LEONHARDT, F. **Construções de Concreto**. Rio de Janeiro: Interciência, 1982. 5. V

SEQUEIRA, Pedro Ricardo Chainho. **Pontes de tirantes com tabuleiro misto aço-betão em treliça 3D**. Disponível em: <<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/2589873245564/Pontes%20de%20tirantes%20com%20tabuleiro%20misto%20aco-betao%20em%20trelica%203D%20Dissertacao%20Pedro%20Sequeira.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

SENÇO, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. São Paulo: Pini, 2008. 2. v.

SILVA, Pedro Miguel T. T. da. **Construção de viadutos por deslocamentos sucessivos com recurso ao sistema OPS**. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59093/1/000137830.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

# **RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: SUSTENTABILIDADE NO DESCARTE DE RESÍDUOS**

AHLERT, Fabrício Tesche; BARBOSA, Felipe da Rocha; ELOY, Luana Maria;  
SZYDLOSKI, Bernardo Henrique Franciscatto; ZANATTA, Cleiton;  
BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, e, por outro lado, comporta-se ainda como grande geradora de impactos ambientais, ou seja, pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. Na maioria das vezes, os resíduos são descartados de forma inadequada, prejudicando o meio ambiente. Uma alternativa para reduzir esses resíduos é o princípio dos 3R's: reutilização, recuperação e reciclagem. A reciclagem dos resíduos ajuda a sustentabilidade, gerando economia, além de proteger o meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impactos ambientais. Desenvolvimento sustentável. Resíduos.

## **INTRODUÇÃO**

Tornar a atividade da construção civil sustentável tem sido um objetivo um tanto quanto complicado, pelo passar de cada ano, são mais e mais toneladas de resíduos e matérias sólidas que restam de obras de construção e pavimentação. Os resíduos não estão tendo um tratamento adequado, pois precisam de um lugar próprio ou de empresas que recolham este material para descarte ou para reutilização, de forma sustentável. Deve-se tratar a gestão correta dos resíduos da construção civil que contribuirá com o desenvolvimento sustentável. A construção civil é uma das principais formas de desenvolvimento de um país, portanto devemos rever a forma do descarte e tratamento dos seus resíduos.

## **DESENVOLVIMENTO**

Devido ao acúmulo irregular dos resíduos da construção civil no Brasil, esses materiais são considerados um problema de limpeza pública, que tem como consequência: altos custos para o sistema de limpeza urbana, saúde pública, enchentes, contaminação de solo, obstrução de sistemas de drenagem urbano, etc.

Na grande maioria das cidades, nas obras da construção civil estão dispostas caçambas para depositar os entulhos, após as mesmas estarem cheias são carregadas por um caminhão e destinados a um aterro, cujos responsáveis pelo recolhimento são os municípios e estes precisam de um planejamento para gerenciar esses resíduos.

Após o despejo nos aterros, os resíduos classe A (tijolos, telhas, concreto,...) podem ser reutilizados. Mas o problema real está na parte ambiental, pois esses resíduos podem ocasionar inúmeros problemas ambientais, além do desperdício econômico, devido ao potencial de reutilização e reciclagem dos mesmos.

Apesar de existirem ecopontos para o descarte dos resíduos, que são levados a aterros licenciados, muitos resíduos são descartados em aterros clandestinos, calçadas ou bairros afastados.

Por isso, deve-se estimular a reciclagem, pois existe uma forma de produzir novos materiais e produtos a partir dos resíduos sólidos das construções, e para colaborar no processo de reciclagem, deve haver nos canteiros de obra uma separação de resíduos.

Os responsáveis pelas construções precisam ajudar na reciclagem dos resíduos. Durante a execução da obra, o descarte deve ocorrer de forma separada, agilizando o recolhimento e também o processo de reciclagem.

Isso ocasiona uma dupla vantagem na conservação ambiental: utilizando materiais reciclados, há uma diminuição no consumo e assim menos descarte inapropriado no solo, e também são extraídos menos recursos do meio ambiente na produção dos materiais.

No descarte dos resíduos da construção civil, não deve ser diferente. Para evitar este problema, na questão ambiental, há o princípio dos 3R's:

Empresas da construção civil poderiam colocar em prática o princípio dos 3R's, pois as mesmas geram muitos resíduos. Para minimizar tais impactos, assim como reduzir gastos com seus tratamentos e disposição final, beneficiando as empresas [...]

Uma proposta de gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos deve priorizar sempre a redução da geração de resíduos na fonte. No entanto, quando existir a geração dos resíduos, deve-se buscar a reutilização ou a reciclagem. Somente quando não existir possibilidade de reciclá-los é que os resíduos devem ser incinerados (com recuperação de energia) ou aterrados. (ANDERE; SANTOS, 2014, p. 1-2).

-Reutilização: os materiais que não perdem suas características e funcionalidades originais podem ser reutilizados em uma mesma ou outra função.

-Reciclagem: a reciclagem consiste na coleta dos resíduos nos canteiros de obra, para um processamento e após reutilização.

-Recuperação: os materiais passam por uma transformação que permite obter materiais e energia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos principais problemas enfrentados pelas cidades é a grande quantidade de resíduos das construções. Cabe aos municípios gerenciar estes resíduos adequadamente para não afetar a população e evitar os problemas ambientais.

Com a consciência do desperdício de recursos naturais, sugere-se a criação de planos que possam possibilitar a gestão sustentável dos resíduos gerados pela construção civil, buscando sempre um desenvolvimento ambientalmente sustentável, economicamente viável e socialmente justo, e amenizando os problemas que estes resíduos causam, seja tentado reduzir esta quantidade através de um melhor planejamento de construções.

## REFERÊNCIAS

ANDERE, P. A. R; SANTOS, H. I. **Disposição final de resíduos da construção civil - estudo de caso.** Disponível em: <<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/DISPOSI%C3%87%C3%83O%20FINAL%20DE%20RES%C3%84DUOS%20DA%20CONSTRU%C3%87%C3%83O%20CIVIL%20-%20ESTUDO%20DE%20CASO.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2014.

BERTOLINI, Luca. **Material de construção: patologia, reabilitação, prevenção.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 414 p

GOLDENBERG, José; AGOPYANG, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil.** São Paulo: Editora Blucher, 2011.

# **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: HARMONIA ENTRE O HOMEM E O MEIO AMBIENTE**

SOUZA, Aline Terezinha Lermen de; ARRUDA, Amauri de; WIROSKI, Denise Pereira de Vargas; SCHNEIDER, Marciane; MARTINS, Paulo Vinicius Fischer; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** Através do presente artigo podemos analisar como a engenharia civil pode colaborar em atividades como: o reuso da água e o consumo consciente, a reutilização de materiais, a utilização da energia solar, o aproveitamento da água da chuva, a utilização de materiais de baixo impacto ambiental. Com isso podemos confirmar que podemos progredir sem tanto impacto ao meio ambiente, utilizando de forma racional os recursos que temos ao nosso alcance, diminuindo os impactos ecológicos sobre ele.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade. Engenharia Civil. Construção. Consumo. Reuso.

## **INTRODUÇÃO**

A sustentabilidade atualmente estabelece uma relação de necessidade entre o homem e o Meio Ambiente. Com as transformações que vem acontecendo nos últimos anos como as climáticas e sociais, nos revelam e chamam a atenção para as mudanças de hábitos e ações que precisam urgentemente ser realizadas, para que assim as novas gerações possam ter a oportunidade de se beneficiar de um ambiente saudável e sustentável.

A fim de concretizar o desenvolvimento sustentável e a reutilização dos recursos disponíveis pelo meio ambiente, podemos analisar as técnicas de construção ecologicamente corretas que contribuem para o meio ambiente de uma forma altamente positiva, visto que os efeitos causados por elas são bem reduzidos. Com o gradativo crescimento das construções ecologicamente corretas, a Engenharia Civil também contribui para o desenvolvimento da sustentabilidade ambiental, onde essa verdadeira revolução verde é o efeito da consciência do homem com relação ao meio onde vive e deve demonstrar a grande importância que o meio ambiente tem.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DISCUSSÕES**

As questões ambientais têm ocupado cada vez mais espaços nas discussões. Anteriormente a Engenharia Civil passava por transformações sucessivas sem tanta preocupação com as alterações feitas no meio ambiente, um exemplo disso era a quantidade de resíduos (lixo) deixados pelas construções. Mas com a inerente inquietação com relação ao

futuro do planeta, a Engenharia Civil começou a passar por transformações sucessivas principalmente nessa questão ambiental, buscando assim a utilização de novas técnicas de construção, portanto surge a necessidade de não prejudicar o Meio Ambiente e ao mesmo tempo alcançar o progresso e por consequência não comprometer o futuro do Planeta e das próximas gerações.

A construção sustentável harmoniza os desafios ao limitar os impactos ambientais e humanos sobre o meio ambiente, então devemos colocar a prática sustentável com a utilização da energia solar, o uso consciente da água, a adequação a métodos conscientes de temperatura e iluminação dos edifícios. O principal desafio está lançado: construir de uma forma diferente que propicie o uso consciente dos recursos proporcionados pelo meio ambiente.

Os principais fatores que levam a sociedade a desperdiçar a água é muitas vezes a falta de orientação e informação e o desconhecimento, isso na maioria das vezes, nos afazeres domésticos como na lavagem de carros, no banho, na escovação dos dentes, na lavagem das louças.

Com o reuso da água podemos colaborar de uma forma positiva, como em uma edificação, direcionando a água de lavatório, bacias sanitárias, chuveiros, máquinas de lavar roupas e cozinha para um reservatório para que assim possa ser tratada e redistribuída para descargas, lavagem de calçadas, irrigação de jardins, onde não há a necessidade de água potável. Com essa atividade há uma preservação de água tratada sendo esta usada exclusivamente nas necessidades que exijam sua potabilidade para o abastecimento humano.

No sistema de aproveitamento e reuso de água da chuva temos o seguinte processo: a água é coletada dos telhados. Em segundo momento é filtrada e armazenada em reservatórios de acumulação, que podem ser superficiais, enterrados ou elevados e constituídos de diversos materiais, como blocos de concreto, aço, plástico, polietileno, entre outros. Com isso também podemos utilizar a água para descargas, lavagem de calçadas, irrigação de jardins.

Uma edificação para ser sustentável primeiramente deve ser eficiente, para que todas as técnicas empregadas deem resultados, assim uma edificação sustentável passa a se chamar eco eficiente, onde se usa várias formas práticas de atividades sustentáveis que preservam o meio ambiente. Para que isso seja possível, podemos utilizar novos métodos nos edifícios, como evitar a utilização de vidros tipo fumê em climas quentes (este por sua vez absorve mais luz do que calor, por se tratar de um vidro absorvente e escuro); uso de vegetação como sombreamento (uso de árvores com folhas caducas, que além de sombrear janelas sem bloquear a luz natural, possibilita a incidência do sol que é desejável no inverno, que então as



folhas tendem a cair); uso da cor (cores mais escuras absorvem mais calor, ao passo que as mais claras aumentam sua radiação solar, que é benéfico, pois reduz o aumento de calor, e pode ser empregada em ambientes internos para melhorar a iluminação tanto natural quanto artificial); orientação solar (adequar o edifício em relação ao sol no inverno e verão é parte do projetista, onde se deve adequar vantagens e desvantagens trazidas pelas radiações solares nos ambientes internos, assim sendo deve-se aplicar práticas como aberturas transparentes e proteções solares composta de uma parte móvel e outra fixa); sistema de ventilação natural (onde dependendo das condições de direções do vento pode-se empregar um sistema de janelas que abrem conforme a temperatura interna).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da produção e entrega desse resumo expandido, é que ocorrerá em Junho, a II Semanas das Engenharias com um evento para exposição dos resumos, após avaliação de uma Comissão Editorial, para posterior publicação em anais de eventos, o que somará no currículo dos alunos assim como horas de atividades complementares.

Assim, devemos trabalhar e orientar as pessoas para que em qualquer construção civil o impacto causado e os resíduos gerados nas obras e no funcionamento posterior do projeto sejam os mínimos possíveis. É muito importante que a população em geral seja capaz de dar preferência aos empreendimentos que sigam as práticas e determinações da aplicação do **conceito de sustentabilidade**. Assim, criam-se as forças necessárias para reunir condições favoráveis para a criação e a consolidação de uma visão mais consciente e atenta para as questões ligadas ao **meio ambiente** e ao impacto das construções nele, principalmente com relação aos resíduos provocados pela construção civil. Antes de tornar-se um impeditivo; o conceito de sustentabilidade tem tudo para tornar-se um aliado na construção de uma imagem positiva para as empresas e pessoas que adotarem essa visão.

Na construção civil, a partir da utilização de novos materiais que gerem o menor impacto possível ao meio ambiente e contribuam para o conforto térmico ou a redução do consumo de energia, não é diferente, e há inúmeros exemplos de novos materiais e tecnologias com essa finalidade. Podemos progredir sem tanto impacto ao meio ambiente, utilizando de forma racional os recursos que temos ao nosso alcance, diminuindo os impactos ecológicos sobre ele, para que possamos utilizar os recursos e as novas gerações possam se beneficiar de um ambiente saudável e sustentável. A Engenharia Civil se tornou uma forte aliada da preservação do meio ambiente. As técnicas de construção ecologicamente corretas

contribuem para o meio ambiente de uma forma altamente positiva, visto que os efeitos causados por elas são bem reduzidos.

Por fim, todas as técnicas, em que se baseia a qualidade de um sistema sustentável para diminuir os impactos ambientais, devem consistir de total responsabilidade do engenheiro e de acordo com as exigências do usuário, que resulta e trará uma pequena melhora em nosso meio ambiente. Colocando-as em prática possibilitaremos uma realidade mais verde, ou seja, sustentável.

## **REFERÊNCIAS**

BERTOLINI, Luca. **Material de construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 414 p.

GOLDENBERG, José; AGOPYANG, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos**. Bahia - Análise e dados. n° especial, v.13, Salvador-Ba, 2003.

SANTOS, D. C. **Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 4, 2002. Disponível em: <<http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc11030.pdf>>. Acesso em: 12 abril 2014.

SUSTENTABILIDADE. Disponível em: [http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinasE-CV516Sustentabilidade\\_apostila.pdf](http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinasE-CV516Sustentabilidade_apostila.pdf). Acesso em: 21 março 2014.

# **GERENCIAMENTO DE RISCOS ALIADO A GEOTECNIA NA PREVENÇÃO DE ACIDENTES EM OBRAS SUBTERRÂNEAS**

LORENZ, Martina; MATTIAS, Guilherme Basso; MAZIERO, Pedro Antônio; NORA, Joice Dalla; PAGOTTO, Gabriela Kraus; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** Riscos existem em todos os projetos de engenharia, seja ele subterrâneo ou a céu aberto. Fica claro que em obras subterrâneas o nível de riscos é ainda mais elevado, devido à instabilidade e a imprevisibilidade do comportamento dos maciços rochosos do terreno no qual a obra será implantada. Para tentar reduzir a ocorrência de acidentes em obras subterrâneas é necessário um profundo estudo geológico e geotécnico, para que dessa forma se possa desenvolver um plano de gerenciamento de riscos. Um bom plano de gerenciamento permite ao engenheiro avaliar e minimizar ou solucionar os problemas antes que ocorram.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento. Riscos. Obras subterrâneas.

## **INTRODUÇÃO**

As obras subterrâneas se fazem cada vez mais necessárias no cenário urbano atual, e no mesmo ritmo em que cresce o número dessas obras, crescem os acidentes provenientes delas. Para reduzir a ocorrência de acidentes em obras subterrâneas, é preciso que estudos mais profundos sejam realizados quanto às características do solo em que será implantada a obra, do que aqueles feitos para obras a céu aberto.

Este resumo tem por objetivo apresentar algumas medidas que podem ser tomadas para aumentar a segurança em obras subterrâneas, através da aplicação da geotecnia em um plano de gerenciamento de riscos.

## **DISCUSSÕES**

Nenhum projeto está livre de riscos, mas é possível identificá-los e administrá-los. Entretanto, essa possibilidade só existe quando há um completo estudo do solo, para saber com que tipo de material geológico se está lidando, ainda mais em se tratando de obras subterrâneas.

É papel da geotecnia estudar o solo, os maciços e as rochas que o compõem, para que o engenheiro civil tenha condições de projetar a obra de forma mais segura e econômica, pois decorrente das informações obtidas pelos estudos geotécnicos pode-se determinar de forma mais eficaz quais os materiais que devem ser utilizados, que tipo de estrutura e as melhores

formas de contenção da obra. Quando os resultados de uma profunda pesquisa geotécnica são aplicados a um plano de gerenciamento de riscos, as chances de ocorrência de acidentes são ainda menores.

No PGR (Plano de Gerenciamento de Riscos) devem ser listadas todas as características geológicas do terreno das quais se tenha conhecimento. Além disso, devem ser calculadas todas as aplicações de forças necessárias à construção da obra, para que dessa forma, sendo conhecidas as resistências dos maciços, se possam prever as possíveis ocorrências de acidentes e/ou alterações a que ficam sujeitos.

Para que um plano de gerenciamento de riscos seja eficaz, não é necessária apenas a sua existência, mas também um acompanhamento periódico de seus dados, pois alterações geológicas podem ocorrer com facilidade durante a execução de uma obra. O monitoramento dessas alterações geológicas permite que o engenheiro faça mudanças na obra como forma de prevenção dos acidentes que poderiam vir a acontecer, levando a uma minimização dos riscos provenientes de determinada ação.

Um dos principais motivos para se levar em consideração a segurança em uma obra são as disposições legais presentes no artigo 927 do Código Civil, em atenção ao parágrafo único, que determina a responsabilidade civil do risco criado. Aplicando estas disposições especificamente no caso da engenharia civil, tem-se que o engenheiro responsável pela execução da obra assumirá todo e qualquer risco que a mesma possa oferecer e fique obrigado a ressarcir qualquer dano causado a outrem.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao fim destas explicações, é possível perceber como a implantação de um plano de gerenciamento de riscos aliado a um profundo estudo geotécnico é útil para o controle de acidentes em obras subterrâneas. Isto porque, permite ao engenheiro ter uma visão geral da obra, dos possíveis riscos e do que pode ser feito para reduzir esses riscos.

Entretanto, é necessário dedicação do engenheiro para com o plano de gerenciamento. De nada adianta a existência do plano, se o engenheiro não souber utilizá-lo como ferramenta durante a execução da obra.

Prezar pela segurança é um comportamento ético que deve ser adotado por todos os profissionais, em especial pelos engenheiros, que são responsáveis pela vida de todos os envolvidos na construção do empreendimento e posteriormente pela vida daqueles que se utilizam dele.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. de S. S.; MARQUES, M. E. S. **Aterros sobre Solos Moles**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

CAPUTO, H.P. **Mecânica dos Solos e suas aplicações**: Fundamentos/exercícios e problemas resolvidos 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1998. I, II e III. v.

COSTA E SILVA, M. Matilde et al. Critérios para a caracterização geotécnica de maciços rochosos para obras subterrâneas. In: CONGRESSO DE ENGENHEIROS, ORDEM DOS ENGENHEIROS. 2001, Vidago. Disponível em: <<http://cegeo.ist.utl.pt/html/investiga/artigo1.pdf>> Acesso em: 18 de abril de 2014.

CRUZ, P. T. da. **100 Barragens Brasileiras**: Casos históricos, Materiais de Construção, Projeto. São Paulo: Oficina de Textos, 1996.

EHRlich, M.; BECKER, L. **Muros e Taludes de Solo Reforçado**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

KOCHEN, Roberto. Gerenciamento de riscos em obras subterrâneas de engenharia. **Revista Engenharia**. São Paulo, 2009, ed. 595. P. 100-107. Disponível em <[http://www.brasilengenharia.com/portal/revista/edicoes-anteriores/item/edicao-595?category\\_id=3](http://www.brasilengenharia.com/portal/revista/edicoes-anteriores/item/edicao-595?category_id=3)> Acesso em: 20 de março de 2014.

MASSAD, F. **Obras de Terra**: Curso Básico de Geotecnia. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

VERTEMATTI, J. C. **Manual Brasileiro de Geossintéticos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

REISDÖRFER, Andrea F. Obras subterrâneas: pesquisar a natureza é decisivo para a segurança. **Conselho em revista**. Rio Grande do Sul, abr. 2007 n° 32. Área técnica – matéria, p. 12-15. Disponível em: <[http://saturno.crea-rs.org.br/crea/pags/revista/32/CR32\\_area-tecnica.pdf](http://saturno.crea-rs.org.br/crea/pags/revista/32/CR32_area-tecnica.pdf)>. Acesso em: 15 de março de 2014.

## **ABANDONO DE OBRAS: UM RISCO PARA A SOCIEDADE**

MARCA, Bruna; CAVALHEIRO, Bruno; CEOLIN, Danielli Piovesan; SILVA, Laísa Selbach da; CRUZ, Mateus Arlindo da; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** As irregularidades presentes em obras públicas ocasionam danos que, por sua vez, causam um grande prejuízo para a sociedade brasileira. Tendo em vista que grande parte das obras abandonadas não tem muitas chances de serem retomadas, além disso, alguns estádios que estão sendo construídos para a copa, com o seu término não terão mais utilidade. Desde seu projeto, todas as edificações são planejadas para ter uma vida útil de vários anos, mas para que isto aconteça é fundamental haver uma manutenção preventiva constante, porém, grande parte dos acidentes em obras já concluídas é originada da falta de manutenção. Imóveis abandonados causam sérios riscos à sociedade por serem propícios ao acúmulo de lixo, ponto de consumo de drogas, aglomeração de moradores de ruas, foco de mosquito de dengue e animais nocivos, além do risco de desabamento dos mesmos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Obras. Ameaças. Manutenção.

### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, há inúmeras obras inacabadas ou abandonadas em que, na maior parte desses casos, são investidos recursos públicos. Isto ocasionou com que o Estado e União formassem metodologias e processos mais eficazes para o acompanhamento da obra.

Toda edificação é planejada para ter uma vida útil de vários anos, mas para que isso ocorra, deve-se priorizar a manutenção preventiva na parte hidráulica, estrutural e elétrica da mesma. Infelizmente, em nosso país, a cultura de manutenção predial é pouco difundida, ocasionando em diversas situações problemas graves.

Além do desperdício de recursos as obras em caráter de abandono causam vários riscos à sociedade, visto que as mesma muitas vezes servem de abrigo para animais peçonhentos e focos de doenças.

Diante destes problemas apontados, este trabalho visa auxiliar síndicos, proprietários, construtores e governantes nas medidas a serem tomadas para cada caso apontado e difundir a cultura de manutenção predial.

### **OBRAS PÚBLICAS ABANDONADAS, MANUTENÇÃO E OS RISCOS DO ABANDONO**

Para Collor, as irregularidades constatadas pelo TCU nas obras públicas representam “uma chaga” que resulta em um prejuízo de bilhões de reais para a sociedade brasileira. Ele se diz particularmente preocupado com obras abandonadas e com poucas chances de serem retomadas, falta fiscalização *in loco*, capaz de verificar o problema na obra e prever ações corretivas. Para ajudar na solução, ele aponta a capilaridade do Sistema Confea/Crea e sua capacidade de incorporar, entre as atribuições já previstas em lei, o papel de fiscalização e coleta de informações sobre obras de engenharia realizadas no país.

A copa chega ao Brasil e junto com ela um gasto absurdo. Alguns estádios que estão sendo construídos, com o término da copa não serão mais utilizados, pois a população atraída por esses pequenos eventos é mínima, em comparação com o número de pessoas que a Copa do Mundo atrairá em determinadas regiões.

Para Ricardo Balbeira, diretor da empresa portuguesa Quest Soluções o Brasil comete o mesmo erro que Portugal cometeu para realizar a Eurocopa de 2004, quando entregaram dez estádios prontos para a Eurocopa, com as exigências pedidas pela Uefa, mas tinham apenas quatro clubes de grande dimensão. Os outros estádios foram construídos especificamente para aquele evento e agora estão completamente abandonados.

Como não há como impedir a construção das arenas neste momento, o executivo lembra que será necessária alta profissionalização na gestão das arenas para amenizar os prejuízos futuros.

Segundo a NBR 5674/99, manutenção predial é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança de seus usuários.

Segundo o Engenheiro Civil, Sergio Gnipper os sistemas hidráulicos prediais são constituídos por uma enorme diversidade de componentes com distintos requisitos de desempenho, durabilidades variadas. Por essas situações os profissionais devem seguir as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

O Engenheiro Civil Marcos Fernando Queiroz aponta as NBR 5626:1998 para instalação predial de água fria, NBR 7198:1993 para o projeto e execução de instalações prediais de água quente, NBR 8160:1999 referente ao sistemas prediais de esgoto sanitário desde o projeto à execução, entre varias outras.

Imóveis abandonados causam sérios riscos à sociedade por serem propícios ao acúmulo de lixo, ponto de consumo de drogas, aglomeração de moradores de ruas, foco de mosquito de dengue e animais nocivos, além do risco de desabamento dos mesmos.

Embora não declarado expressamente, para se verificar o abandono, é essencial a intenção de se despojar da propriedade. A simples negligência em reclamar a coisa ou qualquer outro ato negativo importa no abandono, que exige sempre um ato positivo do proprietário, que abandona voluntariamente a posse da coisa, com intenção de deixar que outro a adquira. Há de haver sempre, portanto, uma renúncia simultânea de posse e do domínio.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as edificações possuem um determinado tempo de vida útil, mas como se sabe, para que isso aconteça é fundamental a manutenção preventiva, ou seja, manutenção elétrica, hidráulica e estrutural, mas, infelizmente, nem sempre essas manutenções são efetuadas.

A manutenção elétrica é fundamental para garantir a segurança de seus moradores, pois um prédio com média de vinte anos tem sua fiação desgastada e isso pode causar graves problemas como sobrecargas ou até mesmo curto circuito. Na manutenção hidráulica recomenda-se a limpeza e desinfecção dos reservatórios em período semestral, para evitar vasão da pressão nos sanitários, água amarelada e mau cheiro proveniente de ralos. A manutenção estrutural deve ser feita para a correção de fissuras, destacamento do concreto e perda de seção das peças, o resultado dessa análise é usado para verificar se a estrutura esta apta para uso.

Pode-se concluir que a manutenção predial significa muito mais que manter um imóvel em condições de funcionamento, o objetivo principal é preservar o patrimônio fazendo tudo de forma eficaz, segura e confiável para reduzir significativamente os custos e danos ao longo do tempo.

## REFERÊNCIAS

CREA - DF. **Manutenção predial é tema de entrevista do Crea-DF ao Correio Braziliense**. Distrito Federal, 2013. Disponível em: <<http://www.creadf.org.br/index.php/2011-08-19-13-59-20/central-de-noticias/crea-df-na-midia/item/2669-manutencao-predial-e-tema-de-entrevista-do-crea-df-ao-correio-braziliense>>. Acesso em 02 abril 2014.

CUNHA, A. J. P. da.; LIMA, N. A.; SOUZA, V. C. M de. **Acidentes Estruturais na Construção Civil**. São Paulo: PINI, 2001. 2. v.

DIHITT. **Manutenção corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.dihitt.com/n/seguranca/2011/05/>>



30/manutencao-corretiva-preventiva-preditiva-detectiva-e-engenharia-de-manutencao>.  
Acesso em 02 abril 2014.

DIRECIONAL CONDOMÍNIOS. **Manutenção hidráulica nos condomínios: dicas para inspeções e testes**. 2013. Disponível em:  
<<http://www.direcionalcondominios.com.br/hidraulica/manutencao-hidraulica-nos-condominios-dicas-para-inspecoes-e-testes>>. Acesso em: 02 abril 2014.

HELENE, P. R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2. ed. São Paulo: PINI, 2002.

HELENE, P. **Corrosão em Armaduras para Concreto Armado**. São Paulo: PINI, 1999.

SALGADO, J. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

SOUZA, V. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: PINI, 2001.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: Causas, Prevenção e Recuperação**. São Paulo: PINI, 2001.

# ENGENHARIA CIVIL E ÁGUA - CAPTAÇÃO, TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO

SCHOVANZ, Dioice; NORBAK, Emanuele V.R.; ROCHA, Marina da F.;  
FLACH, Ícaro K.; BRENNER, Carla Geane Brandenburg

**RESUMO:** Caracterizar o uso da água atrelada com a engenharia civil, buscando conhecimentos científicos, aprofundando os conceitos e práticas que envolvem a água no presente e envolverão no futuro. O principal objetivo deste trabalho foi identificar os métodos disponíveis para a preservação da água por meio da sua reutilização nas construções civis, levando em consideração as normas e legislações exigidas pelo CONAMA na qualidade da água. Trabalhando em conjunto para vencer obstáculos do reuso da água e sua preservação, podem ajudar a conservar e gerenciar de forma sustentável este recurso vital. Buscamos a utilização da água da chuva como fonte alternativa, por tratar-se de uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável, trazendo benefícios na conservação da água e reduzindo a dependência excessiva das fontes superficiais de abastecimentos, sendo que este método pode proporcionar a restauração do ciclo hidrológico urbano e vir a gerar a conservação de energia, na estação de tratamento, no bombeamento e na distribuição. A utilização de meios técnicos científicos como a captação da água da chuva e o uso de tetos verdes, trazem benefícios ambientais e econômicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água. CONAMA. Reutilização.

## INTRODUÇÃO

Nos dias atuais existe uma grande preocupação com a possível escassez de água em todo o mundo. Por isso está sendo prezado que os recursos naturais sejam preservados ao máximo, o que exige consciência da tamanha importância deste ato e muitos conhecimentos científicos, dentre eles o principal que é o da engenharia.

Em relação ao potencial hídrico mundial, o Brasil conta com 12% da quantidade total de água doce no mundo (TOMAZ, 2001). A preocupação atual é que a água um dia pode acabar, pois a mesma é utilizada para tudo.

Á água possui um ciclo na natureza, o qual está a cada dia sendo mais afetado pela presença humana. O crescimento populacional e a ocupação territorial desorganizada de centros urbanos causam interferências neste ciclo. (PROSAB, 2006).

Para tanto, se visa buscar novos conhecimentos por meio de experimentos que assim possam auxiliar na redução do uso da água subterrânea e de rios e lagos, visando à captação da água da chuva. Sendo essencial para que a humanidade possa vir a ter economias a longo prazo na utilização da água, visando qualidade e preservação da mesma.

## **DESENVOLVIMENTO**

Para a realização da pesquisa técnica científica realizada utilizaram-se artigos científicos renomados de sites como ibict, scielo e feita a retirada de alguns conceitos e dados importantes do livro Mihelcic & Zimmerman., 2012.

Portaria MS Nº 2914 DE 12/12/2011 (Federal): Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Considerando o Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977, que dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água; Art. 1º. Esta Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, os quais são apresentados em 15 tabelas (CONAMA, 2011).

### **Uso e Reuso da água**

A quantidade e a qualidade da água necessária ao desenvolvimento das diversas atividades consumidoras em uma indústria e em residências assim como na agricultura, dependem de seu ramo de atividade, capacidade de produção e tipo de utilização (ZIMMERMAN, B.J, MIHELICIC, R.J, 2012).

Mediante a escassez da água, a mesma se tornou um fator limitante para o desenvolvimento urbano, agrícola e industrial. (EPA, 2012).

A reutilização da água tem como o principal significado utilizar um mesmo volume de água para duas ou mais atividades ou processos. Por exemplo, em um canteiro de obras, em uma residência e em uma indústria. O reuso da água tem uma divisão dos processos: reuso indireto não planejado ou reuso indireto planejado e reuso direto planejado (ZIMMERMAN, B.J, MIHELICIC, R.J, 2012).

### **Uso Industrial**

Pelo fato das indústrias possuírem um maior potencial de reutilização dos efluentes tratados, se recompensa financeiramente o valor em alguns anos. As indústrias a utilizam em torres de resfriamento, caldeiras, irrigação de áreas verdes, lavagens de pisos, processos industriais e na construção civil, como a preparação e cura do concreto (GROUP RAINDROPS, 2002).

## **Uso Agrícola**

A agricultura é responsável por cerca de 70% do consumo global de água (POSTEL & VICKERS, 2004). O uso da água residuária tratada na agricultura tem sido um importante elemento em estratégias para o uso sustentável dos recursos limitados de água doce devido ao seu potencial econômico e de benefícios ambientais. Em outras palavras, as águas residuárias possuem potencial para fornecer e promover o aporte de nutrientes para as plantas (CIRELLI 2012; PEREIRA 2011).

## **Captação da Água da Chuva**

A utilização da água da chuva é uma das soluções mais simples e baratas para preservar a água potável, pois além de trazer benefícios da conservação da água, reduz o escoamento superficial, dá chance a restauração do ciclo hidrológico urbano, gera conservação de energia, na estação de tratamento, no bombeamento e na distribuição (ANNECCHINI, 2005). A água da chuva pode ser usada nas residências para usos que não requerem qualidade de água potável (MAY, 2004). Herrmann e Schmida (1999) destacam a configuração básica de um sistema de aproveitamento de água de chuva: Área de captação (telhado, laje, piso); Sistemas de condução de água (calhas, condutores verticais e horizontais); Unidade de tratamento da água (reservatório de coleta de primeira chuva, filtro e desinfecção); Reservatório de acumulação.

## **Tetos Verdes**

O escoamento da água de chuva dos telhados pode ser uma contribuição substancial para o sistema municipal de águas pluviais. Classificados em três tipos: Tetos verdes extensivos; Tetos verdes intensivos e Tetos verdes semi-intensivos. Os mesmos apresentam benefícios ao teto da construção, como aumento da vida do teto, redução do nível de ruídos, isolamento térmica, blindagem de calor, uso do espaço, hábitat, retenção de água de chuva, ilhas urbanas de calor (ZIMMERMAN; MIHELICIC, 2012).

## **CONSIDERAÇÕES**

Realizou-se o levantamento sobre o uso e reuso da água, com métodos utilizados que envolvam a engenharia civil, buscando aprofundar os conhecimentos técnicos científicos nesta área de formação.

Com a verificação da escassez de água na atualidade e em maior âmbito no futuro, iniciou-se uma pesquisa sobre quais os métodos existentes de captação da água em construções civis. Trazendo o conhecimento do método da captação da água da chuva, com ênfase no modo usado para ser feita a captação da mesma, e onde esta água pode ser utilizada.

Mediante as pesquisas realizadas foi abordado o método do teto verde para captação da água, visando trazer benefícios ambientais e na construção onde o mesmo é utilizado. Sendo que a implantação de sistemas de captação da água doce trazem benefícios econômicos que se pagam com o passar dos anos.

## REFERÊNCIAS

ANNECCHINI, K.P.V (2005). **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis**. Disponível em: <[http://www.bdtf.ufes.br/tesesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=644](http://www.bdtf.ufes.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=644)> Acesso em 24 mar. 2014.

CIRELLI, G.L; PEREIRA B.F.F. (2011). **Uso e reúso da água na agricultura**. Disponível em: <[http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/teseSimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=5859](http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/teseSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5859)> Acesso em 18 mar. 2014.

CONAMA (2011). **Resolução da qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 24 mar. 2014.

EPA (2012). **Reúso da água**. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/07leonardo.pdf>> Acesso em 19 mar. 2014.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da Água de Chuva**. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002.

HERRMANN, T.; SHMIDA, U. (1999). **Configuração básica do sistema de aproveitamento da água da chuva**. Disponível em: <[http://www.bdtf.ufes.br/tesesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=644](http://www.bdtf.ufes.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=644)> Acesso em 24 mar. 2014.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

POSTEL, S; VINCKERS, A.(2004). **Incrementando a produtividade hídrica**. Disponível em:<[http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/teseSimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=5859](http://www.bdtf.ufscar.br/htdocs/teseSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5859)> Acesso em 18 mar. 2014

PROSAB (2006). **Uso racional da água em edificações**. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/07leonardo.pdf>> Acesso em 19 mar. 2014.

TOMAZ, P. (2001). **Economia e aproveitamento da água da chuva**. Disponível em: <<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/07leonardo.pdf>> Acesso em 19 mar. 2014.

ZIMMERMAN, B.J; MIHELICIC, R.J. **Engenharia Ambiental: Fundamentos, Sustentabilidade e Projeto**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. p. 297-299; 355;411.

# **AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPORTÂNCIA, MERCADO E NOVAS POSSIBILIDADES**

PIAIA, Fernando; OCHOA, Leonardo; DUARTE, Tamara Mendes;  
CENTENARO, Mateus Correa; ROCHA, Ramon da; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** Agregado é todo e qualquer material granular encontrado na natureza ou proveniente de fragmentação mecânica provida pelo homem. São obtidos de materiais rochosos variados, consolidados ou granulares, fragmentados naturalmente ou por processo industrial. Os materiais naturais mais utilizados como agregados na construção civil são rochas consolidadas e sedimentos como areias e cascalhos. As rochas podem passar por processos de britagem e moagem para atingir as especificações de granulometria. Associado a expansão do consumo de agregados houve um enorme aumento na quantidade de resíduos inorgânicos produzidos, devido a tais resíduos, quem faz o reaproveitamento dos agregados, tem além de grandes recursos financeiros, o seu ponto essencial, que é dar mais ênfase e dinamismo a uma obra, fatores chaves para a economia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reaproveitamento. Agregado. Granulometria. Construção civil.

## **INTRODUÇÃO**

Os materiais rochosos utilizados na construção civil na forma granular são denominados agregados e, em placas são denominadas rochas ornamentais ou pedras de revestimento. Desde a antiguidade o Homem utiliza as rochas como materiais de construção em forma bruta ou pouco trabalhada. Nos tempos atuais, são utilizadas nas mais variadas formas (bruta, britada, moída, etc).

No entanto, apesar da contínua demanda da sociedade moderna por esse material, principalmente nas obras de construção civil, a exigência ambiental além do alto custo de transporte são alguns dos desafios enfrentados pela atual mineração de agregados (Mello e Calaes, 2006).

O referido trabalho visa descrever os agregados mais usuais na construção civil e faz referência à uma nova possibilidade de uso de material, sendo esta ambientalmente correta, porém carecendo de mais detalhado estudo de viabilidade.

## **DESENVOLVIMENTO**

Os materiais naturais utilizados como agregados na construção civil são rochas consolidadas e sedimentos como areias e cascalhos. As rochas podem passar por processos de britagem e moagem para atingir as especificações de granulometria. São definidos como

materiais granulares sem forma e volume padrão, que podem ser classificados considerando a origem, a densidade e o tamanho dos fragmentos. Quanto à origem são denominados naturais os extraídos diretamente como fragmentos, como areia e cascalho e, os artificiais aqueles que passam por processos de fragmentação como britagem ou moagem. Os agregados leves são pedra-pomes, vermiculita, argila etc, os agregados pesados barita, limonita etc, e os agregados normais as areias, cascalhos e pedras britadas.

Os agregados de maior diâmetro são usados como ingredientes na fabricação de concretos ou como constituintes de estradas. Devem reagir com o cimento por exemplo, e também devem ser resistentes a cargas pesadas, alto impacto e abrasão severa e ser durável. As propriedades testadas são resistência à compressão, absorção de água, resistência à abrasão, abrasividade, comportamento ao polimento, forma dos constituintes e resistência ao intemperismo.

Os agregados médios e finos são, em geral, utilizados para preenchimento ou para proporcionar rigidez em uma mistura. Nesse caso, a granulometria, densidade relativa, a forma das partículas e a composição mineralógica são parâmetros importantes.

A importância do setor de agregados para a sociedade é destacada por estar diretamente ligada à qualidade de vida da população, como a construção de moradias, saneamento básico, construção de rodovias, pavimentação etc. O consumo de agregados per capita é um importante indicador da situação econômica e social de um país, bem como seu nível de desenvolvimento, uma vez que o uso de agregados é relacionado com a melhoria da qualidade de vida e geração de conforto.

Os agregados são as substâncias minerais mais utilizadas para a indústria da construção civil, o que os torna os mais significativos em termos de quantidades produzidas no mundo.

As principais características dos agregados para a construção civil são:

- menor preço unitário dentre todos os materiais minerais industriais;
- importância da coincidência ou grande proximidade da jazida com o mercado consumidor, o que constitui característica fundamental para que tenha valor econômico;
- grande volume de produção, com grandes produtores, usinas de médio e grande porte e gerenciamento precário. As pequenas usinas só existem em mercados de pequenas dimensões ou isolados, ou ainda, operando na forma de usinas móveis;
- pesquisa geológica simples, com baixa incorporação de tecnologia, constituída por operações unitárias de lavagem, classificação ou moagem;



- mercado regional, sendo o internacional restrito ou inexistente.

O grande desenvolvimento tecnológico dos últimos anos aumentou significativamente o volume de recursos minerais explorados no mundo. Associado à expansão do consumo de agregados houve um enorme aumento na quantidade de resíduos inorgânicos produzido. Tradicionalmente, esses resíduos são descartados indiscriminadamente no meio ambiente ou depositados em aterros. No entanto, alternativas de reutilização e reciclagem devem ser pensadas como as primeiras alternativas para o seu gerenciamento, buscando reintroduzi-los no ciclo produtivo. Agregado reciclado é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.

O resíduo da construção e demolição é composto por fragmentos ou restos de cerâmica, aços, madeiras, gesso, etc. A redução e o aproveitamento desse resíduo podem minimizar o consumo de recursos naturais e energéticos, o que implica, muitas vezes, num menor dispêndio econômico. A utilização de materiais suplementares residuais da construção civil na produção de materiais cimentícios, além de reduzir o consumo de energia e os impactos ambientais relacionados à destinação final destes, pode proporcionar ganhos nas propriedades mecânicas e durabilidade dos novos materiais. A possibilidade de desenvolvimento de atividade pozolânica por parte do material cerâmico pode substituir uma porcentagem do cimento Portland ou do agregado.

O uso de agregados provenientes de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) está relacionado com o espalhamento da argamassa, quanto maior o teor de substituição do agregado natural pelo agregado reciclado, menor o espalhamento. O agregado reciclado retém maior quantidade de água que o agregado natural devido à sua elevada taxa de absorção, o que tende a diminuir a quantidade de água livre nas misturas, contribuindo para a redução do espalhamento. Além disso, o alto teor de finos na composição do agregado miúdo reciclado contribui para o efeito empacotamento, o que leva a uma argamassa mais coesa, com menor tendência à segregação entre o agregado e a pasta. Também foi possível observar que, quanto maior o teor de substituição do agregado natural pelo agregado reciclado, menor é a massa específica da argamassa. A medida que aumenta o teor de substituição do agregado natural pelo agregado reciclado, menor é a massa específica aparente da argamassa, e maior seu Fator de Empacotamento (FEA) o que demonstra a maior compactidade da mistura agregado/aglomerante das argamassas com alto teor de finos. Formando assim uma massa leve e resistente.

## CONSIDERAÇÕES

O aumento do teor de substituição do agregado natural pelo agregado reciclado tende a aumentar a resistência à compressão, além de produzir uma argamassa mais leve. A granulometria mais contínua e a maior quantidade de finos apresentada pelo agregado reciclado ajudam no efeito empacotamento e contribuem para o fechamento dos vazios. Além disso, como o agregado reciclado possui maior absorção que o agregado natural, pode haver, ainda, maior aderência entre a pasta e o agregado por meio da absorção da pasta e precipitação dos cristais de hidratação nos poros do agregado. Contudo, a substituição total do agregado natural pelo agregado reciclado, apresentou grande prejuízo para a resistência da argamassa, provavelmente consequência do aumento da porosidade da mistura pela dificuldade do adensamento no estado fresco, ocasionada pela elevada absorção do agregado reciclado.

## REFERÊNCIAS

- BERTOLINI, L. **Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- CONAMA, C. N. DO M. A. Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de Julho de 2002. p. 6–8, 2002.
- FRAZÃO, E. B. Tecnologia para a produção e utilização de agregados. In: **Agregados para a construção civil no Brasil**. Contribuições para formação de políticas públicas. Ed. Tannús, M. B. e Carmo, J. C. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2006.
- MELLO, E. F. e CALAES, G. D. **A indústria de brita na região metropolitana do Rio de Janeiro**. UFRJ – Instituto de Geociências. 193 p. 2006.

# **A DURABILIDADE EM FOCO: BENEFÍCIOS DO AUMENTO DA VIDA ÚTIL NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

KAMPHORST, Ana Paula; RIBEIRO, Guilherme Barcarolo; GNOATTO, Leni Luis; CALGARO, Tamires Suani; BUSANELLO, Vanessa; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** Durabilidade é, atualmente, um assunto muito discutido em países desenvolvidos por levar em consideração todos os benefícios que serão apresentados no decorrer deste artigo. Além disso, a viabilidade social, econômica, ambiental e estrutural não deve ser menosprezada. Várias são as decorrências da falta de durabilidade das edificações: o clima, os valores, a falta de planejamento, as falhas na execução e no contrato de mão de obra qualificada. Todos esses aspectos serão discutidos a fundo levando em consideração ainda que a sustentabilidade, de certa forma, depende da durabilidade. Ainda vale lembrar, que no Brasil o assunto é pouco discutido e, a falta de planejamento de tantos edifícios causa acúmulo de lixo. Este causa danos no meio ambiente, e gastos elevados para a reutilização destes resíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Durabilidade. Clima. Sustentabilidade. Economia.

## **INTRODUÇÃO**

Este artigo tem como objetivo conduzir um maior conhecimento na área de construção civil, abordando o tema de durabilidade que é de grande peso já que nos dias atuais existem diversos países com alta taxa de desenvolvimento buscando cada vez maiores fontes de recursos tecnológicos para viabilizar e facilitar um maior crescimento econômico e social. A busca da perfeição em uma edificação deve ser sempre procurada e para isso acontecer, as normas criadas com objetivo de estipular uma maior noção que seja utilizada como base, devem ser seguidas a risca. Necessita haver uma avaliação dos materiais a serem utilizados buscando sempre estabelecer uma maior qualidade e menor custo sem esquecer-se de considerar o clima e o solo a ser edificado havendo assim a prevenção de possíveis problemas patológicos garantindo um maior conforto e vida útil.

## **DURABILIDADE EM FUNÇÃO DO CLIMA**

Todo e qualquer gênero de edificação necessita de materiais e mão de obra apropriada para que possua uma maior garantia e vida útil. Deve-se levar em conta e analisar criteriosamente o clima e a área a ser construída, para que se possam prevenir possíveis

problemas patológicos que comprometem a segurança, o conforto e o estrutural de uma edificação, estes problemas patológicos podem ser mecânicos, químicos, biológicos e físicos.

## **ABNT NBR 15575 E A DURABILIDADE**

Sob o título geral “Edificações habitacionais - Desempenho” a abordagem dessa Norma é maior que outras incluindo, por exemplo, a durabilidade dos sistemas e a manutenção da edificação em questão. A durabilidade de um produto diminui quando ele deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas, quer seja pela degradação ou por perda da utilidade funcional. O período de tempo em que isso ocorre é denominado vida útil.

Diz a NBR 15575 que os projetos da edificação devem ser desenvolvidos considerando todas as características do entorno:

- Urbanísticas (rede viária, proximidade de ferrovias ou aeroportos etc);
- Geomorfologia (topografia, formação do solo e do subsolo, posição do lençol freático);
- Ambientais (regiões litorâneas, poluição do solo e do ar, terrenos com passivo ambiental);
- Climáticas (regime de chuvas e de ventos, temperaturas, umidade relativa do ar, níveis de radiação solar etc).

## **CONSTRUÇÃO CIVIL: DURABILIDADE DOS MATERIAIS**

Quando uma obra entra em colapso, desconsiderando fatores físicos e mão de obra inadequada, temos duas ideias do por que isso ocorreu. Primeira material escolhido erroneamente por descuido do responsável técnico, isso acontece principalmente quando o responsável aceita passivamente os materiais escolhidos pelo dono da obra, que costuma pensar somente em vantagem econômica.

Segunda ideia é quando os materiais não atingem as expectativas por descuido no processo de fabricação ou na análise do material, que seria por parte do responsável técnico. Por causa dessa negligência na fabricação o Inmetro a partir de 2013 passou a avaliar alguns materiais de construção, como tijolos, blocos torneiras, misturadores de água, entre outros, que já podem ser encontrados com o selo do Inmetro. Essa avaliação tem o princípio de ajudar o país contra a prática enganosa do comércio e que os materiais tenham uma certificação, já estimulando a concorrência justa no Brasil, beneficiando o consumidor.

Economia e o ramo da construção civil estão num campo de trabalho totalmente vinculado um ao outro. Há economistas que afirmam que o desenvolvimento de um país e de sua economia depende da formação do profissional da construção.

## **DURABILIDADE E ECONOMIA**

Em termos de economia aplicada nas obras civis, os cálculos aplicados, tanto de materiais quanto de mão de obra, são idealizados como o eixo principal, e isso vai de uma simples construção de um pequeno pavilhão até mesmo para construção de estradas ou de grandes empreendimentos como estádios e outros afins. Uma construção envolve empregos, que geram uma renda, que por sua vez será aplicada nos diversos ramos do mercado, em compras ou investimentos. E isso é o que movimenta a economia, porque uma cidade que tem um olhar promissor investe em crescimento urbano, populacional e isso forma a economia local.

## **DURABILIDADE E A SUSTENTABILIDADE**

A durabilidade na construção civil não pode ser vista em particular na resistência dos materiais ou qualidade da mão de obra. Estes são fatores de um projeto que deve se tornar mais durável. A sustentabilidade é um tema pouco discutido atualmente e, poucas são as pessoas que entendem que uma maior durabilidade acarretaria menos problemas sociais, econômicos e ambientais.

Em um primeiro instante, tantos problemas não nos são perceptíveis. Mas, com uma profunda avaliação percebemos que o acúmulo de lixo, o desmatamento das florestas, a extração de minerais trazem graves problemas não só para a economia de um país, mas também para seu ecossistema e a vida de sua população.

## **CONSIDERAÇÕES**

Conclui-se, a partir do artigo apresentado anteriormente que, a vida útil ou a durabilidade de uma construção depende de inúmeros aspectos, tanto técnicos como físicos. Uma construção para ser bem-sucedida, necessita de materiais de qualidade, principalmente aqueles que possuem selo do INMETRO. Além disso, uma mão de obra experiente e qualificada e um projetista que deve possuir a responsabilidade de conduzir a obra seguindo

as regras da ABNT NRR 15575, que esclarece especificamente como proceder para elevar a vida útil da construção.

O clima da área de construção, também deve ser levado em conta, pois possui papel fundamental na contagem da durabilidade da obra. Todos esses aspectos antes apresentados influenciam com tamanha importância a sustentabilidade que depende da vida útil de uma edificação, porque uma maior durabilidade acarretaria menos problemas sociais, econômicos e ambientais, tendo em vista que os resíduos gerados por reformas em construções “novas” empobrecem muitas paisagens.

## **REFERÊNCIAS**

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575 – **Edificações habitacionais – Desempenho (Parte 1: Requisitos gerais)**, Rio de Janeiro, 2013a.

HELENE, P. R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2. ed. São Paulo: PINI, 2002.

SOUZA, V. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: PINI, 2001.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: Causas, Prevenção e Recuperação**. São Paulo: PINI, 2001.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

CUNHA, A. J. P. da.; LIMA, N. A.; SOUZA, V. C. M de. **Acidentes Estruturais na Construção Civil**. São Paulo: PINI, 2001. 2. v.

HELENE, P. **Corrosão em Armaduras para Concreto Armado**. São Paulo: PINI, 1999.

SALGADO, J. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

# **ÁGUA: A DIFERENÇA ENTRE A QUANTIDADE E A QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES**

BOHM, Cristian Luiz; LIMA, Alex dos Santos; FORCHEZATTO, Edson dos Santos; PALINSKI, Junir Baltazar; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** É impossível pensar em vida sem fazer qualquer referência à necessidade de água; desta forma, o homem está cada vez mais preocupado e buscando uma relação harmoniosa com a natureza. Diante dos usos inadequados, da escassez e da demanda crescente pelas águas, faz-se necessário estimular com emergência manifestações da sociedade na busca de novas formas de gerir os recursos hídricos de cada localidade. Este trabalho foi desenvolvido a partir do tema “Muita água, pouca qualidade” solicitado pelo na disciplina de Introdução à Engenharia Civil e Ética Profissional do primeiro semestre do Curso de Engenharia Civil da URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Câmpus Frederico Westphalen - RS.

**PALAVRAS-CHAVE:** Escassez. Qualidade. Água. Recursos. Hídricos.

## **INTRODUÇÃO**

O homem sempre procurou compreender as questões relacionadas à água porque sem ela ninguém consegue viver; faz parte da sua vida e a influencia diretamente, seja pela quantidade ou pela qualidade existente.

A água não está distribuída de maneira uniforme no planeta, e nem sempre está disponível conforme as necessidades humanas, ou seja, não acompanha o aumento da população, e a quantidade existente não muda, não aumenta nem diminui, e o que muda é a disponibilidade.

O Brasil, um país grande em extensão territorial comparado ao número de habitantes, dispõe de recursos naturais em abundância, porém pouco ou mal explorados. Apesar de dispor de tais riquezas, há maior concentração populacional nos grandes centros urbanos, acompanhados de elevado consumo. Outro agravante acompanha-o, crescendo na mesma proporção do consumo – a degradação dos recursos hídricos – que coloca em risco a disponibilidade de água potável.

Este estudo buscou debater e apresentar soluções para minimização de impactos na relação quantidade de água existente e a qualidade disponível deste recurso em condições de consumo, a fim de tornar o gerenciamento ambiental mais dinâmico. Este também contribuiu para a compreensão das questões ambientais voltadas à preservação dos recursos hídricos.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DISCUSSÕES

É bem complexo elencar as diversas utilidades da água ao homem, tamanha a sua vitalidade para a continuidade da vida, mas, por exemplo, na agricultura através da irrigação, a indústria, o uso doméstico, a pesca, a geração de energia elétrica, como elemento de atração turística e como gerenciadora de empregos na infraestrutura de sua distribuição e os rios enquanto recurso viário são um importante fator de desenvolvimento econômico.

O modo de consumo e de produção atual, associado ao crescimento demográfico vem liberando nos ambientes muitas substâncias tóxicas.

O aumento da poluição devido à expansão do ser humano tem atingido drasticamente os recursos hídricos mundiais tudo em prol do “desenvolvimento”.

A degradação do recurso hídrico tem tomado grandes proporções diminuindo os recursos e tornando-os mais escassos, mostrando a ocorrência de uma verdadeira crise da água.

O domínio dos recursos hídricos está muito mais próximo do “dever de zelar” do que de “exercer o poder” sobre algo. Esse “poder no sentido de propriedade, dá lugar à responsabilidade pela condução do gerenciamento das águas”.

A nova ordem constitucional alterou substancialmente o domínio das águas, extinguindo as águas particulares. Tais águas, por serem de sua natureza, assentam-se em terrenos que, de particulares, passam a públicos, por determinação da constituição.

Por tradição, apenas o detentor do domínio das águas possuía competência para administrá-los, formulando o planejamento e implantando as metas a serem alcançadas, de acordo com a conveniência e a oportunidade.

O planeta terra vem conhecendo uma assustadora depleção de recursos naturais, consequência da demanda crescente exercida pelo ecossistema planetário em nome de um crescimento econômico destinado a atender as necessidades sempre maiores ou mais numerosas, nem sempre necessárias. Soma-se a isso o incremento populacional. O uso intensivo da água e a frequência de desastres ecológicos afetam tanto a quantidade quanto a qualidade dos recursos hídricos efetivamente disponíveis.

Dentre os vários usos da água pode-se considerar o abastecimento humano o mais nobre e prioritário, uma vez que o homem depende de uma oferta adequada de água para sua sobrevivência. A qualidade de vida dos seres humanos está diretamente ligada à água, pois ela é utilizada para o funcionamento adequado de seu organismo, preparo de alimentos, a higiene pessoal e de utensílios.



A água usada para abastecimento doméstico deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas, tais como estar isenta de organismos patogênicos e substâncias tóxicas, para prevenir danos à saúde e ao bem estar do homem.

Água potável é aquela que não causa danos à saúde nem prejuízo aos sentidos.

Os recursos hídricos ainda são muito importantes de diversas maneiras, tais como: abastecimento industrial, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, assimilação e transporte de efluentes, preservação da flora e fauna, aquicultura, recreação entre outros; atendendo a várias necessidades simultaneamente. Essa é uma exigência fundamental no ponto de vista econômico, mas, também, no ponto de vista do abastecimento, em função da crescente escassez da oferta de recursos hídricos diante da demanda sempre crescente. .

Entende-se por poluição da água a alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou provocadas pelo homem. O conceito de poluição da água tem-se tornado cada vez mais amplo em função de maiores exigências com relação à conservação ao uso racional dos recursos hídricos.

Os efeitos resultantes da introdução de poluentes no meio aquático dependem da natureza do poluente introduzido, do caminho que este poluente percorre no meio e do uso que se faz do corpo de água. Os poluentes podem ser introduzidos no meio aquático de forma pontual ou difusa. As cargas pontuais são introduzidas por lançamentos individualizados, como os que ocorrem no despejo de esgotos sanitários ou de efluentes industriais. Cargas pontuais são facilmente identificadas e, portanto, seu controle é mais eficiente e mais rápido. As cargas difusas são assim chamadas por não terem um ponto de lançamento específico e por ocorrerem ao longo da margem dos rios como, por exemplo, as substâncias provenientes de campos agrícolas, ou por não advirem de um ponto preciso de geração.

São necessários indicadores, físicos, químicos e biológicos para caracterizar a qualidade da água. Dependendo das substâncias presentes na atmosfera, da litologia do terreno, da vegetação e outros fatores intervenientes, as principais variáveis que caracterizam a qualidade da água apresentarão valores diferentes. Por exemplo, é de se esperar que a água da chuva em locais próximos ao oceano apresente maior concentração de cloreto de sódio. Rios que atravessam regiões de floresta densa devem apresentar coloração mais escura que os rios que atravessam regiões desérticas, em razão do teor de matéria orgânica na água.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Podemos concluir que a água é um bem indispensável à vida humana, vegetal e animal. Proteger a água é um dever de todos.

A legislação ambiental brasileira é considerada como uma das mais completas do mundo, faltando na verdade, maior fiscalização para que possa ser aplicada e tenha o cumprimento necessário.

Após o reconhecimento de que água é um recurso finito, devemos entender que, se em quantidade ela continuará de certa forma abundante, a sua qualidade, corre risco maior e esta é a preocupação universal.

Assim, uma das formas de buscar manter a quantidade das águas, é a cobrança pelo uso deste bem, o reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

A cobrança pelo uso da água tem o propósito de induzir o comportamento dos usuários, do poder público e da sociedade como um todo ao uso racional dos recursos hídricos, reduzindo o desperdício e diminuindo os índices altíssimos de poluição, além de contribuir na execução de investimentos visando à recuperação ambiental da bacia hidrográfica, garantindo os usos múltiplos da água e a existência do recurso para atender às demandas futuras.

A gestão dos recursos hídricos está calcada na descentralização do gerenciamento e conta com a participação de todos os interessados na administração do recurso. Pelo planejamento, podem-se compatibilizar os diversos usos a que serve.

Dai a necessidade de fortalecer as leis vigentes, torná-las conhecidas e incrementar novas que venham de alguma forma contribuir para que a tão proclamada escassez seja sentida da forma mais amena possível.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R.O B.; CARVALHO, A.B. DE; TACHIZAWA, T. **Gestão Ambiental: Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável**. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

BRAGA, B. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

GOLDEMBERG, J.; ROMÉRO, M. de A. **Metrópoles e o desafio urbano frente ao meio ambiente**. Edgard Blucher, 2010. 6.v.

MANO, E. B.; PACHECO, É. B. A. V. BONELLI, C. M. C.. **Meio Ambiente, Poluição e**

**Reciclagem.** 2. ed. Edgard Blucher, 2010.

PAIVA, J. B. D. de. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas.** Organização de João Batista Dias de Paiva, Eloiza Maria Cauduro de Paiva. Porto Alegre: ABRH, 2001.

PINTO, N. de S. **Hidrologia Básica.** 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.

RODRIGUES, F. A.; CHAVES, H. **Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Brasília: Secretaria dos Recursos Hídricos, 1998.

ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI, V. **Meio Ambiente e Sustentabilidade.** 1. ed. Rio de Janeiro: Bookman, 2012.

SANCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental:** : conceito e métodos. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia:** Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

VERDUM, R.; MEDEIROS, R. M. V. (Org.). **RIMA: relatório de impacto ambiental.** 5. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006

# **IMPORTÂNCIA AMBIENTAL E ECONÔMICA DO PROFISSIONAL ENGENHEIRO CIVIL EM REUTILIZAR E RECICLAR OS RCD-RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

SCHOVANZ, Dioice; NORBAK, Emanuele V.R.; BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, Widmar Cadore

**RESUMO:** Este estudo baseia-se no entendimento da importância de reduzir, reutilizar e principalmente reciclar os Resíduos de Construção e Demolição – RCD, sendo necessária a compreensão deste tema primordialmente para os Engenheiros Civis, pois com uma coleta e destinação adequada o profissional estará preservando o meio ambiente e terá grande economia em sua obra, independente do tipo e local em que é realizada. Este, portanto é um tema que está sendo abordado frequentemente na atualidade, pelo fato dos RCD serem 50% dos resíduos sólidos no Brasil, sendo realizados vários estudos e experimentos, mediante os materiais inertes que os compõem, tais como: argamassa, concreto, madeira, plástico, papelão, vidros, metais, cerâmicas e terra, pois a maioria de seus constituintes químicos é prejudicial à saúde humana, ao meio ambiente e diante ao seu espaço físico ocupado, estraga a estética dos ambientes. O Brasil possui grande quantidade de matéria prima, por isso e por alguns fatores tecnológicos, que esta prática ainda não é comum, mas não deixa de ser necessária. O processo de reciclagem de RCD é realizado em usinas de reciclagem de construção civil (URRECC), o qual é composto por uma triagem das frações inorgânicas e não metálicas do resíduo, sendo, portanto excluídos deste a madeira, o plástico, o papelão, o vidro, a terra e o metal, os quais são direcionados a outras empresas do setor de reciclagem. Reciclar o máximo de RCD, só traz benefícios em todas as atribuições da vida, pois é conservada a matéria prima do meio ambiente, o que provém à vida, e um produto quando feito por meio da reciclagem ou reutilização pode ter seu preço diminuído em até 50%, sendo que terá a mesma qualidade de produtos feitos sem materiais que foram reciclados ou reutilizados. Portanto clama-se deixar exposto que o sucesso da reciclagem ou reutilização dos RCD, quando feita a coleta e destinação adequada destes, dependerá da consciência do Engenheiro Civil ou de outro profissional que está gerenciando uma construção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos de construção e demolição. Meio ambiente. Economia.

## **INTRODUÇÃO**

Este artigo tem por objetivo apresentar a definição dos RCD – Resíduos das Construções e Demolições – explicando a sua importância quando reciclado, tanto para a qualidade de vida referindo-se à saúde humana, como principalmente ao meio ambiente, o qual é o mais prejudicado, quando os mesmos são mal destinados. Com este artigo preza-se a conscientização da população em meio a algo tão importante, que visa qualidade de vida, economia financeira e preservação do meio ambiente. Com o passar dos anos vem aumentando a preocupação com a ordenação do uso dos recursos naturais do planeta e sua preservação, quando se refere principalmente aos recursos usados nas construções civis. Esta preocupação está mudando significativamente as estratégias de planejamento em diversos

setores e segmentos, desde o planejamento doméstico, até o planejamento de grandes instituições, indústria, empresas e entidades onde se desenvolve qualquer tipo de atividade humana, onde se busca desenvolvimento sustentável (TAVARES, 2007).

## **RECICLAGEM**

A reciclagem de RCD – Resíduos de Construção e Demolição – é um tema que, atualmente, está sendo abordado com frequência, sendo realizados vários estudos e experimentos (TAVARES 2007; SILVA 2005). Os RCD são uma mistura de materiais inertes, tais como: concreto, argamassa, madeira, plástico, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra. (MONTEIRO, 2001).

São questionados os processos utilizados na indústria da Construção civil, devido à geração dos resíduos sólidos, um dos problemas mais sérios vividos atualmente. A qual é responsável por 50% dos resíduos sólidos urbanos produzidos diariamente em grandes cidades. Alguns pesquisadores justificam que esta alta porcentagem ocorre devido à falta de mão de obra qualificada, falta de tecnologias acomodação dos empresários e perdas no processo produtivo. (SILVA, 2005; COSTA 2005).

Deparamo-nos com a necessidade de garantir o desenvolvimento sustentável do planeta, diante das ameaças que este vem sofrendo em decorrência do crescimento populacional, do desenvolvimento industrial e todas as suas consequências, em um quadro de previsível esgotamento de grande parte dos recursos naturais consumidos para garantir tais crescimentos. Afetando profundamente a cultura em uma crescente preocupação com a preservação de um meio ambiente qualitativamente adequado para a sobrevivência das gerações vindouras (OLIVEIRA, 2004; TAVARES, 2007).

Para Costa (2003) e Tavares (2007), a indústria é a maior responsável pelo consumo desenfreado dos recursos naturais, sendo que algumas matérias primas tradicionais da construção civil já se encontram escassas, com produção limitada.

## **CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS**

A Resolução 307 de 05 de julho de 2002 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, classifica os resíduos da construção civil em quatro tipos:

- Classe A: tem como origem os resíduos reutilizáveis ou recicláveis com agregados.

Tendo três tipos de resíduos são caracterizados nessa classe:

- De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem.
- De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, entre outras), argamassa e concreto.
- De processo de fabricação e demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios) produzidas nos canteiros de obras.
  - Classe B: tem como origem os resíduos recicláveis para outras destinações. Que seriam do tipo: plásticos, papel, papelão, metais, vidros e outros.
  - Classe C: tem como origem os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. Sendo eles do tipo: gesso e produtos oriundos deste.
  - Classe D: tem como origem os resíduos perigosos oriundos do processo de construção. Sendo eles do tipo: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

A composição dos RCD, ou entulho, dentre outros aspectos, varia em função de características regionais, como tipo de construções existentes, matéria-prima disponível, práticas construtivas e forma de manuseio do resíduo. Em sua maioria, esses resíduos são compostos por restos de argamassa, tijolo alvenaria, concreto, cerâmica, gesso, madeira, metais, entre outros (COSTA, 2003).

## **COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS**

Os RCD possuem uma grande heterogeneidade na sua composição, sendo uma mistura de materiais inertes. Por isso, Silva Filho (2005) apresentou uma composição média do entulho de obra no Brasil, não considerando o solo extraído durante as escavações, onde argamassa – 63%; concreto e blocos – 29%; outros – 7% e orgânicos – 1%.

A composição dos RCD é composta por aspectos que indicam as influências que o processo sofre, como: o nível de desenvolvimento da indústria da construção civil, a qualidade da mão de obra, as técnicas de construção e demolição empregadas, a adoção de programas de reciclagem com reutilização dos materiais nos canteiros, os tipos de materiais predominantes disponíveis na região, o desenvolvimento de obras de arte na região (metrô, estação de tratamento de esgoto, restauração de centros históricos, entre outras) e o desenvolvimento econômico e tecnológico da região, ou seja, a demanda por novas construções (LEVY, 2002).

## CONCLUSÕES

Visou-se a pesquisa sobre Resíduos da Construção e Demolição – RCD - trazendo conhecimentos mais aprofundados sobre a importância de reciclar os resíduos sólidos, dentre eles os de construções e demolições, o que demonstrou economia, qualidade de vida e principalmente preservação do meio ambiente.

Transmitiram-se brevemente informações retratando serem cabíveis a todos os seres humanos os cuidados necessários com os entulhos de construções, sabendo assim, que se deve depositá-los seguramente em lugares adequados sem prejudicar o ambiente público.

Analisando-se que os únicos métodos possíveis para a reciclagem dos RCD devem partir de órgãos públicos, de setores privados, e da conscientização da população em geral. O bem estar e a qualidade de vida dependem certa parte deste fator, por isso, deixou-se claro que é necessário reciclar os RCD para preservar o meio ambiente e conseqüentemente a vida humana na terra.

## REFERENCIAS

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução número 207, de 05 de julho de 2002.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.htm>> Acesso em 08 mai. 2013.

COSTA, N.A.A. **Classificação dos RCD.** Disponível em: <[http://btdt.bczm.ufrn.br//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3049](http://btdt.bczm.ufrn.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3049)> Acesso em 08 mai. 2013.

LEVY, S. M. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos produzidos com resíduo de concreto e alvenaria.** Tese (Doutorado) – São Paulo, Escola Politécnica, Universidade Federal de São Paulo, 2002. 194p.

MONTEIRO (2001). **Constituição dos RCD.** Disponível em: <[http://btdt.bczm.ufrn.br//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3049](http://btdt.bczm.ufrn.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3049)> Acesso em 02 mai. 2013

OLIVEIRA, M.J.E. (2004). **Materiais Descartados pelas Obras da Construção Civil.** Disponível em: <[http://btdt.bczm.ufrn.br//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3049](http://btdt.bczm.ufrn.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3049)> Acesso em 02 mai. 2013.

PINTO, T.P. (2001). **Meio Ambiente e RCD.** Disponível em: <[http://btdt.bczm.ufrn.br//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3049](http://btdt.bczm.ufrn.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3049)> Acesso em 21 mai. 2013.

SILVA FILHO, A.F. (2005). **Composição dos RCD.** Disponível em: <[http://btdt.bczm.ufrn.br//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3049](http://btdt.bczm.ufrn.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3049)> Acesso em 13 mai. 2013.

TAVARES, L.P.M. (2007). **Destinação e Deposição dos Resíduos da Construção Civil**. Disponível em: <[http://bdtd.bczm.ufrn.br//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3049](http://bdtd.bczm.ufrn.br//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3049)> Acesso em 20 mai. 2013.



# PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DOS MATERIAIS E CIÊNCIA DOS MATERIAIS

IMMICH, Tiago Bisognin; MARIANI, Rodrigo Stahl; RIBOLI, Adair Antonio;  
BOMBANA, Lucas Tadeu do Amarante; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** Sendo o magnetismo um vasto campo de estudo, podendo ser ligado tanto à Engenharia, especialmente à Elétrica, quanto à Química e Física, o presente trabalho buscou realizar uma abordagem sem cunho taxativo sobre conceitos, propriedades e características dos materiais magnéticos, buscando ampliar o conhecimento dos leitores sobre algo que surgiu na antiguidade, atraindo a atenção das pessoas magneticamente, e que se faz presente no nosso cotidiano, de várias formas, até grudado em nossas geladeiras – quem não tem algum ímã na porta da sua geladeira?

**PALAVRAS-CHAVE:** Magnetismo. Propriedades. Características.

## INTRODUÇÃO

O magnetismo é uma propriedade dos metais que permite que alguns tipos de metais exerçam atração sobre outros ou, conforme o caso, repulsão, quando ocorre a aproximação de um metal magnético com outro igualmente magnético.

O magnetismo foi descoberto quase que por acaso, na Grécia antiga, por volta do século VI a.C., sendo que mais tarde, descobriu-se que tratava-se um mineral chamado magnetita, composto basicamente por óxido de ferro ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), o qual era dotado de propriedades magnéticas.

Entretanto, como o magnetismo não está voltado exclusivamente à produção de magnetos e campos magnéticos, mas também com a utilização de materiais inicialmente inertes, mas que virão a sujeitar-se à ação magnética, conhecer as propriedades magnéticas é muito importante, inclusive para todos aqueles envolvidos com as Engenharias.

## DESENVOLVIMENTO

Relatos que remontam aos tempos da Grécia antiga, por volta do século VI a.C., já descrevem a existência de algum tipo de material capaz de exercer atração sobre outro, normalmente metálico.

Estudos posteriores levaram os cientistas a descoberta da existência dos polos magnéticos – positivo e negativo, ou norte e sul – característica peculiar que permite aos materiais magnéticos atrair para perto de si alguns materiais e repelir outros. Ainda que possa

parecer estranho, nomear os polos de um ímã como norte e sul decorre da existência dos polos magnéticos terrestres, sendo o polo norte responsável pela orientação dos antigos navegadores.

Quanto ao tema, cabe destacar que Ashby (2012, p.348) destacou que muitos já imaginaram que os pássaros migratórios orientavam-se através do magnetismo, sendo incontestável, entretanto, a sua utilização no deslocamento marítimo durante séculos.

O magnetismo antigo já foi alvo de inúmeros estudos, dos quais resultaram os atuais materiais magnéticos, com propriedades diversas, com utilização nos mais variados campos. Merece destaque a utilização do magnetismo no interior de transformadores, motores, alto-falantes, meios de armazenamento de informações. Atualmente, é crescente a utilização do magnetismo, o qual já é criado em laboratório com características específicas que o direcionam para sua utilização em inúmeras áreas.

Uma das classificações dos materiais magnéticos divide-os em materiais moles, que possuem alta resistência elétrica e grande facilidade em magnetizar-se e desmagnetizar-se, sendo utilizados em equipamentos onde a perda energética deva ser baixa, como por exemplo, núcleos de transformadores, e materiais duros, sendo necessário para sua energização um elevado campo magnético. Entretanto, uma vez magnetizados, esses materiais tendem a manter-se em tal condição.

Talvez a utilização do magnetismo mais palpável à população em geral esteja ligada à área de armazenamento de informações, na qual encontramos desde as antigas fitas K7 e VHS, passando por disquetes para computadores, e os atuais CD's/DVD's e os pen-drives, além de todos os seus similares, de maiores ou menores dimensões, ou maiores e menores capacidades de armazenamento.

Enfim, o magnetismo descoberto na antiguidade, quase por acaso, insculpido no metal magnetita, encontrado na natureza em pedras, despertou a atenção das pessoas e, especialmente dos cientistas de forma tal, que até nos dias atuais é objeto de estudos, surgindo diariamente novas aplicações, as quais não retiram parte do encanto que um pedaço do tão conhecido a tradicional ímã, muitas vezes usado como adereço de geladeira, ainda desperta nas crianças.

Afim de verificar os estudos, tivemos a oportunidade de realizar experimento prático em relação ao magnetismo, demonstrado através de vídeo, onde buscou-se mostrar a capacidade de magnetismo de um eletroímã, submetido a uma carga considerável, sendo possível demonstrar que o magneto usado teria condições de suportar peso equivalente a metade do peso de um veículo.

Os vídeos demonstrativos do experimento podem ser visualizados através dos links: <<http://www.youtube.com/watch?v=NXHb-5B67qg>> e <<http://www.youtube.com/watch?v=NdPIZKHULJg>>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda que a origem do magnetismo remonte as primeiras observações realizadas na Antiguidade, atualmente é vasto o campo de estudo de tal fenômeno, como consequência da utilização cada vez maior de materiais magnéticos, para os mais diversos fins, além da necessidade de estudo, e principalmente desta, das interações entre os materiais magnéticos e os não magnéticos.

De toda a sorte, o magnetismo é um assunto que sua exaustão pode ser tarefa por demasiada difícil, ante os avanços diários da ciência, que proporciona descobertas inovadoras no cotidiano da humanidade, tanto em grandes escalas, quando podemos mencionar um gerador, fonte criadora de campo magnético, quanto em escalas reduzidas, quando podemos comparar o tamanho das mídias (pen-drives, CD's, DVD's, HD's) utilizadas em informática para armazenamento de informações, através da gravação destas informações em meios magnéticos.

Assim, o magnetismo descoberto na antiguidade, quase por acaso, insculpido no metal magnetita, encontrado na natureza em pedras, despertou a atenção das pessoas e, especialmente dos cientistas de forma tal, que até dos dias atuais é objeto de estudos, surgindo diariamente novas aplicações, as quais não retiram parte do encanto que um pedaço do tão conhecido a tradicional imã, muitas vezes usados como adereços de geladeira, ainda desperta nas crianças.

## REFERÊNCIAS

ASHBY, Michael; SHERCLIFF, Hugh; CEBON, David. **Materiais: engenharia, ciência, processamento e projeto**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 649 p.

ASKELAND, D. R.; PHULE, P. P. **Ciência e Engenharia de Materiais**. 1. ed. São Paulo: Cengage, 2008.

CALLISTER Jr., W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: : uma introdução**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

SMITH, W.F. **Fundamentos de Engenharia e Ciência dos materiais**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, McGraw-Hill - Bookman, 2012.

## **BOATE KISS: OS ASPECTOS TÉCNICOS DE UMA TRAGÉDIA**

NORONHA, Ana Laura; WIRTI RATTOVA, Lucas; FREITAS, Jonathan;  
BALESTRIN, Mauricio; SPOLTI, Carlos Alberto; CADORE, William Widmar

**RESUMO:** O presente artigo tem por objetivo abordar os quesitos técnicos sobre a Tragédia da Boate Kiss, acontecido em 27 de janeiro de 2013, em Santa Maria – RS, com informações apuradas em laudos do CREA-RS, Polícia Civil e reportagens feitas na época do acontecimento, dando ênfase nas condições encontradas dentro da própria boate que levaram a morte de 242 pessoas, não entrando aspectos jurídicos ou administrativos, mas sim, nos possíveis erros de infraestrutura da Kiss

**PALAVRAS-CHAVE:** Boate Kiss. Laudo técnico. Materiais. Planta Baixa. Legislação.

### **INTRODUÇÃO**

A madrugada de 27 de janeiro de 2013 foi uma das noites mais tristes em mais de 500 anos de história que o Brasil possui. Naquela fatídica noite, 242 jovens morreram na cidade de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, vítimas de um incêndio na Boate Kiss. As circunstâncias do incêndio ainda estão em investigação.

Muitos estudos foram feitos referente ao caso, mas tratando apenas dos aspectos jurídicos e administrativos, bem como a abordagem adotada pelos principais meios de comunicação do país. Por outro lado, este artigo pretende mostrar a parte técnica deste triste episódio, abordando as condições necessárias para que a tragédia pudesse acontecer. Ainda que estudados de forma superficial, os fatos apresentados neste artigo foram obtidos por meio de órgãos como o CREA-RS, Polícia Civil e pelo vasto material divulgado na empresa.

### **ANÁLISE SUPERFICIAL DO AMBIENTE**

A boate Kiss, de Santa Maria, foi construída num antigo prédio, onde, por volta dos anos 50, funcionava um depósito. Ao todo, o estabelecimento possuía 615 m<sup>2</sup>, segundo dados levantados por meio do relatório técnico do CREA. O mesmo documento apresentou uma série de informações referentes às notificações recebidas pela Santo Entretenimento Ltda. Entre as adequações exigidas, a necessidade de duas saídas de emergências.

### **A BOATE**

Em 2009, foi exigido dos proprietários da Kiss um Estudo de Impacto de Vizinhança. Na ART de número 4995627, registrada no CREA-RS, foi adicionada a área construída 23,25 m<sup>2</sup>, contabilizando um total de 638,25 m<sup>2</sup>, com capacidade máxima de até 700 pessoas. Por outra vez, o relatório final da Polícia Civil (2013, página 12)<sup>1</sup> indica a possibilidade de que na noite da tragédia, a Boate Kiss trabalhava com superlotação entre 1000 e 1500 pessoas.

De acordo com a NBR 9077/93, a Boate Kiss é uma edificação de classe F-6. A normativa especifica claramente que estes tipos de edificações precisam possuir no mínimo duas portas, o que a Kiss não tinha. Além disso, no interior da boate, grades de ferro em forma de corrimão eram utilizadas para delimitar o caminho até os ambientes do estabelecimento, inclusive postados em frente a duas portas localizadas entre interior da boate e a área destinada ao pagamento de comandas. A única porta que leva ao exterior da casa noturna localiza-se justamente nesta área e possuía dois metros de largura.

O sistema adotado pelos responsáveis da Kiss para auxiliar a organização de fluxo de pessoas acabou de mostrando um verdadeiro labirinto, e por isso, pode ser apontado como um dos inúmeros fatores que contribuíram para a tragédia, como afirmou o engenheiro especialista em gerenciamentos de riscos e planejamento de emergências, Moacyr Duarte, na matéria divulgada no programa Fantástico, da Rede Globo, no dia 3 de fevereiro de 2013: “isso sem dúvida foi responsável por um grande retardamento da saída” (G1, acesso em 20 de abril de 2014).

## **LEGISLAÇÃO**

Conforme está previsto na Constituição Federal, cada Estado está livre para legislar em casos de omissão legislativa pela União, como é o caso de programas de combate e prevenção contra incêndios. No Rio Grande do Sul, o Código Estadual de Segurança contra incêndio e Pânico (COSCIPI) está embasado, no que diz respeito à regulamentação da área, em Lei e Decreto Estadual, além de Resoluções e Portarias, fato que dificulta a interpretação e aplicação, por parte dos profissionais, como projetistas e bombeiros, engessando qualquer possibilidade de evolução e modernização do sistema.

No sinistro da Boate Kiss, repercutido mundialmente, o Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PPCI) continha falhas na sua aprovação, como o enquadramento no grau de risco de edificações comuns, por ter metragem inferior a 750 m<sup>2</sup>. Nessa classificação, a legislação dispensa a apresentação do PPCI completo, com a Anotação de Responsabilidade

Técnica (ART) expedida por profissional habilitado para, a partir daí, conseguir a liberação do alvará de funcionamento.

Segundo evidências, houve erro crucial da Prefeitura de Santa Maria a qual, antes da emissão e análise do PPCI e do Corpo de Bombeiros emitirem o Alvará de Funcionamento da boate, forneceu a licença para operação desta casa noturna. Esta prática, adotada para agilizar o funcionamento do empreendimento, é uma prática irregular.

## **ANÁLISE DE MATERIAIS**

A escolha de um material com melhor desempenho poderia ter poupado muitas vidas". Essa análise retrata que o material usado no forro da boate violava a Lei Municipal 3.301, de 1991, que trata de prevenção e proteção contra sinistros em Santa Maria, mas a pergunta é como e algum momento desde sua inauguração foi liberado um alvará sabendo da violação desta norma? Entretanto sabendo da enxurrada de erros graves que era mantida na Boate, não se admira um simples isolamento acústico passar despercebido.

O gás tóxico conhecido como Cianeto não deixa vestígios no corpo das vítimas ao se misturar a outras moléculas Ou seja Mesmo que se não se comprovem nos resultados da perícia que as vítimas do incêndio podem ter morrido por inalação de gás, é possível que o cianeto tenha sido a principal causa da asfixia. O organismo consegue neutralizar o cianeto combinando-o com enxofre para formar tiocianato, que é eliminado na urina. Se a quantidade é demasiada, o cianeto excedente se une à enzima Citocromo oxidase das hemácias, causando privação de oxigênio para as células. A morte acontece por parada cardíaca e respiratória O gás, supostamente liberado a partir da queima da espuma isolante da casa noturna foi apontado pela polícia como principal causa da morte das 239 pessoas. "Pelo que ouvi, os corpos não estavam carbonizados, Então, suponho que a causa da morte tenha sido asfixia".( José Eduardo Afonso Júnior, Revista VEJA )

## **LAUDO TÉCNICO**

Esta tragédia ocorreu durante um Show musical e pirotécnico de uma banda Universitária chamada Gurizada Fandangueira em janeiro de 2013, na Boate Kiss no centro da cidade de Santa Maria, uma fagulha de um artefato alcançou a espuma de isolamento acústico no teto do local, causando o fogo que se alastrou com muita rapidez, surgiu assim uma fumaça escura e altamente tóxica que sufocou os frequentadores, os extintores de

incêndio não funcionaram, e não tinha nenhuma saída de incêndio alternativa mantendo as vítimas presas, havia cerca de mil pessoas no local, duzentas e trinta e quatro morreram ali, e outras sete foram a óbito posteriormente no hospital.

A tragédia serviu de exemplo para todo o país, mas o que mudou, ou o que é exigido agora? Segue abaixo os documentos exigidos para conseguir alvará para uma casa noturna:

-Na Prefeitura; Alvará de Localização, Laudo Técnico assinado por Profissional habilitado no CREA e também Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros;

-No Corpo de Bombeiros; Separação entre Edificações (O local não deve estar Germinado a outros ambientes), Acesso de viaturas, Compartimento de ambientes (Para evitar a propagação de chamas), Controle de Fumaça (Exaustores que evacuam a fumaça), Saídas de Emergência (Este calculo é feito da seguinte forma: O numero de unidades de saída (Uma unidade de passagem é de 55cm de largura, ou seja, uma porta de 1,10x2,10, possui duas unidades de passagem), tem que ser igual a Capacidade da casa(Duas pessoas por m<sup>2</sup>), dividido pela capacidade de Vazão das unidades de passagem(o Padrão dos Bombeiros e de 100 pessoas para portas e de 75 para escadas e rampas), Resumindo uma casa com 800 pessoas, deve ter 4 portas de 1,10x2,20, e/ou, 2 portas de 2,20x2,20), Iluminação de Emergência(Placas Luminosas indicando as Saídas, Brigada de Incêndio e Extintores, Hidrantes ou Mangueiras(Pessoal Treinado e Materiais para combate ao fogo), Chuveiros Automáticos (Sprinklers), Alarme de Incêndio(Sonoro), Plano de Intervenção contra incêndio e pânico. Segundo o decreto nº 44.746, se a casa não possuir todos os itens, o Corpo de Bombeiros deverá exigir, outras medidas de segurança de mesma natureza.

## **CONSIDERAÇÕES**

A tragédia que abalou o país e ceifou a vida de 242 pessoas serviu como um alerta para todas as demais casas noturnas. O legado da Kiss, por mais triste que possa parecer, já vem servindo como parâmetros para formulação de leis para aumentar as exigências em locais como boates, bares e ambientes que trabalham com um grande fluxo de pessoas. A fiscalização por parte dos órgãos responsáveis, após os acontecimentos da madrugada de 27 de janeiro, tornou-se assunto prioritário e de extrema emergência. Casas de show em todo o Brasil acaram fechando por não conseguirem se adequar as normas exigidas.

Querer apontar e punir os culpados é um comportamento natural após dadas as circunstâncias, porém nada extinguirá, ou sequer trará alívio considerado aos familiares das vítimas. Mas que os poderes executivos jamais esqueçam dos 242 e façam que as leis sejam

cumpridas, que o poder legislativo abra os olhos, a mente e arregace as mangas para formular novas e implacáveis leis de prevenção contra eventos deste tipo, e que o poder judiciário investigue, identifique e puna os responsáveis

## **REFERÊNCIAS**

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO JUNIOR, G. de A. **Instalações Hidráulicas Prediais**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

BRENTANO, T. **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndios nas Edificações**. 3. ed. Porto Alegre: PUCRS, 2007.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

PRADO, Racini T. A. GONÇALVES, Orestes, M. ILHA, Mariana S. O. AMORIN, Sirmar e outros. **Execução e manutenção de sistemas hidráulicos Prediais**. São Paulo: PINI, 2000.

REVISTA CREA-RS E ENCARTE ESPECIAL CONSELHO EM REVISTA N° 100, Rio Grande do Sul, JAN/FEV 2014. Disponível em:  
<[http://www.crears.org.br/site/arquivo/revistas/revista\\_106\\_CR100.pdf](http://www.crears.org.br/site/arquivo/revistas/revista_106_CR100.pdf)> Acesso em: 17 abril 2014.

SALGADO, J. C. P. **Instalação Hidráulica Residencial: a Prática do Dia-a-Dia**. São Paulo: Érica, 2010.



# **CARGAS ELÉTRICAS EM MOVIMENTO CONTRIBUINDO PARA O AVANÇO DA SOCIEDADE**

GARLET, Giovana; LESCHEWITZ, Gilmar; NATALI, Juliano; CANTARELLI, Luiz Antônio; DONADEL, Ana Paula do Prado

**RESUMO:** Assim como um pequeno ímã, capaz de criar em torno de si um campo magnético devido a cargas elétricas em movimento em seu interior, possibilitando a atração e repulsão entre materiais, nosso planeta também tem seus polos, sendo na verdade um grande ímã capaz de gerar seu próprio campo magnético. O estudo da relação entre a eletricidade e o magnetismo (eletromagnetismo), dois ramos da física fundamentais para nossa existência, possibilitou através do conhecimento e definição de princípios básicos desta relação existente entre os dois fenômenos, que o eletromagnetismo possa ser usado de forma racional como ferramenta de desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida. Um dos exemplos claros de aplicação do eletromagnetismo no desenvolvimento e na melhoria da qualidade de vida é o motor elétrico, que ao transformar energia elétrica em energia mecânica une muitas vantagens trabalhando a partir da interação entre campos eletromagnéticos, despertando forças magnéticas de repulsão e de atração entre os polos produzindo ao final o torque necessário para fazer com que o rotor gire no interior do motor e cumpra com seu objetivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eletromagnetismo. Princípios. Motores elétricos.

## **INTRODUÇÃO**

A força eletromagnética gerada a partir da eletricidade e do magnetismo está presente em nosso meio, e vem ao longo dos tempos merecendo cada vez maior estudo em face de sua grandeza e importância no meio onde vivemos.

Neste trabalho estaremos abordando de forma sintetizada os princípios do eletromagnetismo, verificando sua aplicabilidade através da compreensão do funcionamento de um motor elétrico, e a transformação de energia elétrica em energia mecânica, resultado este oriundo da relação entre dois importantes ramos da física, o elétrico e o magnético.

## **DESENVOLVIMENTO**

O eletromagnetismo tem despertado cada vez mais o interesse de estudiosos em razão de se tratar da íntima relação entre o magnetismo e a eletricidade, fenômenos estes presentes de forma fundamental em nosso cotidiano.

O ímã, material muito conhecido, capaz de promover um campo magnético a sua volta pode ser “natural” constituído de minerais com substâncias magnéticas como, por exemplo, a Magnetita, ou ainda artificial, feito de um material sem propriedades magnéticas, mas

podendo adquirir de forma permanente ou instantaneamente características de um ímã natural. Todo o ímã possui dois polos distintos capazes de atrair com maior ou menor intensidade outros materiais como ferro. (MÁXIMO, 2009)

Nosso planeta é na verdade um grande ímã, capaz de gerar um campo magnético, onde o polo norte geográfico da Terra é também um polo que atrai a extremidade norte de uma agulha magnética, de modo semelhante o polo Sul geográfico da Terra se comporta como um polo magnético que atrai o polo sul da agulha magnética. Por isso qualquer ímã em forma de barra ou agulha magnética tende a se orientar no sentido Norte- Sul. Em um ímã é impossível obter um único polo magnético de forma isolada, sabendo que polos magnéticos do mesmo nome se repelem e de nomes contrários se atraem. (MÁXIMO, 2009)

O que explica o magnetismo de um ímã é a existência em seu interior de cargas elétricas em movimento, criando no espaço em torno de si um campo magnético que quando aproximado de outra carga elétrica também em movimento atuará sobre a mesma, e o encontro desses campos magnéticos despertará uma força magnética.

No eletromagnetismo existe essa relação entre a eletricidade e o magnetismo, sendo princípio básico de todos os fenômenos magnéticos que quando duas cargas elétricas estão em movimento, aparece entre elas uma força denominada força magnética, e quando as mesmas estiverem em repouso passa a existir entre elas uma força denominada força eletrostática, princípio este que explica e é responsável pela orientação da agulha magnética na direção norte – sul, e a atração e repulsão entre polos de ímãs. Tudo isso é consequência dessa força magnética. (MEDEIROS et al, 2013)

Quando direcionamos essa força magnética de forma calculada podemos ter como resultado a geração de movimentos capazes de impulsionar economias, trazer conforto, diminuir esforços, contribuir com a saúde e bem estar, entre outros, esse é o caso do motor elétrico, que nada mais é do que uma máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica sendo norteados pelos princípios do eletromagnetismo. (MEDEIROS, 2013)

O motor elétrico é o mais usado de todos os tipos de motores na atualidade, por combinar as vantagens da energia elétrica de baixo custo, facilidade de transporte, limpeza e simplicidade de comando, sua construção simples com custo reduzido, grande versatilidade, adaptação e com melhores rendimentos. A maioria dos motores elétricos pela interação entre campos eletromagnéticos. O princípio fundamental em que os motores eletromagnéticos são baseados é que há uma força mecânica em todo e qualquer fio quando este estiver conduzindo corrente elétrica imersa em um campo magnético, essa força é perpendicular ao fio e ao campo elétrico.

Grande parte dos motores magnéticos é giratória, onde a parte que gira (geralmente em seu interior) é chamada de rotor e a parte estacionária é chamada de estator, o motor é constituído de eletroímãs que são posicionados em ranhuras do material ferromagnético constitui o corpo do rotor e enroladas, e adequadamente disposta em volta do material ferromagnético que constitui o estator.

O rotor do motor precisa de um torque para iniciar o seu giro. Este torque normalmente é produzido por forças magnéticas desenvolvidas entre polos magnéticos do rotor e aqueles do estator. Forças de repulsão ou de atração desenvolvidas entre estator e rotor, “puxam” ou “empurram” os polos móveis do rotor produzindo torques que fazem o motor girar mais e mais rapidamente até que os atritos ou cargas elétricas ligadas ao eixo reduzem o torque resultante ao valor “zero”. Após esse ponto, o rotor passa a girar com velocidade angular constante. Tanto o motor quanto o estator do motor devem ser magnéticos, pois são essas forças entre os polos que produzem o torque necessário para fazer o rotor girar. (NETTO, 1999).

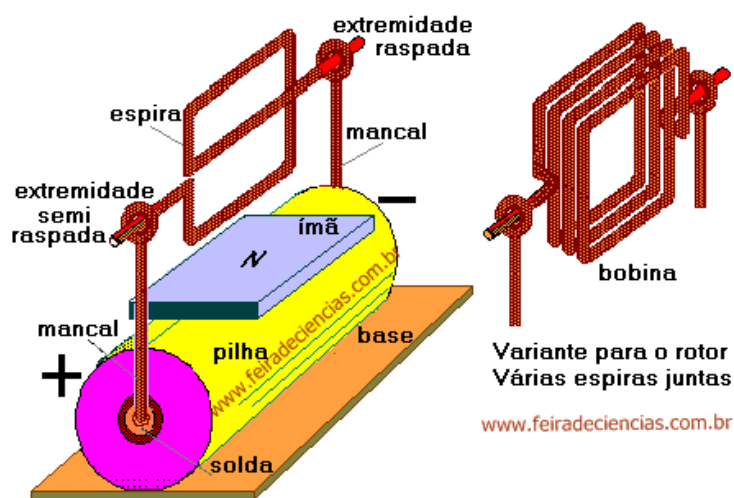


Figura 1 – Motor elétrico caseiro

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos durante a realização deste trabalho a íntima relação que existe entre o magnetismo e a eletricidade, e através do eletromagnetismo que estuda esta relação, tivemos a oportunidade de verificar a aplicação deste estudo no nosso dia a dia, conhecendo o funcionamento interno de um motor elétrico, do modo como esta tecnologia aperfeiçoada ao

longo do tempo, que é, no entanto complexa, mas de fácil compreensão transforma energia elétrica em energia mecânica potencializando a força magnética criada a partir de cargas elétricas em movimento, e com o princípio da atração e repulsão entre polos magnéticos contribui com nosso bem estar.

## **REFERÊNCIAS**

MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física**. 3. v. 9. ed. São Paulo – SP, 2009.

MEDEIROS, R., VAZ. R. **Eletricidade e magnetismo**. Goiânia - GO, ed. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2013.

NETTO, L.F. **Motores elétricos – Feira de Ciências** Disponível em:  
<[http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/motor\\_teorial.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/motor_teorial.asp)> Acesso em: 28 maio de 2014.

NIEDERAUER, J. **Só física** Disponível em:  
<<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/imasemagnetos.php>> Acesso em 21 maio de 2014.

# ELETROMAGNETISMO

ZACHI, Juliano; SILVA, Felipe da; CANTARELLI, Luiz Antônio;  
DONADEL, Ana Paula do Prado

**RESUMO:** O presente estudo analisa o efeito do eletromagnetismo. Abordando assuntos como o campo eletromagnético da Terra, o magnetismo presente no corpo humano e a invenção da bússola. Analisa-se também a importância do magnetismo na produção de energia em usinas hidrelétricas. Observa-se que as ondas eletromagnéticas estão presentes em nosso cotidiano e que vários materiais as emitem. O Sol, estrela que possibilita a vida em nosso planeta, emite radiação por meio dessas ondas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Magnetismo. Eletricidade. Energia.

## INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos começaram em lugares e épocas diferentes. O primeiro passo científico aconteceu só em 1600, quando o inglês William Gilbert percebeu que ao esfregar a pele de animal com um pedaço de âmbar, ele ganhava o poder de atrair pequenos pedaços de papel. Para provar que ali havia uma força, criou o primeiro instrumento para indicar campo magnético: o versorium, uma fina vareta que se movia sobre uma base quando se punha perto dela um objeto eletrificado pelo atrito. O que ele não sabia era como usar esse movimento.

Um século e meio mais tarde, nos Estados Unidos, o inventor Benjamim Franklin deu outro passo importante ao empinar uma pipa em plena tempestade. Ele fez um raio percorrer a linha e morrer em um dispositivo capaz de conter descargas elétricas: a jarra de Leyden, um rudimentar condensador. Contudo, ele também não sabia como usar essa energia, que acabava se dissipando.

Passaram-se quase noventa anos até que o inventor Michael Faraday juntasse essas e outras experiências para concluir que magnetismo e eletricidade estavam ligados e faziam parte do mesmo fenômeno.

## ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

As ondas eletromagnéticas estão presentes em todo lugar, pode-se dizer que estamos imersos nela. Por isso, deve-se conhecê-las e estudá-las a ponto de entender e desvendar o mundo que nos cerca.

Iniciando pelo Sol, a maior e mais importante fonte de vida para os seres terrestres, cuja vida depende do calor e da luz recebidos através de ondas eletromagnéticas. Além de outras, recebemos também a radiação eletromagnética emitida por átomos de hidrogênio neutros; pelas emissões na faixa de radiofrequências dos quasares, que são objetos ópticos que se encontram a enormes distâncias de nós, e que produzem enorme quantidade de energia.

Há ainda as fontes terrestres de radiação eletromagnética: as estações de rádio e de TV, o sistema de telecomunicações à base de micro-ondas, lâmpadas artificiais, e muitas outras.

O rádio e a televisão funcionam graças a ondas eletromagnéticas. Numa estação de rádio, ou televisão, existem os transmissores e uma antena. A antena é um condutor de corrente elétrica, cujos elétrons executam um movimento vibratório, esse movimento dos elétrons cria as ondas eletromagnéticas características daquela estação e que se propagam em todas as direções do espaço.

As ondas eletromagnéticas são formadas por dois campos perpendiculares variáveis, um elétrico e outro magnético, que se propagam em qualquer meio, inclusive no vácuo, onde todas as ondas eletromagnéticas propagam-se com a velocidade de 300.000 km/s.

Para as ondas eletromagnéticas, a energia transportada depende unicamente de sua frequência ou comprimento de onda, já que ambos estão relacionados pela velocidade da luz que é uma constante universal.

Esta energia transportada pelas ondas eletromagnéticas é dada pela relação:

$E=h.n$ , onde  $h$  é uma constante universal chamada constante de Planck e cujo valor é  $h=6,63 \times 10^{-34}$  J.s (Joule x segundo).

Podemos resumir as características das ondas eletromagnéticas nos seguintes tópicos:

- São formadas por campos elétricos e campos magnéticos variáveis;
- O campo elétrico é perpendicular ao campo magnético;
- São ondas transversais, isto é, os campos são perpendiculares à direção de propagação;
- Propagam-se no vácuo com a velocidade de 300.000 km/s;
- Podem propagar-se num meio material com velocidade menor que a obtida no vácuo.

## **O CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA**

Em 1600 o inglês William Gilbert descreveu a Terra como um corpo que possui alma magnética. Foi ele também quem comparou o planeta a um ímã, o que explicaria o funcionamento das bússolas. Gilbert nunca conseguiu provar sua teoria, mas estava no caminho certo: a Terra tem um campo magnético ao seu redor, formado por dois polos.

Hoje, a ciência sabe que esse campo magnético tem origem numa área próxima ao centro da terra. Entre 2900 e 5200 quilômetros de profundidade, há um fluido metálico constituído principalmente de ferro. Ele está em constante movimento, graças à rotação da Terra, a variações de temperatura e ao atrito com partes sólidas. Essa movimentação forma uma corrente elétrica que acaba gerando o campo magnético terrestre.

## **A INVENÇÃO DA BÚSSOLA**

A bússola é uma das invenções mais importantes de todos os tempos. Com ela, os grandes navegadores podiam se orientar com precisão, sem depender da orientação das constelações à noite, que poderia ser comprometida caso o céu estivesse nublado.

Atualmente, há um sistema de navegação mais moderno e confiável do que uma simples agulhinha imantada. É o GPS, com ele é possível voar ou navegar com visibilidade praticamente nula, pois o aparelho informa a latitude, longitude e a altitude de qualquer lugar do planeta. Mas o magnetismo não saiu de cena. O GPS funciona por transmissão, via satélite, de ondas eletromagnéticas.

## **HIDRELÉTRICA**

O estudo e descobertas sobre o magnetismo na geração de energia é de extrema importância. Verifica-se tal importância quando estudamos melhor como a energia elétrica é gerada.

A usina hidrelétrica armazena água e faz passar por um tubo afunilado perto da turbina, aumentando sua velocidade, a água então entra na turbina gigante e faz girar pás que ficam na parte inferior, fazendo com que o eixo principal entre em rotação. O eixo faz girar os ímãs rotativos, criando um poderoso campo magnético ao seu redor. Somente então a corrente elétrica produzida pelo campo magnético passa através do metal condutor e é conduzida às subestações, que distribuem a eletricidade.

## O MAGNETISMO NO CORPO HUMANO

As centenas de trilhões de moléculas que formam um corpo humano são, na verdade, grandes conjuntos de ímãs. As moléculas contem elétrons com carga negativa e prótons com carga positiva. Enquanto giram em torno do núcleo, os elétrons criam minúsculos campos magnéticos que dão estabilidade e equilíbrio às moléculas.

A medicina descobriu como usar essas propriedades para criar um dos exames mais precisos por diagnóstico por imagens: a ressonância magnética. Esse exame funciona através da criação de um campo magnético forte o suficiente para mexer com as moléculas do corpo humano. Esse campo é cerca de 25000 vezes mais forte que o da terra. A intensidade, porém, só é suficiente para influenciar o comportamento dos átomos de hidrogênio. As doenças são diagnosticadas porque em torno do processo inflamatório e dos tumores acumula-se água, mostrando onde está a doença.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados coletados e analisados nesse estudo, conclui-se que o eletromagnetismo é uma das teorias mais bem sucedidas da física, pois possibilitou vários estudos e novas descobertas que melhoraram as condições de vida do homem no ambiente em que vivemos.

As ondas eletromagnéticas, que são ondas formadas pela combinação dos campos magnético e elétrico que se propagam no espaço perpendicularmente um em relação ao outro e na direção de propagação da energia, estão presentes desde exames na área da medicina até a utilização do eletromagnetismo na produção de energia elétrica. Além disso, essas ondas estão presentes no funcionamento de diversos aparelhos, como o telefone celular, o forno micro-ondas e a televisão.

Por isso, o estudo sobre o efeito do eletromagnetismo deve ser considerado importante, pois além dessas aplicações já descobertas, podem-se descobrir muitas outras que venham melhorar a vida da humanidade.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, W.; DA SILVA, E. M.; FELICIAN, J. **Eletromagnetismo no cotidiano**: o uso de equipamentos eletrônicos como recurso para o ensino de física. Disponível em: <http://prop.ipto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3402/1099>. Acesso: 20 de abril de 2014.



CORDEIRO, E.; ELERATI, F.; SAADE, J.; TAGLIATI, J. R. **Eletromagnetismo e cotidiano**. Disponível em: <http://www.ufjf.br/virtu/files/2010/04/artigo-2a9.pdf>. Acesso: 20 de abril de 2014.

GONZATTI, S. E. Fenômenos magnéticos e eletromagnéticos. In: **Temas de ciências exatas para os anos iniciais do ensino Fundamental**. Disponível em: [https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/46/pdf\\_46.pdf#page=46](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/46/pdf_46.pdf#page=46). Acesso: 20 de abril de 2014.

ULABY, F. T. **Eletromagnetismo para engenheiros**. Edição Traduzida. São Paulo: Bookman, 2007.

## PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

ARGENTA, Josimar; BASSO, Maurício; EMMERT, Eduardo Luiz; GARBIN, Raí;  
SANTOS, Henrique Kerkhefen dos; TRESSI, Cassiano Librelotto;  
CANTARELLI, Luiz Antônio

**RESUMO:** As Pequenas Centrais Hidrelétricas representam uma forma rápida e eficiente de promover a expansão da oferta de energia elétrica, em particular são instaladas nas áreas isoladas e em pequenos centros agrícolas e industriais. As PCHs são instaladas em rios de pequena e média vazão com água durante a maior parte do ano, que tenham desníveis acentuados no seu leito e que sejam suficientes para a movimentação das turbinas. São fontes geradoras que permitem um melhor abastecimento das pequenas cidades e localidades rurais.

**PALAVRAS-CHAVE:** PCH. Energia. Geração.

### INTRODUÇÃO

A energia elétrica e seu modo de utilização são fatores importantes para o desenvolvimento do homem. O consumo desta está diretamente ligado ao desenvolvimento econômico e populacional de um País, pois reflete no ritmo das atividades da economia (indústria, comércio e serviço).

As várias fontes de energia elétrica que abastecem as casas e indústrias do Brasil (hidroelétricas, eólica, térmica, solar, entre outras). Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Brasil possui um total de 3.123 empreendimentos em operação, totalizando 128.102.205 KW de potência instalada.

A principal fonte de geração de energia elétrica Brasileira vem através das hidroelétricas, correspondendo a cerca de 70% da capacidade energética brasileira. Podemos destacar nessa geração de energia por meio de hidroelétrica a Usina Hidrelétrica de Itaipu, que produz cerca de 17% da energia consumida no Brasil e em 2013 produziu um total de 98.630.035 megawatts-hora, além de representar uma parceria entre dois países.

O potencial dos rios brasileiros é explorado por Usinas Hidroelétricas Grandes (UHEs), Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs) e há ainda as Centrais Geradoras Hidroelétricas (CGHs), que são aquelas com potência instalada igual ou inferior a 1MW.

As pequenas centrais hidrelétricas (PCH) são consideradas os pilares da ANEEL, pois podem aumentar a geração de energia no País. As PCHs podem ser caracterizadas como usinas de pouca potência superior a 1MW e inferior a 30MW. Esses tipos de fontes geradoras permitem um melhor abastecimento das pequenas cidades e localidades rurais. Desde os anos

de 1988 as PCHs foram direcionadas por uma extensa legislação e normas para sua construção.

Antes de determinar as normas para as PCHs, a ANEEL realizou uma série de pesquisas públicas e mais tarde surgiram as primeiras licenças para a construção desses empreendimentos onde se uniriam aos empreendimentos elétricos.

O governo vem demonstrando preocupação e busca incentivar a implantação das PCHs para que não falte energia no país. Um dos incentivos e a isenção de pagamento das linhas de transmissão e a outra vantagem é a isenção do pagamento pelo uso de recursos hídricos ao estado.

Dentro de tudo o que foi falado, o nosso enfoque será em conceituar uma PCH e mostrar suas características além de sua importância para a geração de energia do Brasil.

## **DESENVOLVIMENTO**

Na primeira metade do século XX, as PCH's instaladas visavam, principalmente, atender sistemas isolados nos Estados e foram construídas por pequenos empresários da época ou pelas prefeituras municipais, tendo uma rápida expansão no período 1920/1930.

Conforme a resolução nº 652 - 09-12-2003 da ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica, PCH (Pequena Central Hidrelétrica) é toda usina hidrelétrica de pequeno porte cuja capacidade instalada seja superior a 1 MW e inferior a 30 MW. Além disso, a área do reservatório deve ser inferior a 3 km<sup>2</sup> (podendo chegar até 13km<sup>2</sup>).

Para que se construa uma PCH, todo o trabalho é dividido em três etapas: na primeira fase ocorrem todos os estudos sobre a viabilidade de instalação e funcionamento de uma PCH. Na segunda fase começa-se o projeto e na terceira fase retira-se as licenças ambientais e laudos para funcionamento.

As Pequenas Centrais Hidrelétricas representam uma forma rápida e eficiente de promover a expansão da oferta de energia elétrica, em particular são instaladas nas áreas isoladas e em pequenos centros agrícolas e industriais. Em suas estruturas são:

- Reservatório: Acumula água para manter o rio e poder gerar energia.
- Vertedouro: Mantem a capacidade da barragem e impedir que a água passe por cima da barragem danificando a mesma.
- Barragem: Tem a função de reter a água, criando um desnível.
- Tomada d'água: normalmente de concreto, responsável pela captação de água pelo reservatório de com baixa pressão, condutos forçados ou túnel.

- Casa de força: construção que abriga os grupos geradores (turbina e gerador elétrico), equipamentos de controle e até mesmo os equipamentos de transmissão.
- Casa de Fuga: devolve ao leito do rio a vazão que passa pela turbina.

Uma das vantagens de uma PCH é o custo baixo em sua implantação, em comparação com as grandes usinas, e ter o aproveitamento de potência de rios próximos às regiões consumidoras de pequeno porte com impacto ambiental reduzido (menos alagamento). Outra vantagem é ser considerada uma boa opção para complementar a necessidade de energia das áreas próximas.

Como desvantagem é que não podem ser usadas como matriz energética devido a grande exigência da burocracia para a liberação ambiental.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como todo o mundo o Brasil necessita de melhorias na geração e transmissão de energia para atender as necessidades e melhorar a qualidade de vida da população. Para isso é necessário um aproveitamento maior do potencial hidráulico e diversificação de sua matriz energética.

Portanto uma geração distribuída, através das PCHs, é uma boa forma de resolver alguns problemas, pois causam principalmente impactos ambientais de menos intensidade em comparação as grandes geradores hidroelétricas e as outras fontes geradoras, e também é uma alternativa para descentralização da energia, já que permite o melhor atendimento às necessidades de carga de cada região.

## REFERÊNCIAS

**BIG: Banco de Informações de Geração.** Disponível em:

<[www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm)>. Acesso em 02 de abril de 2014.

CARNEIRO, D. A. **Pequenas Centrais Hidrelétricas.** 1.ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2010.

**CERPCH.** Disponível em: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/o-que-e.html> . Acesso em 10 de abril de 2014.

**Como a Energia Elétrica é Gerada no Brasil.** Disponível em:

<http://www.eletronbras.com/elb/natrilhadaenergia/energiaeletrica/main.asp?View=%7B61D475A6-BBFC-41CE-98E3-2BA4FD90DB2F%7D>

<http://www.rischbieter.com.br/engenharia/exibirObra.php?id=18>. Acesso em 10 de abril de 2014.

**Etapas de Implantação de uma PCH.** Disponível em: <http://www.portalpch.com.br/index.php/saiba-mais/etapas-de-implantacao-de-uma-pch> - Acesso em 02 de abril de 2014.

**Fontis Energia.** Disponível em: <http://www.fontisenergia.com.br/fontisenergia/index.php?pagina=pch&ener=current>.  
Acesso em 10 de abril de 2014.

**Geração.** Disponível em: <http://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>. Acesso em 10 de abril de 2014.

MORAN, M. J. et al. **Introdução à engenharia de sistemas térmicos:** termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

**O que é uma PCH?** Disponível em: <http://www.portalpch.com.br/index.php/o-que-e-uma-pch> - Acesso em 02 de abril de 2014.

PEREIRA, M. J. **Energia:** Eficiência e alternativas. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

TOMALSQUIN, M. **Fontes renováveis de energia no Brasil.** Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

**Usina Hidroelétrica.** Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina\\_hidrel%C3%A9trica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_hidrel%C3%A9trica). Acesso em 10 de Abril de 2014

## **WITRICY, A ENERGIA SEM FIO**

HUF, Jéssica Letícia; RODRIGUES, Luciana; ROSA, Jesiél Avila;  
CANTARELLI, Luiz Antônio; DONADEL, Ana Paula do Prado

**RESUMO:** Em um período onde se buscam novos meios e alternativas que possam vir a facilitar e ainda aprimorar as tecnologias existentes, a fim de minimizar impactos ambientais e tornar mais fácil e acessível o contato das pessoas para com essas tecnologias, surge a transmissão de energia elétrica sem fio. Um meio que tem como objetivo tornar a transmissão o mais simples possível, utilizando o mínimo de materiais, além de proporcionar o desenvolvimento de projetos até então impossíveis. Transmitir energia sem fio não é algo novo para o ser humano, tendo em vista que já fazemos uso constante da transmissão de ondas, por exemplo, que são convertidas em sinais. Porém a WITRICITY vai muito além disso – ela é a aposta para revolucionar a indústria e o mundo. A área atual em que a WITRICITY mais tem avançado é a dos dispositivos ditos móveis, tornando-os completamente independentes do uso de fios e assim verdadeiramente móveis. Contudo, com a evolução da transmissão da energia elétrica sem fio o que se espera é atingir todos os ramos que utilizam a energia elétrica para funcionamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Witricity. Sem fio. Transmissão.

### **INTRODUÇÃO**

Neste artigo, explicaremos como surgiu a WITRICITY, que ainda está em estudos e além de abordarmos um pouco sobre seu criador Nikola Tesla, o grande cientista que contribuiu com projetos de primordial referencia para os desenvolvimentos atuais. Demonstraremos também como os cientistas continuam investigando como é possível o funcionamento de aparelhos sem ajuda de fios.

### **DESENVOLVIMENTO**

A ideia de transmissão de energia sem fio não é nova, como afirma Hochman (2009). Um idealizador desta tecnologia foi Nikola Tesla, que contribuiu com análises e resultados muito importantes para o desenvolvimento atual da WITRICITY. Tesla teve como base para seus primeiros estudos o principio da indução eletromagnética.

Nikola Tesla viveu do final do século XIX e inicio do século XX. Conforme relatado por Trull (1996), ele nasceu na Croácia, em 9 de julho de 1856, na vila Smilhan, e desde a infância foi destaque com pensamentos e ideologias acima de seus professores. Foi o

responsável pelo desenvolvimento da corrente alternada, que possibilitou a transmissão de energia elétrica por longas distâncias, o que não era possível com a corrente contínua.

Uma invenção de Nikola Tesla contribuiu de maneira significativa para a transmissão de energia elétrica sem fio – a Bobina de Tesla – que é um transformador que utiliza elevadas frequências para produzir altas tensões. Ela foi construída com base na ressonância elétrica, e utilizando-se de uma frequência necessária era possível para Tesla ligar e desligar lâmpadas a certa distância.

Após os avanços na busca pela transmissão sem fio de energia elétrica, Tesla achou que já era possível transmitir energia elétrica a grandes altitudes. Para isso, analisando as condições climáticas mais favoráveis, instalou-se em Colorado Springs, onde começou a por em prática suas análises e projetos, tendo contado com o patrocínio do Coronel John Jacob Astor. Com isso, Tesla preparou-se para mudar-se do Colorado e instalar em Peak sua estação de pesquisa. Ele iniciou a construção de uma bobina gigante com o objetivo de transmitir sem fio a eletricidade. Quando havia concluído seu projeto, acionou a bobina e a energia atravessou o planeta na velocidade da luz. Por nove meses Tesla testou seus experimentos em Colorado Springs.

Os estudos e análises deixados por Nikola Tesla foram a base das pesquisas para a WITRICITY na atualidade, onde engenheiros e cientistas vêm buscando aplicar e aprimorar as descobertas e resultados já obtidos no ramo. As maneiras utilizadas para transmitir a energia elétrica sem o uso de fios é por Raio Laser, Radiofrequência, Acoplamento indutivo e a Ressonância (Witricity).

O método de transmissão por raio laser é utilizado pela NASA em um programa que está sendo desenvolvido. Porém, não é uma aplicação viável para a população, por ser altamente perigosa, tendo em vista que pode incinerar qualquer coisa que atravesse a linha do laser.

O acoplamento indutivo, que é onde ocorre a passagem da corrente elétrica num fio, estando ligado a uma bobina, induz um campo magnético a um receptor. Este método permite transmissão de energia para pequenas distâncias e é utilizado para carregar baterias de alguns dispositivos móveis como celulares, escovas de dente, pantufas que se aquecem entre outros.

Na transmissão por radiofrequência, a energia é convertida em ondas de rádio, que é captada por um receptor que realiza uma nova conversão para corrente de baixa voltagem. Ela pode ser usada para distâncias um pouco maiores até cerca de 30 metros.

Na ressonância, os objetos vibram na mesma frequência, por transferência de energia pelas bobinas. Esse método, por sua vez, possibilita a transmissão de energia elétrica por

distâncias maiores. Pioneiro na pesquisa da WITRICITY, o Instituto de Tecnologia de Massachussets nos EUA, foi o responsável pelo desenvolvimento da Ressonância (Witricity), através do trabalho realizado pela equipe de Marin Soljagic. Os meios usados, até então, para levar a energia a distâncias maiores fazia com que a maioria da energia elétrica se perdesse no caminho.

Baseando-se nesses princípios, as buscas e pesquisas na área apresentaram em 2011 resultados que comprovam veracidade da transmissão de energia elétrica sem fio, colocando-a no patamar de realidade e não mais anseio científico. Neste ano em Los Angeles, a maior feira mundial de eletroeletrônica a ELETRONICS SHOW, apresentou uma série de aparelhos eletrônicos como TVs, bateadeiras, computadores, que funcionavam sem estarem ligados na tomada.

No mercado já se encontram produtos que utilizam esta tecnologia. Aparelhos de celular, escovas de dente e notebooks já podem ser carregados sem o uso de cabos, apenas colocando sobre uma base transmissora de eletricidade. Também já foi apresentada pela Sony na CES 2011, uma TV que funciona por ressonância magnética. Como se vê, têm-se muitos projetos em desenvolvimento para o setor residencial, industrial como o automotivo entre outros.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com bases nas referidas análises observam-se que a WITRICITY tem se mostrado uma alternativa viável com notórias evoluções nos últimos anos. Espera-se aprimorar e desenvolver novos projetos que venham a melhorar a tecnologia atual, bem como, concretizar os anseios científicos de uma sociedade livre de fios.

## REFERÊNCIAS

ELECTRONICS HOW STUFF WORKS. Disponível em: <<http://eletronics.howstuffworks.com/everyday-tech/wireless-power.htm/printable>>. Acesso em 19 maio 2014.

HIGHFIELD, Roger. Science Editor. **WiTricity**: Power can ben sent through thin air. Disponível em: <http://www.telegraph.co.uk/news/main.jhtml?xml=/news/2007/06/08/nelectric108.xml>.2007. Acesso em 19 maio 2014.



# FUTURO PRESENTE DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

COSTA, Juliano Vasconcelos da; DALLA NORA, Patrik; PORSCHE, Rubi;  
SANTOS, David dos; SOUZA, Ezequiel de; TASCETTO, Bruno;  
CANTARELLI, Luiz Antônio

**RESUMO:** Veículos baseados na propulsão elétrica são ambientalmente vantajosos, pois seu uso auxiliaria na redução da dependência de combustíveis fósseis não renováveis, como o petróleo. Os motores elétricos oferecem rendimentos superiores aos motores à combustão e considerando que o custo financeiro e ambiental da energia elétrica usualmente é inferior ao dos combustíveis convencionais, o veículo elétrico se torna uma opção benéfica. A levitação magnética está presente nos trens MAGLEV (abreviatura para levitação magnética) que levitam sobre os carris e deslocam-se sem um motor convencional, apenas com base no campo magnético.

**PALAVRAS-CHAVE:** Veículos elétricos. Levitação magnética. Célula combustível.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho é sobre os veículos elétricos e eletromagnéticos, mais concretamente uma breve pesquisa sobre a história e os tipos de veículos elétricos, contendo os princípios de funcionamento dos vários tipos. Elétrico puro que usam somente baterias, os híbridos que combinam motor a combustão com motores elétricos, os elétricos que têm geração de energia elétrica através de uma célula a combustível (hidrogênio), além dos trens de levitação magnética (MAGLEV). Nosso objetivo com este trabalho é mostrar que os veículos elétricos são mais eficientes em consumo e poluição

## DESENVOLVIMENTO

Os VEs são mais antigos do que se pensa, foram criados a mais de 100 anos, só que naquela época, não tínhamos uma tecnologia boa para armazenar energia elétrica, por isso foram trocados por veículos movidos por motores a combustão interna, devido a sua autonomia e o baixo custo de construção. Hoje já está se escrevendo uma nova era dos elétricos, carros mais velozes e autonomia considerável.

Temos vários tipos de veículos elétricos, o primeiro é constituído de apenas motores elétricos para se locomover, o chamado elétrico puro, sendo muito eficiente porém de custo alto, podem ser dotados de motores do tipo que usa corrente alternada e outros contínua, resumidamente temos um conjunto de baterias, (hoje são de Íon-Lítium na sua maioria devido

ao peso ser reduzido e capacidade de armazenagem de carga consideravelmente maior do que as mais antigas, fabricadas com chumbo e ácido), há ainda um sistema de controle que recebe várias informações do veículo, tais como posição do pedal do acelerador, velocidade, acionamento do pedal do freio e muitas outras para interpretar e controlar a potência e velocidade dos motores, e também no sistema inverso, isto é, nas frenagens os motores tornam-se geradores, recarregando as baterias. Os motores elétricos têm uma eficiência energética cerca de 3 vezes maior do que um motor a combustão.

Os Híbridos são os mais populares, por usarem um motor a combustão em conjunto com o elétrico, podendo ser de três maneiras.

- Híbrido-paralelo usa o motor elétrico apenas como auxiliar, sendo a combustão interna responsável principal para locomoção do veículo.
- Híbrido -série, neste sistema o motor elétrico é o único responsável para mover o veículo, ficando a cargo do motor a combustão recarregar baterias ou somente gerar energia elétrica diretamente para os motores, sistema muito usado em veículos pesados.
- Híbrido-misto , já neste os dois sistemas anteriores se unem, sendo que podem ser usados os dois motores ao mesmo tempo, melhorando o conforto e economia.

Maglev - Levitação magnética é a mais recente tecnologia aplicada em locomotivas alimentadas por eletricidade. Possuem motor aberto especial feito de eletroímãs ou supercondutores o que faz a locomotiva flutuar acima dos trilhos, não possuem rodas por isso tem apenas atrito com o ar. Existe apenas três tipos de maglev em operação devido a seu custo muito elevado, são eles o Indutrack, a Suspensão Eletrodinâmica e a Suspensão Eletromagnética.

Célula combustível é um dispositivo responsável por gerar eletricidade através do uso de hidrogênio, um dos gases mais abundantes na atmosfera, porém ainda é um sistema muito caro de ser construído e além disso para extrair o hidrogênio ainda queima-se muito combustível fóssil, daí não podemos dizer que é uma forma limpa de se gerar eletricidade, mesmo que o resultado desta reação química que ocorre dentro da célula, seja apenas água. Esta é uma forma totalmente limpa de geração de energia e a tendência é que seu uso se intensifique. O custo de produção ainda é bastante elevado e os investimentos até o momento dependem de incentivos governamentais.

Devido ao fato da quantidade de energia gerada estar intimamente ligada à quantidade de painéis, podemos dividir os circuitos de uma residência, ligando apenas parte deles ao sistema de geração solar, enquanto a outra fica ligada ao sistema comum que vem da rua.

Dessa forma conseguimos chegar à melhor relação custo/benefício do sistema. Assim como acontece com os aquecedores solares e os geradores eólicos, o custo de instalação das placas fotovoltaicas vai se pagando ao longo dos anos.

Uma das principais vantagens de utilizar painéis solares para geração de energia elétrica é que não necessita fiação para sua instalação, possibilitando assim, ser utilizado em pontos isolados ou de difícil acesso.

Em seu desfavor, além do custo elevado, como citado anteriormente, e de ser uma tecnologia pouco conhecida, existe uma variação na produção de energia, como por exemplo, em dias de chuva, tempo nublado e durante a noite, onde não existe produção, sendo necessário armazenar a energia em baterias, o que também tem custos elevados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos assim que os Veículos Elétricos e Eletromagnéticos estão se tornando os legítimos veículos do futuro, pois suas economias os modificam e os destacam diante dos outros veículos, diferenciados no modo de fabricação, no material usado e em seu uso, que evita a grande emissão de poluentes em nosso planeta.

Há ainda certo problema, o seu valor elevado, que torna assim mais uma dificuldade para que seu mercado cresça de forma significativamente no mundo, pois o ser humano grande parte das vezes busca valores e não desempenho, delimitando para nós o carro do futuro, mas para alguns países Americanos, Europeus e Asiáticos tornam-se simples veículos do presente, mas brevemente alvos de grande lucratividade e geradores de milhares de empregos.

## REFERÊNCIAS

**TEC-VE.Veículo elétrico e sua história.** Disponível em: <http://tecve.com.br/veiculo-eletrico-e-sua-historia-2/>. Acesso em 11 de abril de 2014.

PACCA, Sérgio. **Veículos elétricos:** uma esperança renovada de ganhos ambientais e econômicos para novos investidores em energia no brasil. Disponível em: [http://www.abve.org.br/destaques/VE\\_UmaEsperancaRenovada.pdf](http://www.abve.org.br/destaques/VE_UmaEsperancaRenovada.pdf). Acesso em 11 de abril de 2014.

OLIVEIRA, Marcello. **Ford fusion:** flex x hybrid - compensa pagar mais pelo carro híbrido? Nós fizemos as contas. Disponível em: <http://correiobraziliense.vrum.com.br/app/noticia/>

noticias/302,19,301,19/2013/08/09/interna\_noticias,48117/ford-fusion-flex-x-hybrid-compensa-pagar-mais-pelo-carro-hibrido-nos-fizemos-as-contas.shtml. Acesso em 11 de abril de 2014.

## USINAS FOTOVOLTAÍCAS

KRUG, Fernando; RAFAELLI, Ismael; SOFFIATI, Luis; TOPPER, Augusto César;  
TOPPER, Cristiano; VIEIRA, Murilo; CANTARELLI, Luiz Antônio

**RESUMO:** A energia fotovoltaica é um método de geração de energia elétrica através da conversão de radiação solar em energia elétrica utilizando semicondutores de corrente contínua que exibem o efeito fotovoltaico. As células fotovoltaicas são feitas de materiais capazes de transformar a radiação solar diretamente em energia elétrica através do chamado “efeito fotovoltaico”. Hoje, o material mais difundido para este uso é o silício. O efeito fotovoltaico acontece quando a luz solar, através de seus fótons é absorvida pela célula fotovoltaica. A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons que então ganham a capacidade de movimentar-se. O movimento dos elétrons, por sua vez, gera a corrente elétrica. As células fotovoltaicas podem ser dispostas de diversas formas, sendo a mais utilizada a montagem de painéis ou módulos solares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia solar. Células fotovoltaicas. Geração.

### INTRODUÇÃO

A energia fotovoltaica consiste na conversão direta de energia solar em energia elétrica. Todos os dias uma grande quantidade de energia chega ao nosso planeta de forma gratuita e limpa através dos raios solares, que além de trazerem a luz e o calor essencial para a vida na Terra, podem ser aproveitados para gerar eletricidade.

A energia solar para ter um bom aproveitamento depende apenas da localização geográfica das placas de silício, que quanto mais próximas da linha do equador, mais energia solar pode ser potencialmente captada. Anualmente, o sol produz 4 milhões de vezes mais energia do que é consumida, e, seu potencial é ilimitado, basta saber aproveitar essa energia em nosso benefício.

### DESENVOLVIMENTO

A energia solar é transformada em energia elétrica por meio da utilização de células solares formadas por duas camadas de materiais semicondutores, sendo uma positiva e outra negativa. Ao atingir a célula, os fótons da luz causam uma reação nos elétrons, gerando eletricidade. Quanto maior a intensidade do sol, maior é o fluxo de eletricidade.

O material mais comumente utilizado é o silício. Por ser o segundo elemento mais abundante da face da terra, não há limites com relação à matéria-prima para produção de células solares.

A eletricidade gerada pelas células está em corrente contínua, que pode ser imediatamente utilizada ou armazenada em baterias, podendo, assim, ser utilizada em horários de menor incidência solar e à noite.

As células fotovoltaicas utilizadas atualmente possuem uma baixa conversão de energia, atingindo cerca de 16%, mas já existem células que possuem uma conversão de energia de cerca de 28%. A luz solar produz cerca de 1000W por metro quadrado, o que é um índice relativamente alto.

Esta é uma forma totalmente limpa de geração de energia e a tendência é que seu uso se intensifique. O custo de produção ainda é bastante elevado e os investimentos até o momento dependem de incentivos governamentais.

Devido ao fato da quantidade de energia gerada estar intimamente ligada à quantidade de painéis, podemos dividir os circuitos de uma residência, ligando apenas parte deles ao sistema de geração solar, enquanto a outra fica ligada ao sistema comum que vem da rua. Dessa forma conseguimos chegar na melhor relação custo x benefício do sistema. Assim como acontece com os aquecedores solares e os geradores eólicos, o custo de instalação das placas fotovoltaicas vai se pagando ao longo dos anos.

Uma das principais vantagens de utilizar painéis solares para geração de energia elétrica é que não necessitam fiação para sua instalação, possibilitando assim, serem utilizados em pontos isolados ou de difícil acesso.

Em seu desfavor, além do custo elevado, como citado anteriormente, e de ser uma tecnologia pouco conhecida, existe uma variação na produção de energia, como por exemplo, em dias de chuva, tempo nublado e durante a noite, onde não existe produção, sendo necessário armazenar a energia em baterias, o que também tem custos elevados.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Portanto, através das usinas fotovoltaicas, o mundo pode fazer um melhor aproveitamento da energia natural do sol, produzindo energia elétrica através dos fenômenos próprios da natureza e sem causar danos ao meio ambiente como causam as usinas hidrelétricas, além de não precisar pagar no fim do mês pela energia elétrica utilizada.

A energia solar fotovoltaica é a terceira mais importante fonte de energia renovável em termos de capacidade instalada a nível mundial, depois de hidráulica e eólica. Mais de 100 países utilizam energia solar fotovoltaica.

## **REFERÊNCIAS**

**Energia Fotovoltaica.** Disponível em: [http://www.americadosol.org/energia\\_fotovoltaica/](http://www.americadosol.org/energia_fotovoltaica/). Acesso em 04 de abril de 2014.

**Células solares.** Disponível em: <http://ambiente.hsw.uol.com.br/celulas-solares.htm>. Acesso em 06 de abril de 2014.

**Força solar.** Disponível em:  
[http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq\\_urbanismo/disciplinas/aut0221/Material\\_de\\_Apoio/Energia\\_e\\_Agua/Forca\\_Solar\\_-\\_Materia\\_Techne.pdf](http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aut0221/Material_de_Apoio/Energia_e_Agua/Forca_Solar_-_Materia_Techne.pdf). Acesso em 30 de abril de 2014.

**Energia Fotovoltaica.** Disponível em: <http://www.portalsolar.com.br/energia-fotovoltaica.html>. Acesso em 30 de abril de 2014.

# ENERGIA EÓLICA UMA FONTE DE ENERGIA RENOVÁVEL E INESGOTÁVEL

BAZANELLA, Renato José; FELIN, Felipe; PERON, Willian;  
SILVA, Ariano André da; CANTARELLI, Luiz Antônio

**RESUMO:** A energia eólica é usada desde a antiguidade, sendo que somente nos anos 80 com a crise petrolífera deu início a estudos mais aprofundados desta fonte abundante de energia. Na atualidade existem diversos estudos na área de energia eólica e também modernos aerogeradores em operação produzindo eletricidade como fonte alternativa. A energia eólica pode ser considerada uma das mais promissoras fontes naturais de energia, principalmente por ser renovável, ou seja, não se esgota, limpa, amplamente distribuída globalmente, se utilizada para substituir fontes de combustíveis fósseis e auxilia na redução do efeito estufa. Em países com uma malha hidrográfica pequena, a energia eólica passa a ter um papel fundamental, como talvez a única energia limpa e eficaz nesses locais. Além da questão ambiental, as turbinas eólicas possuem a vantagem de poderem ser utilizadas tanto em conexão com redes elétricas como em lugares isolados, não sendo necessária a implementação de linhas de transmissão para alimentar certas regiões (que possuam aerogeradores).

**PALAVRAS-CHAVE:** Vento. Aerogeradores. Geradores elétricos.

## INTRODUÇÃO

Dominar o vento é um dos métodos mais antigos de produção de energia. A humanidade utiliza, desde a antiguidade, os moinhos de vento para moer os cereais e para bombear água. Com o surgimento da eletricidade no final do século XIX, os primeiros protótipos de turbinas eólicas modernas foram concebidos, utilizando tecnologia baseada no tradicional moinho de vento. Desde então, decorreu um processo lento até que a energia eólica fosse aceita como um método de produção de energia economicamente viável.

A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca. Com o desenvolvimento da estação de energia eólica de 55 KW, em 1981, os custos outrora elevados da energia eólica foram drasticamente reduzidos.

A crise petrolífera dos anos 70 e, sobretudo, o movimento antienergia nuclear nos anos 80 aumentaram o interesse pelas energias alternativas e intensificaram a investigação no sentido de encontrar novas formas ecológica e economicamente viáveis de produção de energia. As turbinas eólicas construídas nessa época eram utilizadas essencialmente para investigação e eram extremamente dispendiosas. Com a ajuda de programas de gestão e pesquisa internacional financiado pelo governo nos anos 80, continuaram a ser investigados, desenvolvidos e instruídos novos métodos de produção de energias renováveis.



No contexto mundial a busca por energias renováveis está em crescente desenvolvimento e cada vez mais são realizados estudos nos mais variados tipos de fontes de energias renováveis de energia tendo como uma das principais a energia eólica pelo motivo de não gerar muitos impactos ambientais em relação às outras fontes atuais de energia, sabendo que o vento é uma das fontes de energia presente no mundo todo.

Países que possuem um baixo potencial eólico podem analisar os pontos em seu território de maior potencial e usar a energia eólica como complemento às outras fontes amenizando assim os efeitos nocivos das fontes de energias convencionais (hidroelétrica termoelétrica e nuclear).

## **DESENVOLVIMENTO**

### **O vento**

O vento é originado pela diferença de pressão, tendo uma diferença de pressão o ar é acelerado da pressão mais alta para a pressão mais baixa. A energia ou capacidade eólica é medida utilizando sensores de velocidade e direção do vento com um aparelho chamado anemômetro.

Para utilizar a energia eólica em larga escala na produção de energia elétrica é necessária velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s.

O recurso eólico apresenta variações temporais em várias ordens de grandeza, sendo elas: variações anuais, variações sazonais, diárias, horárias, de curta duração e espaciais.

### **Aerogeradores**

Os aerogeradores são classificados em Rotores de eixo vertical (REV) e rotores de eixo horizontal os (RHE).

Aerogerador de rotor vertical tem o eixo do rotor perpendicular a direção do vento que incide sobre suas pás e também a sua base de sustentação. Aerogerador de rotor horizontal são aqueles que têm o eixo de rotação paralelo à direção do vento e à superfície da terra, a quantidade de pás varia de uma única pá a múltiplas pás, sendo mais usado o sistema de três pás devido a estabilidade e baixa vibração além de um melhor desempenho. Em relação à disposição das pás de um RHE são classificados em jusante e montante .

Os aerogeradores tanto verticais como horizontais são compostos por: torre de sustentação, rotor, nacelle, caixa de transmissão, gerador elétrico e mecanismos de controle.

Um inconveniente da energia eólica é o limite de Betz onde somente pode ser convertida 59,3% da energia cinética do vento em energia mecânica segundo o físico Alemão Albert Betz.

### **Geradores elétricos**

Os geradores elétricos são máquinas de indução capazes de transformar energia mecânica em a energia elétrica e são divididos em dois tipos os geradores Síncronos e os Assíncronos

Gerador assíncrono é assim chamado por que funciona com velocidade superior a velocidade de sincronismo de seu campo girante, isto faz com que haja um escorregamento do rotor em relação ao seu campo girante.

Geradores Síncronos são assim chamados por possuir um conjunto de ímãs permanentes ou um circuito de excitação independente no rotor, a velocidade de rotação é igual a do seu campo girante ou seja sincronizada.

### **Situação Mundial da disponibilidade de recurso eólico**

A situação mundial da disponibilidade do recurso eólico depende de fatores como clima, relevo e localização geográfica, ou seja, a capacidade de geração de energia está ligada intimamente a geografia do local de geração de energia a partir do vento.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os sistemas eólicos são bastante duráveis e precisam de pouca manutenção. A vida útil das turbinas eólicas é estimada em 15 anos. Os dispositivos eletrônicos (inversor, controlador de carga) têm vida útil superior a 10 anos. No caso de sistemas eólicos isolados com armazenamento de energia em baterias, as baterias são consideradas o ponto crítico do sistema, mas quando este é bem projetado elas têm vida útil de 4 a 5 anos. Futuramente com a tecnologia em avanço esses sistemas se tornaram mais viáveis, e com maior rendimento, aumentando o custo/benéfico.

A energia eólica é produzida a partir da energia cinética contida nas massas de ar em movimento. É uma fonte de energia inesgotável, renovável e limpa, também está disponível em diversas regiões a onde o fluxo de ar é contínuo. Por ser uma fonte de energia renovável, não há emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um dos gases formadores do efeito estufa.

Apesar de estar dentro de um contexto mundial que incentiva o uso de tecnologias de geração elétrica pouco agressiva ao meio ambiente, isso não significa que não tenha impactos negativos. Um dos principais pontos a ser enfatizado diz respeito à localização dos parques eólicos situados em áreas de migração de aves. Algo que pode ser reduzido a níveis toleráveis, por meio de um planejamento futuro, que inclui a análise do ambiente a onde será instalado o parque eólico, levando em conta as áreas de importantes habitat, o corredor de imigração das aves, a doção de arranjos adequados para as turbinas, o uso de torres tubulares e a utilização de tubos subterrâneos.

## **REFERÊNCIAS**

ALDABO, R. **Energia Solar**. São Paulo: Artliber, 2002.

CARNEIRO, D. A. **Pequenas Centrais Hidrelétricas**. 1.ed. Rio de Janeiro: Synergia, 2010.

COLLE, S.; MONTENEGRO, A. de (Org.). **Fontes Não Convencionais de Energia: as Tecnologias Solar, Eólica e de Biomassa**. 2.ed. Florianópolis: UFSC, 1999.

EUSTIS J. E. et al. **Steam its generation and use**. 36. ed. New York: Babcock & Wilcox, 2007.

INCROPERA, F. P. **Fundamentos da transferência de calor e de massa**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

JANNA, W. S. **Design of fluid thermal systems**. 3.ed. United States: Cengage Learning, 2011.

JANNUZZI, G. de M.; SWISHER, J. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: Meio Ambiente, Conservação de Energia e Fontes Renováveis**. Campinas: Autores Associados, 1997.

MORAN, M. J. et al. **Introdução à engenharia de sistemas térmicos: termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

PEREIRA, M. J. **Energia: Eficiência e alternativas**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

TOMALSQUIN, M. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

VAN WYLEN, G. J.; SONNTAG, R. E.; BORGNAKKE, C. **Fundamentos da**

**termodinâmica clássica.** 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

**WOLFGANG, P. Energia Solar e Fontes Alternativas.** 1.ed. São Paulo: Hemus, 1995.

## **PONTES DE MACARRÃO: ESTRUTURAS EM MINUATURA**

IMMICH, Tiago Bisognin; MARIANI, Rodrigo Stahl; RIBOLI, Adair Antonio;  
SANTOS, Michelli Kerkhefen dos; STOCKER, Gisely Anezi;  
DONADEL, Ana Paula do Prado

**RESUMO:** Já tradicional entre os Cursos de Engenharia Civil do mundo afora, o Concurso de Pontes de Macarrão tem por objetivo oportunizar aos alunos aplicar na prática conhecimentos adquiridos em sala de aula. Realizado em grupo, o trabalho de construção da ponte de macarrão traz consigo inúmeros desafios, especialmente aos acadêmicos de Engenharia Civil dos semestres iniciais, momento em que os conhecimentos necessários ao desenvolvimento da tarefa proposta ainda não foram adquiridos. O desafio é grande, e os debates intragrupos são acalorados, desde os primeiros instantes após a inscrição, em relação a definição de métodos de trabalho, diretrizes a serem seguidas e, especialmente, modelos e formas possíveis para confecção da ponte, já que a tarefa será realizada a partir de empirismo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Macarrão. Pontes. Concurso.

### **INTRODUÇÃO**

O desafio da construção de uma ponte utilizando como principal material o macarrão, o mesmo macarrão utilizado em nossas refeições atrai e aguça a curiosidade de qualquer acadêmico de Engenharia Civil.

Inúmeros são os questionamentos acerca de tal possibilidade, iniciando sempre pela curiosidade sobre a capacidade de um material tão frágil como um fio de macarrão suportar uma carga determinada.

Essa carga é o grande objetivo do concurso: ela precisa ser máxima, ao mesmo tempo que o peso da ponte deve ser mínimo, ou ao menos estar dentro de um limite máximo previamente estabelecido, de forma a possibilitar a apuração da relação peso/carga suportada, decisiva para verificação da ponte com maior resistência.

É requisito ainda, que a estrutura seja treliçada, razão pela qual o projeto aqui apresentado possui amparo empírico, haja visto que as disciplinas ligadas aos cálculos necessários para construção da estrutura ideal somente serão vistos durante os estudos no quinto semestre da graduação, destacando-se que a participação no concurso deu-se no transcurso do quarto semestre da graduação.

Assim, tão grande quanto o desafio são as expectativas quanto ao resultado final da atividade proposta, assim como é desafiadora a ideia da construção de nova estrutura após o domínio dos devidos cálculos necessários à obtenção de um resultado otimizado.

## DESENVOLVIMENTO

O desafio consiste em construir uma estrutura em forma de ponte treliçada, utilizando como principal material fios de macarrão nº 8, unidos em barras com até 10 (dez) fios. Na construção das barras, os fios podem ser unidos com cola branca ou quente. Para a construção dos nós da estrutura, podem ser usadas cola branca, quente ou base epóxi. As dimensões máximas são 0,30m de altura, 0,1m de largura e comprimento entre 1,10m e 1,15m, com vão livre de 1,0m.

Esses são os parâmetros que foram estabelecidos como regra para participação dos alunos do Curso de Engenharia Civil da URI – Câmpus de Frederico Westphalen – RS no 1º Concurso de Pontes de Macarrão, promovido pela Coordenação do Curso.

A atividade foi realizada dentro da I Semana Acadêmica dos Cursos de Engenharia da URI, buscando aguçar e despertar a curiosidade dos acadêmicos, além de apresentar uma possibilidade de aplicação prática de conceitos adquiridos durante as aulas ministradas.

O desafio foi aceito e, com os primeiros encontros para desenvolvimento do projeto ficou claro que este seria realizado com base em conhecimentos adquiridos e muito empirismo. Tal situação surgiu em decorrência da construção da estrutura no transcurso do quarto semestre da graduação, sendo que as matérias mais específicas, que dariam o suporte aos cálculos necessários à construção da ponte com semelhanças a uma estrutura verdadeira somente seriam ministradas no curso do quinto semestre.

Sobre a treliça podemos destacar que não há transmissão de forças/esforços entre os membros, sendo as cargas suportadas pelos nós, os quais são formadas por rótulas, sendo que todas as articulações são perfeitas. No caso incorreto das cargas serem suportados pelos membros (meio destes), estes deixaram de ser membros de uma treliça, e passaram a ter comportamento semelhante a uma viga, sujeitando o sistema a flexões indevidas.

A estrutura de treliças desenvolvida encaixa-se perfeitamente no exemplo apresentado por SHAMES (2002), de uma ponte sustentada por duas treliças planas posicionadas em paralelo nas laterais do tabuleiro.

Na continuidade da definição de SHAMES (2002), na qual refere que as treliças devem ser capazes de suportar cargas estáticas e dinâmicas, o projeto idealizado com alta dose de empirismo nesta tarefa acadêmica será submetida a ação de uma carga pontual, estática, em ensaio de resistência. A resistência máxima tem como pressuposto a treliça perfeita, ideal, na qual os esforços estão corretamente distribuídos entre os nós.

Foi realizado um importante e detalhado trabalho de seleção dos fios de macarrão utilizado, evitando utilizar fios de macarrão tortos, trincados, e com problemas de acabamento, decorrentes de problemas na produção do macarrão.

Vários foram os modelos pensados para a montagem da ponte de macarrão, incluindo modelos espaciais em sua totalidade, além de modelos que possuíam parte de sua estrutura espacial e parte plana, caracterizado pela união entre as laterais na metade da altura limite continuando de forma simples até o limite máximo de altura.

O planejamento e definição de modelo final teve como ponto máximo a finalização de um protótipo, no qual, por questões de avaliação e melhor percepção dos esforços a que a estrutura estaria sujeita, utilizou-se materiais além do limite fixado no edital.

A união dos fios de macarrão feita através de cola branca em um primeiro momento mostrou-se contraindicada à execução da tarefa, pois a umidade presente na cola restou absorvida pelo macarrão, que tornou-se flácido, flexível. Surgiram as dúvidas e experiências em relação à secagem do material: deveria este ser posto para secar ao sol ou deveria secar à sombra? Seria viável utilizar um secador ou ventilador no processo de secagem?

Uma parte do material foi posto para secar ao sol, enquanto o restante secou à sombra. Com o material seco ao sol foi construída a primeira base da ponte conforme projeto inicial, utilizando-se cola epóxi para a colagem dos nós. Transcorridos 03 (três) dias, o material apresentava-se seco, rígido e estático, sendo possível o prosseguimento da montagem.

Sobre os dois feixes iniciais, que atendiam ao disposto no edital em relação ao vão livre da ponte, foi feita a montagem da estrutura das laterais da ponte. Concluída a montagem das laterais, foi realizada a união destas, com os feixes de macarrão menores, dando o aspecto espacial à ponte. Realizado o travamento com outros feixes menores, de dimensões variadas, objetivando estabilizar a ponte.

A proposta inicial foi finalizada pelo grupo, com a apresentação da ponte de macarrão à comissão de avaliação.

O resultado final, entretanto, somente foi obtido após a realização do teste de carga suportada, quando foi aferida a carga suportada pela estrutura, obtendo-se também a relação deste com o peso próprio. Sendo o resultado satisfatório, temos que os objetivos foram alcançados.

A ponte pesou 0,816Kg, suportando 10,12Kg, obtendo assim o primeiro lugar entre os quatro projetos inscritos, com relação peso/carga igual a 12,4.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desafio da construção da ponte de macarrão atingiu seus objetivos. Foi necessária muita imaginação, além de muito raciocínio, ainda que desprovido dos cálculos necessários.

Entretanto, deixou grandes lições. Colocar em prática ideias sobre como funcionam as coisas, analisar empiricamente quais os esforços agiriam ou poderiam agir sobre cada barra da estrutura, bem como tentar calcular qual o esforço que a ponte suportaria sem poder fazer o teste efetivamente criaram uma ansiedade dentro do grupo. Todos gostariam de poder testar a resistência da ponte antes do dia fixado para apresentação dos trabalhos, mas a ideia esbarrava no fato de que, uma vez rompida, não seria mais possível reconstruir a estrutura.

Chegado o dia da apresentação e aplicação da carga na ponte, esta se mostrou com resistência suficiente para superar suas concorrentes, o que, entretanto, não bastou para manter a estrutura intacta após a aplicação da carga.

Várias ponderações surgiram, especialmente quanto a atitudes que teriam feito diferença no resultado final, o qual percebeu-se que poderia ter sido ainda maior se um simples feixe de ligação da estrutura estivesse posicionado de forma diferente de como estava.

Os detalhes são de suma importância na construção de uma estrutura como a desenvolvida em macarrão. E não apenas quando feita de forma experimental. A estrutura real também pode apresentar queda de desempenho com a sua projeção incorreta, com a instalação de uma barra de aço ou viga em local incorreto. Todos os detalhes são importantes.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C. F. de. **Estruturas Isostáticas**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MARTHA, L. F. **Análise de Estruturas: conceitos e métodos básicos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Câmpus, 2010.

SHAMES, Irving H. **Estática: mecânica para engenharia**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002. 459 p. [v.1]

SORIANO, H. L. **Estática das Estruturas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2010.



# **ALTERNATIVAS AO USO DA MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO FORMA DE MINIMIZAR O DESMATAMENTO**

IMMICH, Tiago Bisognin; MARIANI, Rodrigo Stahl; RIBOLI, Adair Antonio;  
BRADENBERGER, Carla Geane Brenner

**RESUMO:** Este trabalho de revisão teve como objetivo específico abordar a questão da utilização da madeira na construção civil, voltando-se principalmente à questão de grande pertinência nos dias atuais, sendo esta, a redução do desmatamento decorrente da demanda de madeira em obras de engenharia, notadamente da construção civil, abordando, ainda que superficialmente, alternativas à substituição da madeira por outros materiais com maiores chances de reaproveitamento/reutilização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção Civil. Madeira. Redução do Uso.

## **INTRODUÇÃO**

O objetivo principal deste trabalho consiste na busca da demonstração de formas de se alcançar o uso sustentável da madeira na construção civil, seja através da redução ou da reutilização e reaproveitamento da madeira utilizada.

Assim, buscamos ainda que brevemente, demonstrar algumas formas alternativas ao uso da madeira, quando possível, e, para os casos onde a substituição é impossível, ou por razões técnicas ou econômicas, inviável, formas de otimizar sua utilização, reaproveitando a madeira já extraída e utilizada, evitando por consequente o corte de novas árvores.

## **DESENVOLVIMENTO**

A utilização da madeira na construção civil advém desde o período em que esta, era utilizada como estrutura de suporte nas moradias feitas de barro. Posteriormente, as moradias eram feitas basicamente de madeira, passando esta a ter papel principal na construção civil.

Atualmente, poucas são as novas moradias edificadas em madeira, razão pela qual temos a madeira como um instrumento necessário para o alcance do resultado final pretendido. A indústria da construção civil, entretanto, tem voltado sua atenção às questões de cunho ambiental especialmente em decorrência dos novos padrões de fiscalização dos órgãos ambientais que avaliam a madeira utilizada na construção civil.

Neste contexto, novos métodos de trabalho vêm sendo adotados, métodos estes, voltados ao melhor aproveitamento da madeira, seja através da redução do seu consumo, do seu reaproveitamento ou de sua reciclagem.

Um dos usos da madeira de maior destaque na construção civil está ligado à parte de caixaria de uma obra, necessária à montagem de pilares, vigas e lajes, onde a madeira é utilizada na montagem das formas de tais partes. Sua utilização decorre de sua facilidade de manuseio, permitindo cortes e recortes necessários ao perfeito encaixe necessário à realização de determinada parte de uma obra.

A título exemplificativo destaca-se que a caixaria de uma viga ou de um pilar pode ser reutilizada para a montagem de outra viga ou pilar, tão logo, o primeiro tenha atingido sua rigidez final, pois, pode facilmente ser desmontada e montada novamente. Igual estrutura poderia ser confeccionada em metal, mas se houvessem pequenas diferenças de medidas, as dificuldades em seu recorte e remontagem se tornariam pontos desfavoráveis, além da diferença de peso, superior ao da madeira.

A novidade, entretanto é que já é rotineiro ver em obras civis a substituição dos tradicionais pontaletes de madeira (utilizados para escora de formas de lajes) por pontaletes metálicos, dotados de regulagem de tamanho, permitindo um reaproveitamento mais eficiente do material que, em termos de custos, quando observada a relação custo-benefício, apresenta-se muito mais vantajoso ao empreiteiro.

É imperioso destacar que o aumento da preocupação das empresas com as questões ambientais decorre das exigências legais implantadas por órgãos ambientais e também órgãos governamentais, que passaram a exigir certificação de empresas com preocupação ambiental para celebração de contratos e convênios.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Talvez um material nobre, não por sua origem mas por sua importância e grande possibilidade de diferentes usos na construção civil, a madeira e seus derivados ainda são peças importantes nas obras de engenharia civil, seja por sua utilização temporária em caixarias ou por seu uso definitivo em obras de infraestrutura, como dormentes de trilhos férreos, por exemplo.

Sua utilização tem como desvantagem o prejuízo ao meio ambiente, causado por sua extração, mas a tecnologia tem se tornado aliada da preservação ambiental, pois muito se tem

projeto e pensado em novas tecnologias capazes de substituir a madeira com as mesmas vantagens apresentadas por esta.

A madeira, por sua maleabilidade e trabalhabilidade, não deixará de ser usada, ao menos no momento atual, pela construção civil. Entretanto, é crescente o interesse na utilização consciente desse material, que já foi abundante, todavia atualmente, demanda ações de preservação, adotadas como forma de manutenção da qualidade de vida das populações.

## **REFERÊNCIAS**

CALIL JUNIOR, C.; MOLINA, J. C. **Coberturas em Estruturas de Madeira: Exemplos de Cálculo**. São Paulo: PINI, 2010.

PFEIL, W. **Estruturas de Madeira**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

REBELLO, Y. C. P. **Estruturas de Aço, Concreto e Madeira: Atendimento da Expectativa Dimensional**. 3. ed. São Paulo: Zigurate, 2008.

ZENID, José Geraldo. Coordenador. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2ª ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA. 2009.

A presente edição foi composta pela URI,  
em caracteres Times New Roman,  
formato e-book pdf, em maio de 2015.