

**MAIÊUTICA
ENGENHARIAS**



UNIASSELVI

**CENTRO UNIVERSITÁRIO
LEONARDO DA VINCI**

Rodovia BR 470, Km 71, nº 1.040, Bairro Benedito
89130-000 - INDAIAL/SC
www.uniasselvi.com.br

REVISTA MAIÊUTICA

Engenharias
UNIASSELVI 2016

Presidente do Grupo UNIASSELVI
Prof. Pedro Jorge Guterres Quintans Graça

Reitor da UNIASSELVI
Prof. Hermínio Kloch

Pró-Reitora de Ensino de Graduação Presencial
Profa. Marilda Regiani Olbrzymek

Pró-Reitora de Ensino de Graduação a Distância
Prof.^a Francieli Stano Torres

Pró-Reitor Operacional de Graduação a Distância
Prof. Hermínio Kloch

Diretor Executivo Unidades Presenciais
Prof. Ivan Carlos Hort

Diretor de Educação Continuada
Prof. Carlos Fabiano Fistarol

Editor da Revista Maiêutica
Prof. Luis Augusto Ebert

Comissão Científica
Ricardo Floriani
Eliza Damiani Wolosyn Batista
Jony César Tomelin
Jonatan Neitzel
Giovani Renato Zonta
Mauri Agostini
Marcelo Danielski
Reginaldo Otto Nau
Jorge Hilário Bertoldi

Editoração e Diagramação
Djenifer Luana Kloehn

Capa
Cleo Schirmann

Revisão Final
Andressa Ehlert
Harry Wiese

Publicação *On-line*
Propriedade do Centro Universitário Leonardo da Vinci

Apresentação

Caro leitor,

Este exemplar da Revista Maiêutica de Engenharia de Produção apresentará uma abordagem multidisciplinar que contempla a relação cotidiana entre os problemas atuais e a proposição de soluções possíveis e passíveis de implementação.

Aliás, a implementação prática dos conceitos vistos em sala de aula é uma das premissas para a fortificação e internalização do conhecimento trabalhado ao longo das disciplinas e do desenvolvimento de bons trabalhos acadêmicos que geram inclusive potencial para a implementação empreendedora, criativa e profissional.

Este é o perfil dos artigos contemplados nesta edição e que conduzem os alunos à construção de sua própria história, com trabalhos que contribuem para a melhoria de vida dos nossos alunos e dos demais públicos envolvidos direta ou indiretamente com as soluções propostas.

A valorização do conhecimento como uma JOIA e a publicação em uma revista como a Maiêutica Engenharias contribui para a disseminação do know-how gerado no decorrer dos estudos e potencializa a exploração de áreas ainda não exploradas, a inspiração e o aprofundamento de novas avenidas de pesquisa.

O aprofundamento dos estudos torna simples a realização das tarefas para aqueles que detêm e desenvolvem e testam as possibilidades. Após diversos erros e acertos inerentes ao processo de aprendizado e de testagem, podem propor a solução que melhor se adequa às especificidades e requisitos aos quais seu objetivo está alicerçado.

Temáticas relevantes e atuais são abordadas ao longo da revista, que tem abrangência regional e abrange cidades do Vale do Itajaí. Uma das dúvidas que frequentemente é objeto de questionamento aos professores, decorre da aplicabilidade de conceitos matemáticos e físicos fundamentais na resolução de problemas de engenharia. Exatamente o tema abordado no artigo sobre modelagem matemática que explica matematicamente a viscosidade dinâmica de um fluido, conceito este que pode ser desdobrado em diversas situações as quais o engenheiro poderá se deparar em sua profissão.

A questão ambiental presente e necessária não só no âmbito das engenharias, mas em um contexto social, ganha evidência em discussões que perpassam o uso eficiente da terra e da água em propriedades rurais para implementação de estação de tratamento de água. Ainda em uma abordagem ambiental, a segregação dos resíduos sólidos aparece em um estudo realizado em um supermercado que passou a realizar a triagem dos resíduos e a política de educação ambiental com envolvimento dos colaboradores do empreendimento. Aspectos inerentes à gestão de Associação que realiza a reciclagem de resíduos sólidos urbanos foi abordado e identificou as dificuldades enfrentadas pela entidade no dia a dia e na continuidade de suas atividades.

Solução inovadora desenvolvida por acadêmicos de Engenharia Ambiental congrega áreas de logística, armazenagem, tecnologia de materiais e soluções que evitam passivos ambientais em um produto simples e diferenciado, o Ecotêiner. Este trabalho rendeu inclusive prêmios e reconhecimentos aos seus autores.

Estudos que possibilitam a redução dos problemas e patologias na construção civil também foram intensamente estudados. Foi desenvolvida pesquisa sobre a absorção de água em elementos cerâmicos. Por meio de estudos de laboratório, os estudantes identificaram as diferenças entre os materiais no que se refere à absorção da água. Após os ensaios iniciais os materiais foram impermeabilizados e os resultados comparados.

As patologias em obras públicas foram identificadas e foram propostas soluções técnicas que fossem capazes de mitigar os problemas identificados. Em um dos casos os acadêmicos providenciaram inclusive a correção da patologia identificada e deixaram novamente em condições de serviço uma estrutura que poderia ter agravado sua condição e colocado em risco a segurança dos seus usuários.

Permitir ao acadêmico enfrentar situações similares àquelas que irá enfrentar em sua profissão torna mais atraente o conteúdo a ser aprendido e a assimilação ocorre de maneira mais consolidada, tal como relatado nas experiências vivenciadas e descritas por meio dos artigos que, para nossa sorte, compõem esta edição da Revista Maiêutica de Engenharia de Produção.

Que a leitura lhe seja esclarecedora e inspiradora. Bom proveito!

Ricardo Floriani
Coordenador do curso de Engenharia de Produção



SUMÁRIO

ABSORÇÃO DE ÁGUA EM TIJOLOS - Water absorption in bricks

Alana Carolina Masson

Gabriela Renzi

Sergio dos Santos

Ricardo Floriani 7

ANÁLISE DE PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - Analysis of adverse effects of construction

Djuli Erat

Maicon Bratfisch

Naiara Raitz

Ricardo Floriani 25

MODELAGEM MATEMÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE CÁLCULO NOS CURSOS DE ENGENHARIA - Modeling as proposed for mathematics teaching in engineering courses

Giovani Renato Zonta

Juliano Bona 37

DISPOSITIVO DE EMERGÊNCIA AMBIENTAL PARA O TRANSPORTE DE CARGAS CONTEINERIZADAS CONTENDO PRODUTOS PERIGOSOS E POLUENTES - Environmental emergency device for freight transport containerized containing dangerous products and pollutants

Régis Chrystian da Silva

Gabriel Cristofolini 53

LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS PROPRIEDADES RURAIS À MARGEM DO RIO ENCANO, INDAIAL, SC: uma proposta de análise do uso da terra e da água visando a implementar uma Estação de Tratamento de Água (ETA) - Preliminary assessment of rural properties in the Encano River, Indaial, SC: a proposal for analysis of land use aiming to implement a Water Treatment Station (ETA)

Rafael Andrade Weber

Luis Augusto Ebert 73

PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: estudo de caso para a Entidade Beneficente - Pathology in construction: case study for the Entidade Beneficente

Camila Hillesheim

Luana Alflen Soares

Márcia Claudino Veiga

Ricardo Floriani 79

TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS: estudo de caso para o supermercado Gumz em Pomerode/SC - Solid waste screening: case study for supermarket Gumz in Pomerode/SC
Franciele Laís Marquardt
Luis Augusto Ebert 91

UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE INDAIAL (APRI) - An analysis of screening process solid waste in Indaial (APRI)
José Claudio de Sousa Rosa
Luis Augusto Ebert 97

ABSORÇÃO DE ÁGUA EM TIJOLOS

Water absorption in bricks

Alana Carolina Masson¹

Gabriela Renzi¹

Sergio dos Santos¹

Ricardo Floriani¹

Resumo: Este trabalho busca analisar as propriedades dos tijolos e blocos em relação à absorção de água. Foram executados em laboratório os ensaios necessários seguindo as Normas Brasileiras Técnicas (NBR 15270 e NBR 8492) e obtidos os valores de absorção de água (AA) do tijolo maciço, tijolo furado e tijolo refratário. Após os ensaios foram analisadas alternativas para diminuir a absorção de água nestes elementos, visando evitar patologias causadas pela umidade. Foram usados produtos de impermeabilização e verificada a taxa de AA e variação dimensional.

Palavras-chave: Absorção de água. Umidade. Tijolos.

Abstract: This paper analyzes the properties of bricks and blocks with respect to water absorption. They were performed in the laboratory tests necessary following the Brazilian Technical Standards (NBR 15270 and NBR 8492) and obtained the water absorption values (AA) of solid brick, perforated brick and firebrick. After the tests were analyzed alternative to reduce the water absorption of these elements, in order to avoid pathologies caused by moisture. They were used sealants and checked the AA rate and dimensional variation.

Keywords: Bricks. Water Absorption. Sealants.

Introdução

Quando se trata de produtos ligados à construção civil, há uma enorme demanda de critérios a serem levados em conta, para que o produto consiga suprir a necessidade das estruturas.

Se tratando de alvenaria, faz-se necessário produtos com uma boa resistência, baixo custo, e que não gerem patologias. Nesta mesma linha de pensamento, abre-se um leque de propriedades necessárias; rigidez, baixo módulo de deformação, resistência à umidade, à pressão, isolamento térmico e acústico entre outros (UFRGS, 2016).

Produtos que em geral possuem uma maior probabilidade de absorverem muita umidade devem ser analisados. Na região do Alto Vale do Itajaí, a umidade não vem somente de infiltrações e dos métodos de fabricação, mas deve-se lembrar de que o ambiente em certas épocas do ano é notavelmente úmido. O problema está quando por muitos dias há incidência de chuva, dificultando a secagem dos materiais. Além da umidade relativa, há também épocas em que acontecem inundações e enchentes, afetando as estruturas locais, que podem ocasionar danos com relação à umidade absorvida.

Logo os problemas aparecem: bolor, manchas, fissuras entre outros. A fim de obter construções que consigam resistir com eficiência a esta umidade, este estudo mostra qual tijolo consegue absorver menos água, diminuindo problemas patológicos na edificação.

Também são estudados os melhores métodos para que os elementos de alvenaria diminuam a taxa de absorção de água.

¹ Faculdade Metropolitana de Rio do Sul – FAMESUL – Rodovia BR 470 – Km 140 – nº 5.253 – Bairro Itoupava – 89160-000 – Rio do Sul/SC Fone (47) 3531-7000

Importância da porcentagem de absorção de água

A permeabilidade é a capacidade de um material de transmitir um fluido. A absorção de água está ligada à questão de permeabilidade dos materiais e do aumento de peso da alvenaria saturada.

Com a taxa de AA (absorção de água) é possível obter a durabilidade de materiais utilizados na construção.

A absorção é influenciada pela porosidade dos elementos, sendo mais alta para elementos mais porosos. Ou seja, a amostra que mostra mais AA é mais porosa. Geralmente nas paredes de alvenaria, a AA é causada pela ascensão capilar da água, através dos poros do bloco cerâmico. Com esta situação, geralmente notam-se manchas, bolor e eflorescências, destacamento de placas etc.

Os poros são formados durante o processo de queima na fabricação, a qual se inicia realizando a moagem e homogeneização da argila, seguido pelo processo de fermentação e apodrecimento da argila, que é utilizado para eliminar a matéria orgânica presente na massa, evitando poros de dimensões descontroladas. Após isso, ocorre a moldagem dos blocos cerâmicos através de uma extrusora e posterior queima, onde o material orgânico ainda presente na argila é dissipado pela alta temperatura, formando os poros. (HENTGES; BRUNO, 2013).

Fundamentação teórica

Todos os ensaios e procedimentos realizados neste trabalho seguiram minuciosamente as Normas Brasileiras NBR 15270 e NBR 8492.

Também foram seguidas as recomendações do fabricante para aplicação de produtos nos elementos de alvenaria.

Ficha técnica das amostras

Amostra número 1 (um)

Tijolo furado: também conhecido como tijolo baiano, possui canais prismáticos, os chamados furos. Normalmente de 6 a 8 furos, porém há uma grande variedade de tijolos furados.

Figura 1. Tijolo com seis furos

Tijolo 6 Furos Vedação (11,5x19x24)



Descrição	Dados	Tolerância
Peso queimado (g)	3.600	+360g
Largura (mm)	115,0	+5 (mm)
Altura (mm)	190,0	+5 (mm)
Comprimento (mm)	240,0	+5 (mm)
Resistência à compressão (Mpa)	≥1,5	≥1,5
Absorção de água (%)	≤18	8 a 22
Espessura da parede (mm) - Externa	≥7	≥7
Espessura da parede (mm) - Interna	≥6	≥6
Esquadro (mm)	≤3	≤3
Planeza (mm)	≤3	≤3
Qtde./m ² com fuga - Deltado	32	
Qtde./m ² com fuga - Em Pé	20	

Fonte: Cerâmica Princesa. Disponível em: <<http://www.princesa.ind.br/produtos>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

Amostra número 2 (dois)

Tijolo maciço: também conhecido como tijolo comum, não possui espaços vazios. No caso de utilizar a alvenaria exposta é necessária a impermeabilização para menor absorção de água.

Figura 2. Cerâmica Bandeirante Ltda.



**Cerâmica
Bandeirante LTDA**

Tijolos Maciços:

- Dimensões: 5 x 10 x 22 cm
- Tijolos Escolhidos: R\$ 0,48 a unidade.
- Tijolos Avaré: R\$ 0,43 a unidade.

Precisando de Tijolos Maciços?

Entre em contato conosco e garanta o melhor preço e a melhor qualidade em Tijolos Maciços do mercado!

(47) 3523-0247 / (47) 8867-5835
ceramicabandeirante@hotmail.com
ceramicabandeirantes@bol.com.br

**Empresa especializada
a mais de 50 anos.**



Fonte: Disponível em: <https://scontent.fsdu2-1.fna.fbcdn.net/v/t1.0-9/1918205_779739765493132_5932725142166034527_n.png?oh=102737c9bb901c2474447adc1c3e21e0&oe=57F200D6>. Acesso em: 24 jun. 2016.

Amostra número 3 (três)

Tijolo refratário: é feito com argila enriquecida e outros materiais que diminuem a absorção de calor, suportando altas temperaturas.

Figura 3. Reframa refratários

The image is a screenshot of the Reframa website. At the top, there is a blue header with the 'Reframa' logo and 'REFRATÁRIOS MACCARI' text. To the right of the logo are icons for home, accessibility, social media, RSS, and flags for Brazil and Spain. Below the header is a navigation menu with buttons for 'PÁGINA INICIAL', 'INSTITUCIONAL', 'PRODUTOS', 'NOTÍCIAS', and 'ATENDIMENTO'. A breadcrumb trail reads 'Você está na [Página inicial](#) » [Produtos](#) » Tijolo paralelo 51 mm'. The main content area is divided into two columns. The left column, titled 'PRODUTOS', features a 3D image of a brick and lists the following details: 'Tijolo paralelo 51 mm', 'Embalagem: Pacote com 10 peças', 'Dimensões: 229 x 114 x 51 mm', 'Peso: 2,63 kg', and 'Pallet: 640 pç'. A link below the list says 'Mais produtos da categoria Tijolos Paralelos'. The right column, titled 'INDICAÇÃO', contains the text 'Indique nosso site para um amigo ou parceiro.' Below this is an image of a brick barbecue grill with the word 'Churrasqueira' written on it. At the bottom of the page, there is a footer with a navigation menu: 'Página inicial | Institucional | Produtos | Notícias | Atendimento | Mapa do Site | Acessibilidade | RSS/Atom'. On the left side of the footer, contact information is provided: 'Reframa Refratários Maccari, Avenida de Contornos, s/nº - Centro, CEP: 88803-000 - Morro da Fumaça/SC, Telefone: +55 (48) 3434-6200, Fax: +55 (48) 3434-6204, atendimento@reframa.com.br - www.reframa.com.br'. On the right side of the footer, there is a logo for 'tacmedia'.

Fonte: Disponível em: <<http://www.reframa.com.br>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

Plano de desenvolvimento do ensaio

Ensaio de absorção de água

1. Equipamentos laboratoriais necessários:

- Balança de 10 kg de capacidade e sensibilidade de 1g.
- Estufa capaz de manter temperatura entre 105° e 110°.
- Tanque de imersão para submergir os corpos-de-prova em água na temperatura ambiente por 24 horas.

2. Equipamentos a serem levados pela equipe

- Três amostras por categoria de mesmo lote.
- Pano para secagem superficial.
- Trena de medição.

3. Amostras:

- São necessários três tijolos de mesmo lote por categoria (tijolos cerâmicos, furados, maciços de concreto).

4. Execução:

- Secar as amostras em estufa, entre 105° e 110°.
- Depois de atingida a temperatura, fazer a pesagem obtendo a massa M1 do tijolo seco em g. Obter os valores dimensionais de cada um.
- Imergir os corpos-de-prova no tanque durante 24 horas.
- Após 24h, enxugar superficialmente com pano úmido e pesar (antes de decorridos três minutos). Obtendo a massa do tijolo M2 em g.

5. Cálculo:

Os valores de absorção em porcentagem são obtidos por:

$$A: \frac{M2 - M1}{M1} \times 100$$

M1= massa do tijolo seco em estufa.

M2= massa do tijolo saturado.

A= absorção de água, em porcentagem.

6. Valor médio da amostra

- Fazer o ensaio com os três corpos-de-prova, e obter o valor médio dos três valores individuais.

7. Certificado

- a) O valor médio de cada uma das dimensões reais dos tijolos como recebido.
- b) Valores individuais de absorção e o valor médio.
- c) Idade dos corpos-de-prova e o teor de cimento declarado (ABNT, *NBR 8492*, 1984).

Metodologia

Secagens em estufa

Foram colocadas na estufa todas as amostras de tijolos a fim de obter os elementos secos, na temperatura de 110°. Na estufa permanecerão por 24 horas.

Ensaio de medições (seco)

Com uma trena métrica foi feita a medição das dimensões das três amostras secas de cada tipo de tijolo.

Foram coletadas as medidas de altura, comprimento e largura em centímetros a fim de obter-se a média.

Ensaio de massa (seco)

Com uma balança de precisão foi feita a pesagem das amostras secas a fim de obter-se a média por categoria.

Imersões dos tijolos

Imediatamente após os ensaios a seco foram imersos em água no tanque, um a um. Por onde ficarão por 24 horas.

Retirada do tanque

Após as 24 horas no tanque de imersão foram retirados os blocos e retirado o excesso de água com um pano úmido.

Ensaio de medição (úmido)

Após a retirada do tanque, cada tijolo ficou apenas três minutos fora da água antes dos ensaios seguintes.

Com uma trena métrica foi feita a medição das dimensões das três amostras úmidas de cada tipo de tijolo.

Foram coletadas as medidas de altura, comprimento e largura em centímetros a fim de obter-se a média.

Ensaio de massa (úmido)

Com uma balança de precisão foi feita a pesagem das amostras secas a fim de obter-se a média por categoria.

Etapas

Secagens em estufa

Etapa 1, realizada no dia 17 de maio de 2016.

- colocação das amostras na estufa a 110° onde ficaram por 24 horas.

Figura 4. Colocação de tijolos em estufa



Fonte: Os autores

Ensaio de medição e pesagem das amostras secas

Etapa 2 realizada dia 18 de maio de 2016.

Foi retirado um elemento da estufa, feita a coleta dos valores dimensionais e pesagem. Logo após foi colocado no tanque com água. E assim foi feito com todos os elementos.

Figura 5. Ensaio tijolo seco



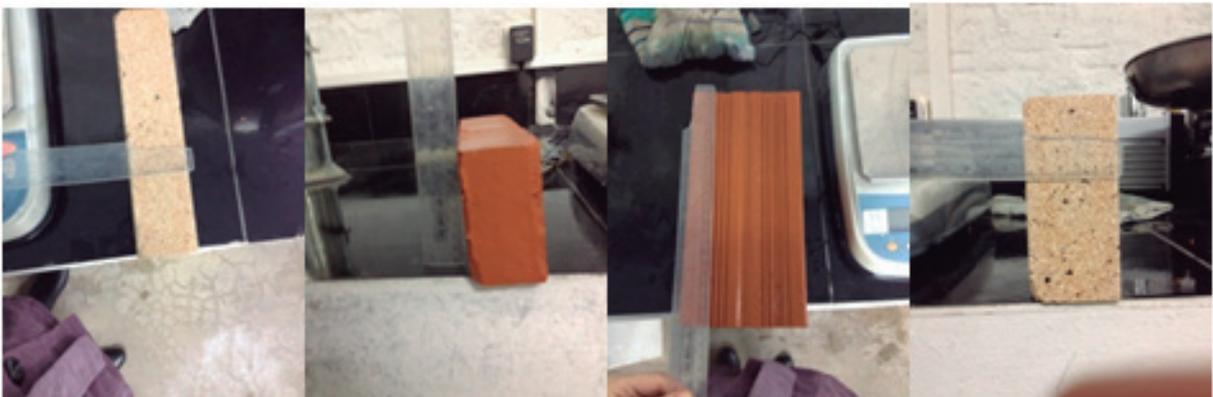
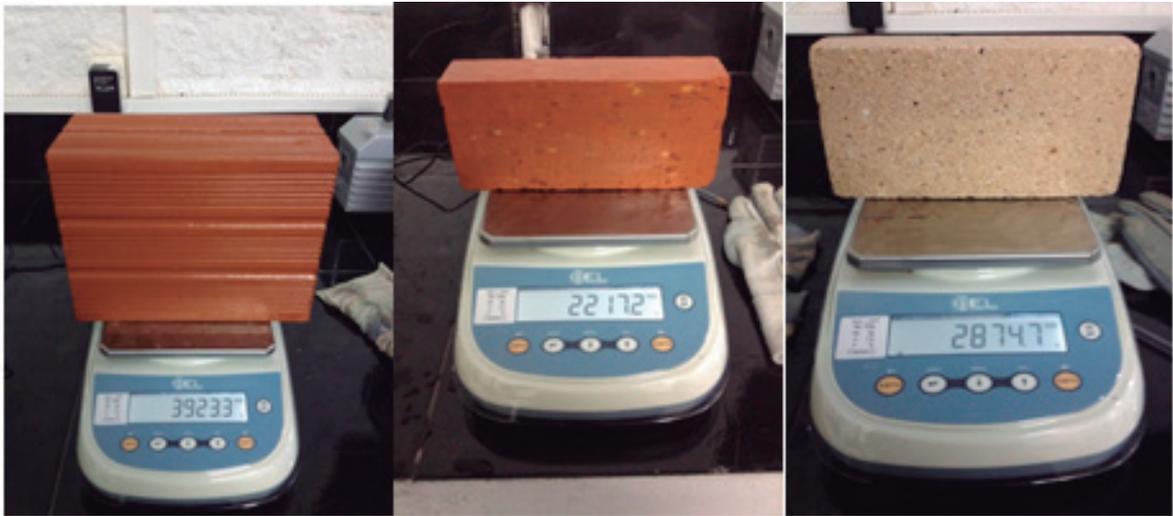
Fonte: Os autores

Ensaio de medição e pesagem das amostras úmidas

Etapa realizada no dia 19 de maio de 2016.

Retirou-se um elemento por vez do tanque de água. Era retirado um elemento do tanque, feita a coleta dos valores dimensionais e pesagem antes de se passarem três minutos.

Figura 6. Ensaio tijolo úmido



Fonte: Os autores

Cálculos

Nesta etapa foram analisados os resultados dos ensaios (Quadros 1 e 2).

Com base nos resultados foram feitos os cálculos das medias de dimensão e peso por categoria (Quadro 3).

Com os valores foi calculada a porcentagem de absorção de água (AA).

Quadro 1. Ensaio tijolo seco

Ensaio tijolo SECO			
Tijolo Furado			
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra3
Largura (cm)	11,2	11,2	11,1
Altura (cm)	18,1	18,3	18,3
Comprimento (cm)	24,3	24,3	24,3
Peso (kg)	3,3437	3,3209	3,3183
Tijolo maciço			
Largura (cm)	5,1	5,2	5,3
Altura (cm)	9,3	9,4	9,4
Comprimento (cm)	22	21,9	22,3
Peso (kg)	1,7768	1,8727	1,8714
Tijolo Refratário			
Largura (cm)	5	4,9	5
Altura (cm)	11,3	11,3	11,3
Comprimento (cm)	23	22,9	22,8
Peso (kg)	2,5297	2,5655	2,5659

Fonte: Os autores

Quadro 2. Ensaio tijolo úmido

Ensaio Tijolo Úmido			
Tijolo Furado			
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra3
Largura (cm)	11,2	11,1	11,2
Altura (cm)	18,4	18,4	18,5
Comprimento (cm)	24,25	24,4	24,3
Peso (kg)	3,9232	3,8961	3,8888
Tijolo maciço			
Largura (cm)	5,1]	5,2	5,2
Altura (cm)	9,4	9,4	9,45
Comprimento (cm)	22	22,3	22
Peso (kg)	2,2172	2,2501	2,1413
Tijolo Refratário			
Largura (cm)	4,9	5	5
Altura (cm)	11,3	11,35	11,2
Comprimento (cm)	22,8	22,95	23
Peso (kg)	2,8268	2,8747	2,8602

Fonte: Os autores

Quadro 3. Resultados das médias

Bloco	TIJOLO FURADO	TIJOLO MACIÇO	REFRATÁRIO
Tipo	Cerâmico/ Furado	Cerâmico/Maciço	Cerâmico/Refra
Função	Vedação	Vedação	Ved/Refratário
Quantidade de Blocos	3	3	3
<i>Dimensões médias Tijolo Seco</i>			
Largura (cm)	11,167	5,200	4,967
Altura (cm)	18,233	9,367	11,300
Comprimento (cm)	24,300	22,067	22,900
Peso (kg)	3,328	1,840	2,554
<i>Dimensões Médias Tijolo Úmido</i>			
Largura (cm)	11,167	5,200	4,967
Altura (cm)	18,433	9,417	11,283
Comprimento (cm)	24,317	22,100	22,917
Peso (kg)	3,903	2,203	2,854

Fonte: Os autores

Com as médias obtidas, foi determinada a seguinte porcentagem de absorção de água, utilizando a equação seguinte, de acordo com a norma NBR 15270-3. (Quadro 4)

$$A: \frac{M2 - M1}{M1} \times 100$$

Resultado de AA

Quadro 4. Resultado de porcentagem de absorção de água

Porcentagem de Absorção de água				
A	A	Tijolo Furado	Tijolo Maciço	Tijolo Refratário
(%)		17,28	19,70	11,76

Fonte: Os autores

Métodos para conter absorção de água

Com o intuito de diminuir as patologias causadas pela absorção de água na alvenaria, são utilizados aditivos que impermeabilizam os elementos.

Dois aditivos foram utilizados, a fim de verificar se diminuiria a absorção de água. São estes: Sela Infiltrações Impermeabilizante Cristalizante cinza e Tinta semibrilho Acrílica Belacasa.

Figura 7. Produtos utilizados



Fonte: Os autores

Etapas do ensaio de absorção com aditivos

Aplicações dos produtos

O Sela Infiltrações foi passado em duas demãos com intervalo de 6 horas, os elementos foram umedecidos para a aplicação, conforme as especificações do fabricante. Após a aplicação ficou 48 horas para secagem.

A tinta foi passada em três demãos, conforme especificação técnica dos fabricantes. Também ficou 48 horas para secagem completa.

Imersões dos tijolos

Depois da aplicação dos impermeabilizantes, os tijolos foram submersos no tanque por 24 horas.

Ensaio de pesagem e medidas do tijolo impermeabilizado úmido

Foram retirados e passaram pelos ensaios de medição e pesagem.

Figura 8. Ensaio tijolo impermeabilizados



Fonte: Os autores

Secagem em estufa

Os tijolos foram colocados em estufa a 110° por 24 horas para obter os pesos e medidas do tijolo seco com o material impermeável.

Ensaio de pesagem e medidas do tijolo impermeabilizado seco

Foram coletadas as medidas do elemento e o peso. Com o valor dos elementos secos e úmidos foi possível a iniciação dos cálculos.

Cálculo de AA impermeabilizado

Quadro 5. Ensaio tijolos impermeabilizados – secos

Ensaio tijolos SECOS impermeabilizados com tinta		
	Tijolo Furado	Tijolo Maciço
Largura (cm)	11,2	5,2
Altura (cm)	18,2	9,5
Comprimento (cm)	24,4	22,1
Peso (kg)	3,3776	1,7905

Fonte: Os autores

Quadro 6. Ensaio tijolos impermeabilizados secos

Ensaio tijolos SECOS impermeabilizados com sela água		
	Tijolo Furado	Tijolo Maciço
Largura (cm)	11,5	5,6
Altura (cm)	18,6	9,5
Comprimento (cm)	24,4	22,3
Peso (kg)	3,5518	1,9409

Fonte: Os autores

Quadro 7. Ensaio tijolos impermeabilizados – molhados

Ensaio tijolos MOLHADOS impermeabilizados com tinta		
	Tijolo Furado	Tijolo Maciço
Largura (cm)	11,2	5,2
Altura (cm)	18,5	9,5
Comprimento (cm)	24,4	22,2
Peso (kg)	3,9687	2,1475

Fonte: Os autores

Quadro 8. Ensaio tijolos impermeabilizados molhados com sela água

Ensaio tijolos MOLHADOS impermeabilizados com sela água		
	Tijolo Furado	Tijolo Maciço
Largura (cm)	11,4	5,6
Altura (cm)	18,6	9,4
Comprimento (cm)	24,4	22,3
Peso (kg)	4,1848	2,3257

Fonte: Os autores

Quadro 9. Porcentagem de absorção de água com tinta

Porcentagem de absorção de água com TINTA		
AA (%)	Tijolo Furado	Tijolo Maciço
	17,50	19,94

Fonte: Os autores

Quadro 10. Porcentagem de absorção de água com sela água

Porcentagem de absorção de água COM SELA ÁGUA		
AA (%)	Tijolo Furado	Tijolo Maciço
	17,82	19,83

Fonte: Os autores

Problemas encontrados

Tijolo refratário

Algumas peculiaridades foram notadas durante toda a pesquisa.

A mais considerável foi que no tijolo refratário os aditivos não funcionaram. O sela água não secou de imediato como os outros tijolos, que apresentaram uma pré-secagem já durante a aplicação e entre uma demão e outra. A massa do impermeabilizante ficou úmida, e logo houve destacamento em partes.

A tinta também não secou neste elemento. Ficou bastante úmida mesmo após 48 horas. Ao submergi-los tiveram que ser retirados, pois a tinta e o impermeabilizante “desmancharam” na água.

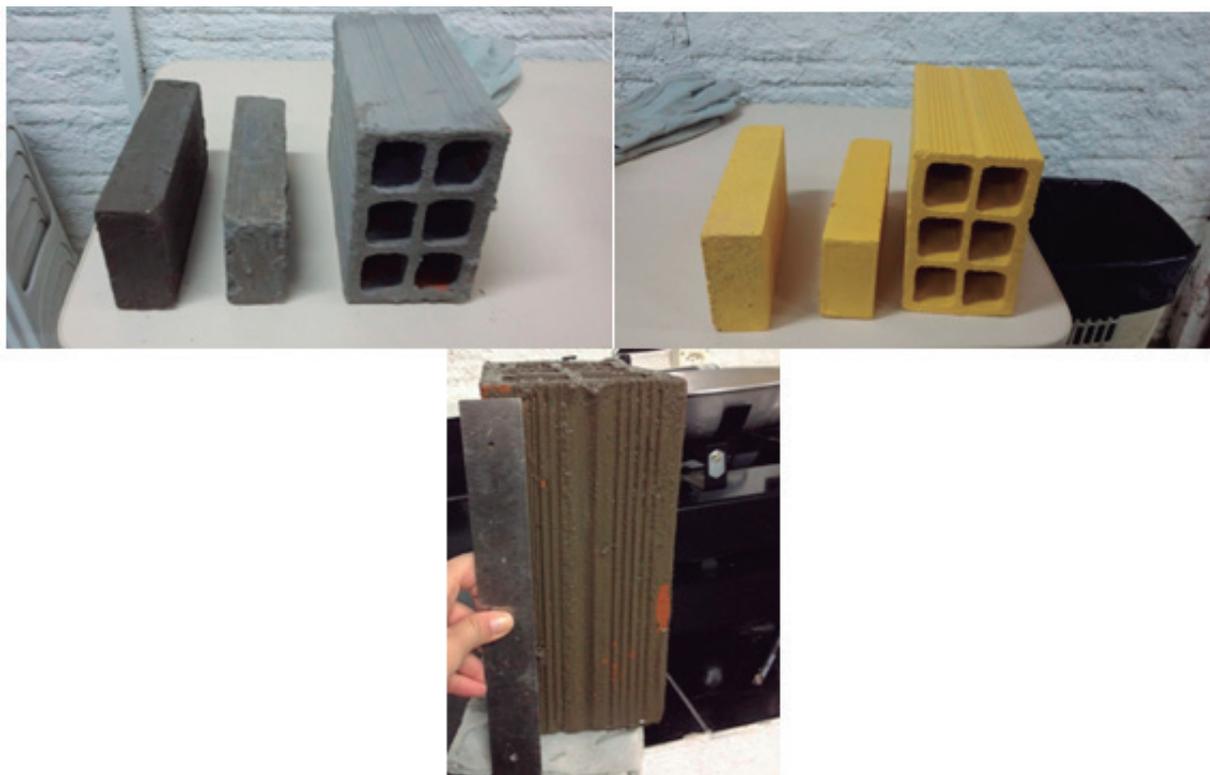
Logo, com este resultado não foi possível fazer os testes no tijolo refratário.

A explicação deste fenômeno é simples. O tijolo refratário é um tijolo de alta queima, usado somente em locais onde requer alta condutibilidade térmica, ou seja, onde está exposto a altas temperaturas. Para estes locais é necessário um elemento que deforme pouco, pois será constantemente submetido a variações de temperaturas. É usado em churrasqueiras, lareiras, fornos, e principalmente em siderúrgicas.

Com estas características, o tijolo refratário é fabricado com insumos capazes de deixar a cerâmica mais densa, quanto menor a porosidade melhor. E este é um dos motivos para o tijolo não aderir aos impermeabilizantes deste estudo. Ele não possui porosidade capaz de absorver ou aderir aos produtos, ele é muito denso e cristalizado, logo não absorve nenhum produto. Vale ressaltar que por sua pouca porosidade e alta densidade, não deve ser usado em paredes de vedação, pois possui pouca resistência à compressão. (LEITE; LUZ; PANDOLFELLI, 2014).

Outro problema encontrado foi na etapa de cálculo. Os valores de AA são obtidos através dos ensaios de pesos, e o tijolo com Sela Infiltrações apresentou um peso maior, pois o próprio produto é muito denso. Logo, é necessário fazer o desconto do peso do produto para obter valores reais.

Figura 9. Problemas obtidos



Fonte: Os autores

Tijolos furados e maciços

Nos tijolos maciços e comuns não foi notada diminuição na absorção. No caso de uso de tintas, o ideal era que se utilizasse um selador para melhorar a aderência.

Nos tijolos furados é inviável o estudo com impermeabilizantes, pois dentro das cavidades (furos) não permite a aplicação do produto. Liberando poros que absorvem a umidade.

No uso do Sela Infiltração, o ideal é que se usasse um revestimento, ou reboco para melhores resultados.

Resultados

Fazendo uso rigoroso da norma NBR 15270-3 foram feitos ensaios, a fim de verificar qual tijolo possui menor porcentagem de absorção de água, logo o que mais apresentou foi o tijolo maciço refratário.

Porém, o uso de tijolo refratário é limitado, usado somente em fornos, churrasqueiras e siderúrgicas. Além disso, o preço dos tijolos refratários é 180% mais caro que tijolos furados. Em função disso, recomenda-se o uso de tijolos furados, pois apresenta uma porcentagem de absorção de água menor ainda que o tijolo maciço.

Sabe-se que quanto mais água absorvida, maior a chance de patologias ocorrerem na edificação. Devido ao aumento dimensional quando úmido, e a retração quando seco. Podem correr fissuras que danificam o embelezamento da parede em questão.

Difícilmente pequenas umidades serão motivo de grandes rachaduras. Porém, podem ocorrer também devido à umidade excessiva, o destacamento de placas cerâmicas, manchas e

bolor e em piores casos corrosão da armadura, este problema pode indicar um estado perigoso da estrutura, colocando em risco os usuários. Deve-se atentar sempre à questão da umidade, em nossa região principalmente, onde a umidade é muito acentuada, e também pela questão de enchentes e inundações. Recomenda-se que em locais com enchente se utilize tijolos com menos absorção de água, com menos porosidade, como mostrou o estudo.

Nos valores obtidos neste ensaio, todas as amostras estão de acordo com os requisitos exigidos na norma NBR 15270/2005, nos quais se preveem índices de AA entre 8% a 22%. (HENTGES, BRUNO, 2013). Porém, ressalta-se que os tijolos mais usuais, maciços e furados, estão com índices bem próximos a 22% exigidos em norma, respectivamente 19,7% e 17,28%. O que deveria ser analisado antes de serem utilizados em regiões com alta umidade.

Os valores com o uso de impermeabilizantes mostraram que não houve diminuição na absorção de água. Porém, salienta-se que os tijolos furados não permitem total impermeabilização, tendo em vista que os furos não permitem aplicação. No caso da tinta, ela não é a melhor ferramenta para impermeabilização, mas utilizando um reboco pode-se chegar a melhores resultados. Recomenda-se o uso de impermeabilizantes nas construções com maior suscetibilidade de umidades e inundações, a fim de não ocorrerem patologias, principalmente, no uso de tijolos maciços à vista.

Além disso, os ensaios desse estudo podem servir de parâmetro para avaliar a porosidade do bloco, que pode interferir na resistência do mesmo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15270-3**: blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8492**: tijolo maciço de solo cimento determinação da resistência a compressão – métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

LEITE, F. C.; LUZ, A. P.; PANDOLFELLI, V. C. Características e mecanismos de desgaste dos refratários MgO-C usados na linha de escória de painéis de aço. **Cerâmica**, São Paulo, v. 60, n. 355, p. 348-365, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v60n355/06.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2016.

HENTGES, Gustavo; BRUNO, Luis Ernesto Roca. **O problema da absorção de água em blocos cerâmicos de vedação**. 2013. Disponível em: <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/7207>>. Acesso em: 23 maio 2016.

HONÓRIO, Túlio; CARASEK, Helena. **Métodos de campo para a avaliação da absorção de água inicial de blocos de alvenaria**. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=4325&numeroEdicao=16>>. Disponível em: Acesso em: 23 maio 2016.

CERBRAS. **Diferença entre tipos de tijolos**. 2013. Disponível em: <<http://blog.cerbras.com.br/index.php/diferencas-entre-os-tipos-de-tijolos/>>. Acesso em: 20 maio 2016.

REFRAMA. **Produtos**. Ficha técnica. Disponível em: <<http://www.reframa.com.br/produtos>>. Acesso em: 19 maio 2016.

CERÂMICA PRINCESA. Blocos. Linha vedação. Produtos certificados. Disponível em: <<http://www.princesa.ind.br/produtos>>. Acesso em: 20 maio 2016.

UFRGS. **Alvenaria Estrutural**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/napead/repositorio/objetos/alvenariaestrutural/blocos_concreto.php>. Acesso em: 19 maio 2016.

FAZFÁCIL. Reforma e Construção. **Infiltrações e impermeabilização em paredes**. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/impermeabilizacao-paredes/>>. Acesso em: 7 jun. 2016.

Artigo recebido em 15/06/16. Aceito em 18/08/16.

ANÁLISE DE PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Analysis of adverse effects of construction

Djuli Erat¹
Maicon Bratfisch¹
Naiara Raitz¹
Ricardo Floriani¹

Resumo: Atualmente, o ramo da construção civil apresentou queda. Há uns cinco anos estava em alta, construía-se sem cautela. Erros nos projetos, na execução, materiais de baixa qualidade, sem acompanhamento técnico e má utilização dos proprietários pode ocasionar patologias nas construções. A patologia no ramo da Engenharia Civil estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e origens dos defeitos das construções. Quando há um caso de uma construção com patologia deve-se seguir uma espécie de roteiro para recuperá-lo, começando por uma vistoria no local, realização de testes rápidos para tentar descobrir a origem do problema, com um possível prognóstico o próximo passo é recuperar. Cada caso merece uma atenção especial. No caso de um pilar com armadura exposta com aspecto de corrosão, os passos a serem seguidos são: remoção do concreto afetado, limpeza da armadura, pintura com tinta anticorrosiva e aplicação de novo concreto. Muitos problemas da construção civil podem ser evitados, um bom projeto leva à boa execução, com profissionais capacitados, acompanhamento técnico e utilização adequada e evitam as patologias.

Palavras-chave: Construção Civil. Patologias das Construções. Estudo de Caso.

Abstract: Currently, the construction sector fell. About five years ago was high, was constructed without caution. Errors in the projects in execution, poor quality materials without technical monitoring and misuse of owners can cause pathologies in buildings. The pathology in the Civil Engineering field studies the symptoms, mechanisms, causes and origins of the construction defects. When there is a case of a building with disease should follow a kind of script to retrieve it, starting with a survey on site, carrying out rapid tests to find out the source of the problem, with a possible prognosis and recovery. Each case deserves special attention. In the case of a column with exposed equipment with aspect of corrosion, the steps to be followed are: removal of the affected concrete, equipment cleaning, painting with anti-corrosive paint and application of new concrete. Many problems of the construction can be avoided, a good design leads to good performance, with trained professionals, technical assistance and appropriate use and avoid pathologies.

Keywords: Civil Construction. Construction Pathologies. Case Study.

Introdução

A área da construção civil tem apresentado, depois de tanto crescimento, uma leve parada no seu ciclo, por conta da crise econômica que estamos passando no país. Isso tem contribuído para aumentar as exigências dos consumidores que na maioria das vezes não vê a aquisição do imóvel como um investimento, mas sim como a realização de um sonho. Clientes mais exigentes e conhecedores dos seus direitos, tem feito com que algumas construtoras tomassem alguns cuidados com o pós-venda, quando se trata de satisfazer o cliente e reduzir os custos.

As patologias nas construções são as responsáveis por essa insatisfação. Quando no projeto ou na execução não são tomados os devidos cuidados mais tarde os problemas irão aparecer.

E foi pensando nesses problemas que este trabalho foi desenvolvido. Abordando temas como: conceito de patologia nas construções; identificação dos problemas; estudo de caso. Até o final do trabalho nosso objetivo é proporcionar um maior entendimento sobre as patologias nas construções, e o quão importante é evitá-las.

¹ Faculdade Metropolitana de Rio do Sul – FAMESUL – Rodovia BR 470 – Km 140 – nº 5.253 – Bairro Itoupava – 89160-000 – Rio do Sul/SC Fone (47) 3531-7000

Conceito de patologia nas construções

As construções em geral têm um ciclo de vida útil, porém alguns critérios podem acelerá-lo ou retardá-lo. Estudos apresentam três requisitos básicos para obter uma boa construção e evitar dor de cabeça: um bom projeto, execução e reparos à medida que o tempo exige. A falta ou falha de algum desses requisitos pode acarretar uma série de falhas na construção, conhecidas com patologias.

Segundo Oliveira (2013, p. 24), “Patologia pode ser entendido como a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema”.

Patologia é também conhecida como uma doença na construção, em que os sintomas devem ser estudados e as causas podem ser evitadas desde o desenvolvimento do projeto, momento em que o custo do reparo é quase zero. No desenvolvimento da construção também é preciso fazer vistorias que possam garantir que o projeto está sendo seguido e que os materiais utilizados são de boa qualidade. Caso nessa fase seja identificado algum problema, ainda está em tempo de fazer alguns reparos, evitando futuros problemas e diminuindo os custos.

Agora, se a construção já está pronta, em uso e começa a apresentar problemas como trincas, fissuras, excesso de umidade, aí sim é hora de procurar um bom profissional da área da construção civil, para realizar vistorias, e buscar a melhor solução para o caso. Pois as patologias, na maioria das vezes, são um aviso de que a construção está sofrendo alguma alteração e que em alguns casos pode oferecer riscos aos moradores.

Identificando os problemas

As patologias podem ter variação de intensidade dependendo do período ou de sua forma de manifestação. Sendo essas manifestações características, que se analisadas de forma coerente, pode-se estimar a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, e assim orientar um primeiro diagnóstico.

Na maioria das vezes, os agentes causadores de patologias são: excesso de cargas, variação de umidade e térmica, além de agentes biológicos e incompatibilidade de materiais. Os casos de anomalia, em sua maioria, são detectados pelos próprios usuários da edificação, a partir daí o mesmo procura um profissional habilitado que irá analisar o caso e estudar o que originou a patologia e os procedimentos corretos para recuperar a estrutura.

Grande parte dos profissionais segue um roteiro na análise de uma construção com patologia:

Vistoria no local: considerado o primeiro passo, nesta etapa o patologista constata se realmente é uma patologia da construção; faz a avaliação da gravidade, se os usuários correm algum risco; realiza alguns testes rápidos e simples no local, como o tamanho das fissuras com um fissurômetro.

Informações: nesta etapa procura-se coletar o maior número de informações, perguntando sobre a patologia para os usuários da edificação, vizinhos, autores do projeto e executores. Se ainda for possível analisar o projeto.

Análises complementares: poderão ser realizados alguns testes em laboratório, para fazer uma análise mais aprofundada da patologia. Como por exemplo: extração de corpos-de-prova para determinação de resistências; verificação da presença de elementos químicos (cloretos; sulfatos); análise de propriedades físicas: permeabilidade; absorção d'água; coeficiente de dilatação térmica; condutibilidade térmica e elétrica.

O profissional procura o maior número de informações para obter um diagnóstico da patologia, pois no início não se tem certeza de suas reais causas. Isso é bem relatado por Lapa (2008, p. 31):

O patologista trabalha, portanto, imaginando hipóteses e verificando a sua possível veracidade, através do perfeito encaixe dos dados disponíveis. Essa forma de trabalho - a formulação e eliminação de hipóteses, orienta todas as fases iniciais do estudo. Na realidade, nunca há a certeza, mas sim uma redução no número de dúvidas. Haverá, portanto, sempre um grau de incerteza no diagnóstico, cuja eficácia, só poderá ser confirmada pela resposta satisfatória da estrutura ao tratamento prescrito.

Após o diagnóstico ser obtido, serão realizadas as intervenções para reparar, recuperar ou reforçar a estrutura, a chamada terapia, que é o método de curar/tratar as patologias, a mesma deve ser aplicada quando a profilaxia, que é a prevenção, não foi realizada.

Cada tipo de patologia merece uma correção específica. A seleção dos materiais a serem utilizados em reparos é um importante e complexo processo, avaliando vantagens e desvantagens, detalhes de preparação de estrutura, técnicas de aplicação e custos. Assim como a escolha das técnicas utilizadas.

Em alguns casos a recuperação não é viável e a estrutura poderá ser destruída. Segundo Correia (2013, p. 4), existe uma classificação das manifestações patológicas:

Figura 1. Critério para classificação de manifestações patológicas

NÍVEL SATISFATÓRIO	Sem manifestações patológicas
NÍVEL TOLERÁVEL	Pequenas manifestações patológicas
NÍVEL ALERTA	Desagregação por ataque químico Mancha de corrosão de armadura Destacamento localizado no elemento Exposição da armadura localizada no elemento
NÍVEL CRÍTICO	Fissuração excessiva Destacamento generalizado no elemento Exposição da armadura generalizada no elemento Redução secção da armadura

Fonte: Correia (2013, p. 4)

Nível satisfatório: sem indícios de problemas estruturais, com padrão de construção aceitável.

Nível tolerável: sem indícios de problemas estruturais, mas com presença de anomalias que se não forem tratadas podem causar maiores problemas futuramente.

Nível alerta: estrutura em estado de durabilidade duvidosa, fase em que a estrutura atingiu seu limite de serviço.

Nível crítico: evidências nítidas de comprometimento estrutural e de durabilidade, proximidade com a vida útil última da estrutura.

Como as patologias têm uma abrangência muito grande e cada caso merece uma atenção exclusiva, resolvemos aplicar uma terapia em uma patologia apresentada em um estudo de caso.

Estudo de caso

O presente estudo de caso foi realizado em uma escola que apresentava vários casos de patologia, sendo que a patologia escolhida para ser recuperada encontrava-se entre o Nível de Alerta e Nível Crítico. Os objetos atestados, foram vistoriados e fotografados em 25 de março de 2016. A patologia está evidenciada na foto a seguir.

Figura 2. Patologia



Fonte: Os autores

Trata-se de um pilar da área externa da escola, que está com um nível de degradação elevado, com armadura exposta e com sinais de corrosão. A vistoria foi realizada, infelizmente a construção é antiga e não há registros de projetos ou de quem o projetou, e usuários da edificação não lembram quando a patologia teve início. Então, estipulamos as causas prováveis:

Erro de projeto: cobrimento insuficiente da armadura, o que a deixa exposta à agressividade do ambiente.

Movimentações higroscópicas: umidade ascendente abundante, ou alguma fissura aberta através do revestimento do pilar, fazendo com que agentes externos penetrassem no material corroendo a armadura interior, expandindo seu volume, expulsando o concreto.

Erro na execução: traço com porosidade elevada, tornando-o muito permeável. Tanto que o mesmo desmancha ao ser pressionado. Adensamento mal executado, tendo como consequência a redução da resistência do concreto.

Com o possível diagnóstico estipulado, passamos para a recuperação da estrutura. Antes de realizar qualquer procedimento, foi efetuado o escoramento da viga que tem sua carga transmitida ao pilar.

Com a estrutura devidamente escorada, começou-se a retirada do concreto afetado. Como evidenciam as fotos a seguir:

Figura 3. Estrutura escorada e retirada do concreto



Fonte: Os autores

Depois de retirarmos cerca de 2 cm de concreto, a armadura do pilar ficou amostra, evidenciando seu estado de corrosão, sendo necessária a limpeza das barras com escova de aço, como demonstrado a seguir:

Figura 4. Limpeza das barras com escova de aço



Fonte: Os autores

Após a passagem da escova de aço, foi realizada a limpeza da área, retirada de toda a poeira para não prejudicar a fixação do novo concreto a ser posto. Na armadura é recomendada a utilização de pintura anticorrosiva.

Como o aço estava com visível estado de corrosão, foram colocadas novas barras de reforço. A parte afetada do pilar tem um dos lados com o piso da escola, foram efetuados furos para que as novas barras pudessem ultrapassar a área que estava exposta ao meio agressivo, o mesmo também foi feito na parte de cima da armadura, também ultrapassando a área que estava exposta.

As novas barras foram amarradas nas antigas como representado a seguir:

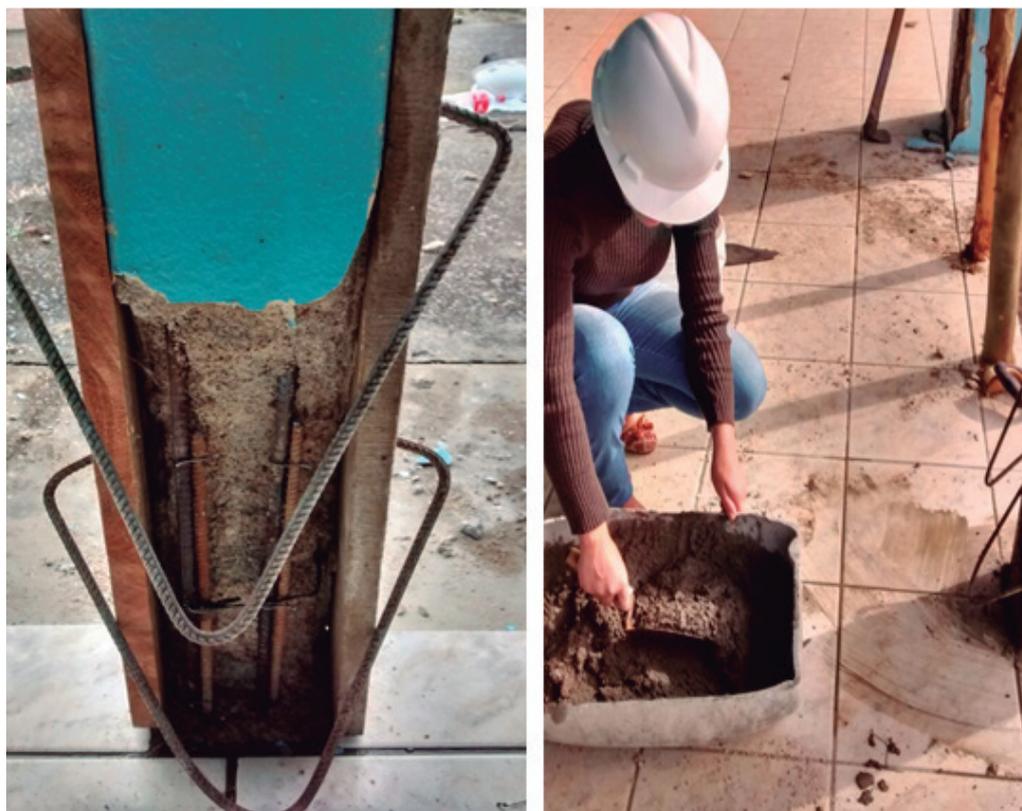
Figura 5. Colocação das barras de reforço



Fonte: Os autores

Depois da retirada do reboco e do concreto atingido, constatou-se que o pilar antigo era composto por um traço sem agregados graúdos, então tomou-se o cuidado de realizar um novo traço também dessa forma, pois a utilização de outro material poderia ocasionar um deslocamento futuro. O traço utilizado foi 1:2, com areia grossa, com dosagem de água adequada para evitar um concreto poroso e não prejudicar a resistência exigida, suprimindo a necessidade evidenciada. Como o espaço a ser concretado era pequeno, com o traço menos “maleável”, ele não iria atingir toda a área desejada sem a utilização de um vibrador, então foi desenvolvida apenas uma forma lateral e o concreto foi colocado em camadas com lançamento manual.

Figura 6. Colocação do concreto



Fonte: Os autores

Figura 7. Colocação do concreto



Fonte: Os autores

Figura 8. Colocação do concreto



Fonte: Os autores

Oito dias após a concretagem efetuamos a desforma. Logo após, com o auxílio de uma desempenadeira e de uma broxa foi realizado o acabamento.

Figura 9. Acabamento





Fonte: Os autores

Conclusão

Ao término deste trabalho conseguimos entender melhor o que são as patologias no ramo da construção civil. Conhecemos as formas de evitá-las, recuperá-las, a gravidade de cada caso e quanto uma patologia pode afetar o usuário de uma construção.

As construções tiveram uma regressão, no entanto, há uns cinco anos a construção civil estava em alta. As obras eram feitas muito rapidamente, não se tomavam cuidados necessários. Construtoras preocupavam-se apenas com seu lucro, faziam muitas obras ao mesmo tempo de forma precipitada sem acompanhamento técnico.

Isso explica o número tão elevado de construções com patologias atualmente. Quem vai construir precisa tomar alguns cuidados. O projeto deve ser bem feito e revisado, a execução deve ser feita por profissionais capacitados e ter um acompanhamento técnico, com materiais de boa qualidade. E após a obra estar concluída, cabe ao proprietário dar o uso adequado da construção.

Os problemas em geral devem ser evitados, pois é mais fácil evitá-los do que recuperá-los, assim também acontece com as patologias.

Referências

CORREIA, Marcelo Inocêncio Ferreira. Manifestações patológicas na construção - implantação de programas de manutenção preventiva e corretiva em estruturas de concreto armado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS – CINPAR, 2013, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2013. Disponível em: <www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/A1_126.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2016.

LAPA, José Luiz. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: <www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia,%20Recupera%20e%20Reparo%20das%20Estruturas%20de%20Concreto.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2016.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007893.pdf>. Acesso em: 28 maio 2016.

Artigo recebido em 15/06/16. Aceito em 18/08/16.

MODELAGEM MATEMÁTICA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE CÁLCULO NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Modeling as proposed for mathematics teaching in engineering courses

Giovani Renato Zonta^{1*}

Juliano Bona²

Resumo: O cálculo diferencial e integral é uma das ferramentas matemáticas mais presentes no ensino da engenharia. É amplamente utilizada na modelagem matemática de situação física e na solução de problemas práticos de engenharia. Uma das grandes dificuldades percebidas pelos docentes é a assimilação, por parte do acadêmico, de conceitos e técnicas do cálculo diferencial e sua aplicação em disciplinas específicas do Curso de Engenharia, em especial, no uso de técnicas para solução de equações diferenciais ordinárias (EDOs) e equações diferenciais parciais (EDPs). Neste sentido, este artigo tem como objetivo reificar a modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem nas disciplinas relacionadas ao cálculo diferencial e integral nos cursos de Engenharia. Apresentamos também um exemplo de modelagem em um problema prático de engenharia, a determinação da viscosidade dinâmica de um fluido. Para a explanação é utilizado o método didático da aprendizagem baseado em problemas (ABP). Este procedimento requer a modelagem física da dinâmica do problema e a utilização de técnicas do cálculo adequadas para obter a solução. A proposta didática apresentada reforça a importância da modelagem matemática como estratégia didática para os conteúdos ligados ao cálculo diferencial e integral nos cursos de Engenharia.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Cálculo Diferencial e Integral. Técnicas de Solução de Problemas.

Abstract: Differential and integral calculus is one of the most important mathematical topics in engineering learning. Its application is mainly in mathematical modelling of physical situations to solve practical engineering problems. One of the greatest students learning troubles, noticed by undergraduate professors, is the effective understanding of calculus concepts and methods and its applications in specific subjects in Engineering courses, specially, math techniques of solutions for ordinary differential equations (ODEs) and partial differential equations (PDEs). In this work, a solution method is presented for a practical Engineering problem, the determination of dynamic viscosity of a fluid. All issues development is based on a didactic method known as problem-based learning (PBL). This method requires a physical and mathematical modelling for the problem description and use of calculus techniques for appropriate problem analytical solution. This didactic method shows an important role model factor of issues learning integration for basic and specific modulus of the subjects in undergraduate Engineering courses.

Keywords: Mathematical Modelling. Differential and Integral Calculus. Solving-problem Techniques.

Introdução

Muitos problemas práticos de Engenharia requerem o conhecimento de técnicas matemáticas específicas para a obtenção de uma solução analítica. A disciplina de Mecânica dos Fluidos, uma das três áreas de estudo dos Fenômenos de Transporte (as outras duas áreas de estudo são a Transferência de Calor e a Transferência de Massa), contém muitas situações físicas que demandam o processo de modelagem matemática para solução do problema. Para tanto, antes de iniciar o curso desta disciplina, alguns pré-requisitos são fundamentais ao acadêmico, por exemplo, já ter cursado com êxito as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral e Física.

¹Docente do curso de Engenharia de Produção do Núcleo de Ensino a Distância (NEAD) e dos cursos de Engenharia da Faculdade Regional Leonardo da Vinci (FAVINCI) e do Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI).

*Autor para contato: <giovani.zonta@uniasselvi.com.br>.

²Docente dos cursos de Engenharia da Faculdade Regional Leonardo da Vinci (FAVINCI) e do Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI).

A principal dificuldade constatada pelos docentes ao longo do curso da disciplina de Mecânica dos Fluidos é a dificuldade dos acadêmicos em aplicar conceitos matemáticos previamente estudados no ciclo básico da graduação. Estes conceitos são utilizados para modelar matematicamente a situação física do problema e, com uso de técnicas adequadas, obter uma solução analítica para o modelo proposto, o que significa, obter a solução do problema. Outra problemática frequentemente exposta, neste caso, nas disciplinas fundamentais de Cálculo Diferencial e Integral, é a aparente abstratividade dos exemplos propostos e dos exercícios efetuados (MAYER, 2013). O acadêmico tem certa dificuldade em compreender e testificar a aplicabilidade destes tópicos de estudo.

As disciplinas específicas de Engenharia ajudam a solucionar esta problemática, em especial a utilização de uma metodologia de ensino-aprendizagem baseada em problemas e na filosofia da aprendizagem com foco na prática. Este conceito, conhecido como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), é utilizado desde meados do século XX nos cursos de graduação em Engenharia de universidades norte-americanas (BROCKMAN, 2010). Seus conceitos foram desenvolvidos durante o período da Segunda Guerra Mundial, quando os países aliados necessitavam encontrar soluções rápidas e eficientes, com um mínimo de recursos, para diversas questões que envolveram o esforço de guerra (logística, materiais, construções de equipamentos e uso racional de insumos). Na década de 1960 e 1970, estes conceitos originaram um método de aplicação que se difundiu nas escolas de Medicina do Canadá e da Holanda. (MAYER, 2013). No Brasil, este modelo de aprendizagem tornou-se naturalmente comum nos cursos de Engenharia devido ao fato da utilização predominante de bibliografia estrangeira até os anos 1990, fato que, constatada sua eficácia, condicionou a maioria dos professores a adotarem a abordagem baseada em problemas para ensino de suas disciplinas nos cursos de Engenharia. Atualmente, a técnica de ABP tem sido aplicada em outras áreas do conhecimento (HOLTZAPPLE; REECE, 2006).

As didáticas baseadas em problemas são estratégias muito utilizadas em construções de modelos que têm como principal objetivo compreender o real no que se refere aos fenômenos físicos. Além disso, inverte o sentido do ensino tradicional de cálculo onde primeiro se definem os conceitos e depois são analisados os problemas práticos. A modelagem tem como pretensão didática construir os conceitos no próprio ato de resolver problemas práticos, ou seja, na própria construção dos modelos.

Desta forma, este artigo tem como objetivo reificar a modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem nas disciplinas relacionadas ao cálculo diferencial e integral nos cursos de Engenharia. Para isso, vamos analisar a modelagem matemática, relacionada à resolução de problemas, como estratégia pedagógica para as disciplinas relacionadas ao cálculo diferencial e integral nos cursos de Engenharia. Logo em seguida, apresentaremos um exemplo de modelagem para sintetizar esta proposta didática.

Fundamentação teórica

O distanciamento entre teoria e prática parece ser uma constante na história das didáticas que envolvem o ensino da matemática. Depois do século XVIII, com o movimento iluminista, que tem como principal representante Descartes, a matemática assume um caráter teórico muito forte com a ideologia de se buscar a verdade através de um conjunto de teoremas e axiomas. O ideal platônico se projeta no cartesianismo e isola a matemática das situações do real, esta é a mais-valia intelectual desse momento histórico.

Depois do apogeu cartesiano vários movimentos foram se desenvolvendo em uma vertente chamada de matemática moderna. Newton, Leibniz e Lagrange, são alguns dos matemáticos que participaram desse movimento do cálculo infinitesimal, conhecido hoje como cálculo diferencial

e integral. Porém, segundo Berti (2011), o desenvolvimento da matemática, nesta época, ainda deixava evidente a valorização da matemática teórica e a desvalorização das práticas que vieram a influenciar todo o futuro do ensino das disciplinas relacionadas à matemática.

Esse distanciamento da matemática relacionado a situações práticas provocou vários efeitos no desempenho dos alunos em sala. Podemos citar, a falta de interesse com relação às disciplinas relacionadas às exatas, alta evasão escolar, desvalorização social de forma mais ampla provocando o surgimento de discurso do tipo: a matemática não serve para nada. Todo este processo sintetiza e projeta no espaço escolar o ideal cartesiano de busca pela verdade no século XVIII e que não cabe mais dentro de nosso tempo histórico em que nossa sociedade é pautada sobre o pragmatismo e a rápida evolução tecnológica.

Identificando a rápida desvalorização simbólica que as disciplinas relacionadas à matemática vêm sofrendo nas últimas décadas, vários estudiosos reificam métodos didáticos que se comprometem a andar na contramão desse processo. Entre estes movimentos destacamos a modelagem matemática. Modelagem matemática é, segundo Ferruzzi (2004, p. 11), “um conjunto de regras e procedimentos que guiam o modelador na obtenção de um modelo matemático que representa um modelo extramatemático, utilizando-se de técnicas matemáticas e conhecimento criativo”.

A modelagem se propõe a partir de situações do real para construir modelos que permitam entender melhor o fenômeno trazendo privilégios para a análise do comportamento futuro do mesmo. Para Bassanezi (2002, p. 15) a “arte do transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Novamente podemos observar a ênfase colocada sobre o real, ou seja, o processo matemático parte de fenômenos que inspiram problemas relacionados às diferentes áreas da ciência como a Física, Química, as engenharias, entre outras.

O que podemos perceber é que a modelagem inspira a resolução de problemas relacionados a situações reais. Vale destacar que a origem da matemática acontece no Egito no controle da subida e descida das águas do Rio Nilo, ajudando a agricultura. Neste sentido, a modelagem retorna aos princípios iniciais da matemática, que era entender melhor os fenômenos do cotidiano articulados às situações do ambiente onde as pessoas viviam. Os primeiros matemáticos eram construtores de modelos relacionados a problemas de sua época. A modelagem matemática de hoje, como não poderia deixar de ser, tem como pretensão resolver os problemas de nossa contemporaneidade. A única e principal diferença é que somos herdeiros de uma cultura matemática de conceitos e linguagens desenvolvidos principalmente na Europa pós século XVIII, que nos permitem construir modelos analíticos de maior sofisticação, como apresentaremos a seguir.

Transportando todas estas ideias para uma dimensão de prática didática no espaço acadêmico temos várias vantagens. Dentre elas, a principal é a reconexão da matemática a situações do real. Este aspecto traz um ganho na formação acadêmica, a matemática passa a ser novamente uma ferramenta de análise das situações reais. Há também uma inversão na construção dos conhecimentos matemáticos que de forma tradicional caminha na dinâmica de apresentação dos conceitos, listas de exercícios e posteriormente, quando é feito, análise de problemas reais. A modelagem matemática relacionada à resolução de problemas faz o inverso. Parte de problemas do real, constrói o modelo e a edificação dos conceitos matemáticos se dá na resolução do mesmo. O método didático é invertido em uma dimensão mais profunda e atrativa.

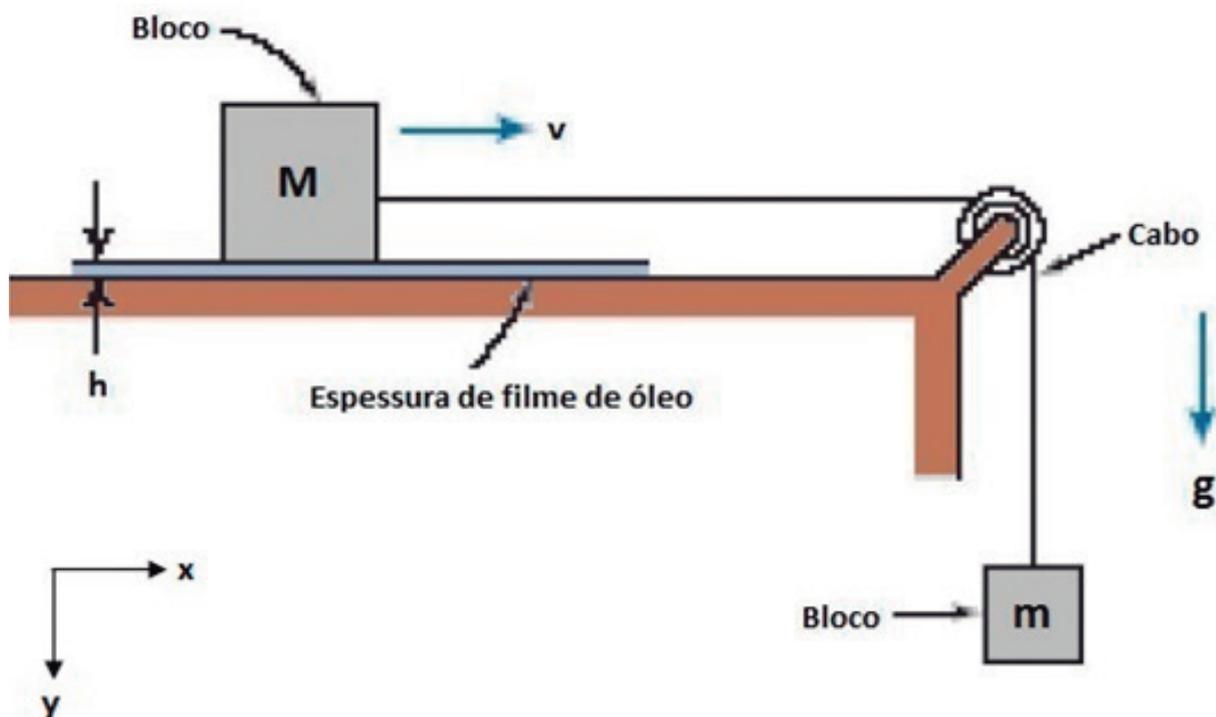
Destacamos alguns aspectos relacionados à modelagem matemática na resolução de problemas. Na sequência do texto vamos mostrar um exemplo de como este processo pode ser feito. Vamos utilizar um exemplo físico da disciplina de Mecânica dos Fluidos baseado em princípios newtonianos. O caso a seguir sintetiza o espírito dessa corrente teórica que, em última análise,

faz renascer o sentido da matemática dos primeiros intelectuais dessa área. Vamos retomar este espírito, com uma pequena diferença dos primeiros matemáticos, ou seja, partimos do conceito e linguagem que herdamos dos muitos pensadores que, de certa forma, se fazem presentes na construção dos modelos atuais e, porque não dizer, no ato de escrever este artigo.

Estudo de caso: apresentação do problema

Neste estudo de caso, será apresentada a resolução de um exercício de fixação de conceitos preliminares da disciplina de Mecânica dos Fluidos, que envolve a determinação da viscosidade dinâmica de um fluido, enfatizando a modelagem matemática utilizada para obter sua solução (questões 1 a 7). O exemplo proposto foi adaptado de Fox, McDonald e Pritchard (2014, p. 51). Neste exemplo prático, pede-se para calcular a viscosidade dinâmica de um determinado óleo sobre um plano, sobre o qual um corpo de massa M desliza, sendo puxado por outro corpo suspenso de massa m . Quando este é liberado, tensiona o cabo e faz o bloco de massa M acelerar e deslizar sobre a película de óleo até atingir uma velocidade máxima e constante. Ambos os corpos estão conectados por um cabo que passa por uma polia. O atrito na polia e a resistência do ar podem ser desprezados (Figura 1).

Figura 1. Esquema físico para o estudo de caso



Fonte: Adaptado de Fox, McDonald e Pritchard (2014)

Com base neste esquema físico, devemos solucionar o problema atendendo às seguintes questões:

- 1) Desenvolver uma expressão algébrica que represente o balanço de forças atuantes no conjunto.

- 2) Encontrar uma equação diferencial que relacione a variação de velocidade (dv) do bloco de massa M em função de um intervalo de tempo (dt).
- 3) Resolver a equação diferencial e encontrar uma equação algébrica para calcular a velocidade do bloco de massa M em um instante de tempo.
- 4) Determinar a viscosidade dinâmica do óleo, considerando que o bloco de massa M leva 1 segundo para atingir a velocidade de 1m/s.
- 5) Deduzir uma expressão para calcular a velocidade máxima do bloco de massa M .
- 6) Calcular o tempo que o bloco de massa M leva para atingir a velocidade máxima.
- 7) Esboçar um gráfico $v=f(t)$, que ilustre a variação da velocidade do bloco de massa M no intervalo de tempo necessário para ele atingir a velocidade máxima.

O problema fornece os seguintes dados: $M=5kg$; $m=1kg$; $A_{molhada}=25cm^2$; $h=0,5mm$; $g=9,81m/s^2$.

Estudo de caso: modelagem matemática

A seguir é apresentada a solução do problema proposto, em etapas, seguindo as solicitações de cálculo da apresentação do problema. Cada subitem a seguir se refere à modelagem e ao desenvolvimento detalhado da solução de cada uma das questões. Neste momento, devemos apresentar as equações governantes e constitutivas que auxiliarão a modelagem matemática do problema. O problema envolve um exemplo de aplicação de uma força tangencial devido ao movimento de um corpo que causa deformação no fluido. Podemos relacionar a taxa de deformação no fluido (dv/dy) em função da tensão de cisalhamento aplicada (τ) com uma constante de proporcionalidade, que é a viscosidade dinâmica do fluido (μ).

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy} \cong \mu \frac{v}{h} \quad (1)$$

A equação (1) representa a Lei de Newton da viscosidade simplificada para um perfil linear de velocidade em um escoamento unidimensional incompressível em regime laminar para um fluido newtoniano. A tensão de cisalhamento (τ) sobre um fluido é a força tangencial ($F_{\text{tangencial viscosa}}$), que é aplicada sobre sua superfície, que é definida como área molhada de contato (A_{molhada}):

$$\tau = \frac{F_{\text{tangencial viscosa}}}{A_{\text{molhada}}} \quad (2)$$

A equação para o movimento de um corpo rígido é expressa pela segunda lei de Newton do movimento:

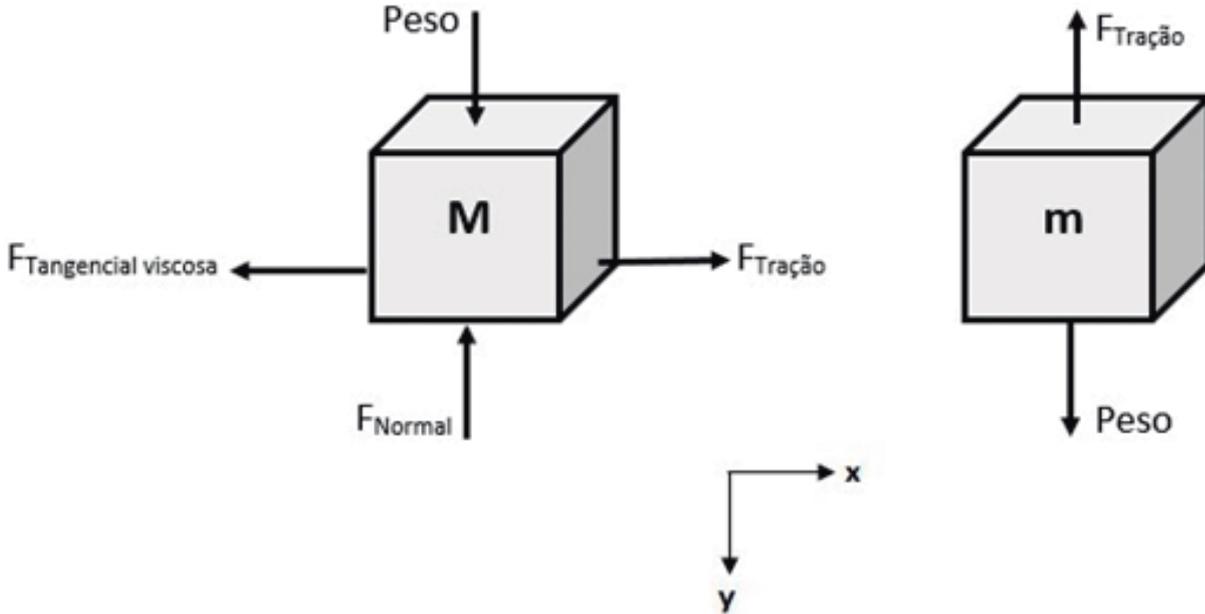
$$\sum F = ma \quad (3)$$

Com as equações (1), (2) e (3) definidas, iniciaremos o processo de modelagem matemática e resolução do problema.

Solução da Questão 1:

A primeira etapa da modelagem é identificar todas as forças atuantes sobre os dois blocos. Para isso, representamos o diagrama de corpo livre na Figura 2:

Figura 2. Diagrama de corpo livre do bloco de massa M e bloco de massa m



Fonte: Os autores

A partir da equação (3), o balanço de forças atuantes na direção x para o movimento do bloco de massa M é:

$$\sum F_x = ma_x$$

$$F_{\text{Tração}} - F_{\text{Tangencial viscosa}} = Ma_x \tag{3.1}$$

Da mesma forma, a partir da equação (3), o balanço de forças atuantes na direção y para o movimento do bloco de massa m é:

$$\sum F_y = ma_y$$

$$Peso - F_{\text{Tração}} = ma_y \tag{3.2}$$

Somando as equações (3.1) e (3.2):

$$F_{\text{Tração}} - F_{\text{Tangencial viscosa}} = Ma_x$$

$$Peso - F_{\text{Tração}} = ma_y$$

$$Peso - F_{\text{Tangencial viscosa}} = (M + m)a \tag{4}$$

A equação (4) representa uma expressão algébrica que relaciona as forças atuantes no movimento dos blocos.

Solução da Questão 2:

Substituindo as equações constitutivas (1) e (2) da Lei de Newton da viscosidade para uma escoamento laminar e perfil de velocidade linear na espessura de óleo em (4), e definindo a aceleração dos corpos como uma variação de velocidade (dv) em um intervalo de tempo (dt), temos:

$$Peso - \tau A_{molhada} = (M + m) \frac{dv}{dt}$$

$$Peso - \mu \frac{v}{h} A_{molhada} = (M + m) \frac{dv}{dt}$$

Isolando dt :

$$dt = \frac{(M + m)}{\left(Peso - \mu \frac{A}{h} v \right)} dv \quad (5)$$

A equação (5) representa uma equação diferencial que relaciona a variação da velocidade do bloco de massa M em função de um intervalo de tempo.

Solução da Questão 3:

Nesta etapa, devemos resolver a equação diferencial deduzida no item anterior (equação 5), através de técnicas de integração. O procedimento é efetuado passo a passo a seguir com a equação diferencial na forma implícita. Substituiremos os valores conhecidos apenas nas etapas subsequentes.

Esta equação diferencial de 1ª ordem tem suas variáveis separáveis. Portanto, podemos iniciar o processo de integração definindo os limites de integração no intervalo de 0 a t para o tempo e de 0 a v para a velocidade:

$$\int_{t=0}^{t=t} dt = \int_{v=0}^{v=v} \frac{(M + m)}{\left(Peso - \mu \frac{A}{h} v \right)} dv \quad (5.1)$$

A força $Peso$ é vinculada ao bloco de massa m . Seu $Peso$ tensiona o cabo conectado com o bloco de massa M e faz o sistema entrar em movimento. As massas M e m são constantes. Aplicando estas definições:

$$\int_{t=0}^{t=t} dt = (M + m) \int_{v=0}^{v=v} \frac{dv}{\left(mg - \mu \frac{A}{h} v \right)} \quad (5.2)$$

A integral do segundo membro da equação diferencial é em relação à velocidade. A função a ser integrada aparenta ser uma função do tipo du/u , porém ela não está explícita de uma forma clara para resolução. Definiremos como função u todo o denominador da fração a ser integrada. Neste caso:

$$u = mg - \mu \frac{A}{h} v \quad (5.2.1)$$

Derivando esta equação em função de uma variação de velocidade (du/dv):

$$\frac{du}{dv} = -\frac{\mu A}{h} \quad (5.2.2)$$

Com um rearranjo nesta equação, temos:

$$dv = \frac{du}{\left(-\frac{\mu A}{h}\right)} \quad (5.2.3)$$

Substituindo a equação (5.2.3) em (5.2), temos:

$$\int_{t=0}^{t=t} dt = (M + m) \int_{v=0}^{v=v} \frac{\left(-\frac{\mu A}{h}\right)}{\left(mg - \mu \frac{A}{h} v\right)} du \quad (5.3)$$

Retirando as constantes da integral:

$$\int_{t=0}^{t=t} dt = \frac{(M + m)}{\left(-\frac{\mu A}{h}\right)} \int_{v=0}^{v=v} \frac{du}{\left(mg - \mu \frac{A}{h} v\right)}$$

Agora, temos especificados os valores da função u e de du . A integral de uma função du/u é igual ao $\ln(u)$. Efetuando o processo de integração das funções:

$$t \Big|_{t=0}^{t=t} = \frac{(M + m)}{\left(-\frac{\mu A}{h}\right)} \left[\ln \left(mg - \frac{\mu A}{h} v \right) \Big|_{v=0}^{v=v} \right]$$

Aplicando os limites de integração nas funções integradas:

$$(t-0) = -\frac{(M+m)h}{\mu A} \left[\ln\left(mg - \frac{\mu A}{h} v\right) - \ln\left(mg - \frac{\mu A}{h} 0\right) \right]$$

$$t = -\frac{(M+m)h}{\mu A} \left[\ln\left(mg - \frac{\mu A}{h} v\right) - \ln(mg) \right]$$

Aplicando a propriedade dos logaritmos, onde $\ln(x) - \ln(y) = \ln(x/y)$ para simplificar a equação:

$$t = -\frac{(M+m)h}{\mu A} \ln\left(\frac{mg - \frac{\mu A}{h} v}{mg}\right)$$

$$t = -\frac{(M+m)h}{\mu A} \ln\left(1 - \frac{\mu A v}{mgh}\right)$$

$$-\frac{\mu A}{(M+m)h} t = \ln\left(1 - \frac{\mu A v}{mgh}\right)$$

Como precisamos escrever uma equação algébrica para calcular a velocidade do bloco de massa M em um dado instante de tempo, aplicamos o antilogaritmo (função exponencial) na equação para explicitar o termo de velocidade:

$$e^{-\frac{\mu A}{(M+m)h} t} = 1 - \frac{\mu A v}{mgh}$$

$$\frac{\mu A v}{mgh} = 1 - e^{-\frac{\mu A}{(M+m)h} t}$$

$$v = \frac{mgh}{\mu A} \left(1 - e^{-\frac{\mu A}{(M+m)h} t} \right) \tag{6}$$

Com a equação (6), podemos calcular a velocidade do bloco de massa M em qualquer instante de tempo.

Solução da Questão 4:

Para determinar a viscosidade dinâmica do óleo, precisamos utilizar a equação (6) com dois dados importantes fornecidos pela questão: o Bloco de massa M leva 1 segundo para atingir a velocidade de 1m/s. Substituindo estes dados em conjunto com os dados já fornecidos para M , m , h , g e $A_{molhada}$ na equação (6):

$$v = \frac{mgh}{\mu A} \left(1 - e^{-\frac{\mu A}{(M+m)h}t} \right)$$
$$1 = \frac{1 \cdot 9,81 \cdot 0,0005}{\mu \cdot 0,0025} \left(1 - e^{-\frac{\mu \cdot 0,0025}{(5+1) \cdot 0,0025} \cdot 1} \right)$$
$$\mu = 1,962 \cdot (1 - e^{-0,167\mu}) \tag{6.1}$$

A equação (6.1) está com a viscosidade dinâmica implícita, o que demanda um processo iterativo para resolução. Com auxílio de uma planilha eletrônica ou calculadora gráfica para resolução da iteração numérica, usando o método de Newton-Raphson a partir de uma estimativa inicial para viscosidade dinâmica (1 Pa·s), obtemos a solução. O processo iterativo converge com erro (tolerância) igual ou menor que 10^{-2} após poucas iterações. Portanto, a viscosidade dinâmica (μ) do óleo é:

$$\mu = 1,2953 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Solução da Questão 5:

Para deduzir uma expressão algébrica para cálculo da velocidade máxima do bloco de massa M , definimos que esta velocidade será alcançada em um instante de tempo suficientemente longo, ou $t \rightarrow \infty$, para o conjunto atingir o regime permanente de movimento. Substituindo na equação (6):

$$v = \frac{mgh}{\mu A} \left(1 - e^{-\frac{\mu A}{(M+m)h} t} \right)$$

$$v_{m\acute{a}xima} = \frac{mgh}{\mu A} \left(1 - e^{-\frac{\mu A}{(M+m)h} \infty} \right)$$

$$v_{m\acute{a}xima} = \frac{mgh}{\mu A} (1 - e^{-\infty})$$

$$v_{m\acute{a}xima} = \frac{mgh}{\mu A} (1 - 0)$$

$$v_{m\acute{a}xima} = \frac{mgh}{\mu A} \tag{6.2}$$

Com a equação (6.2)  possível calcular a velocidade máxima atingida pelo bloco durante o deslizamento sobre a película de leo. Substituindo os valores conhecidos:

$$v_{m\acute{a}xima} = \frac{1 \cdot 9,81 \cdot 0,0005}{1,2953 \cdot 0,0025} = 1,5146 \frac{m}{s}$$

Solução da Questão 6:

Para calcular o tempo que o bloco de massa M leva para atingir a velocidade máxima, podemos fazer uso, novamente, da equação (6). Como já calculamos a velocidade máxima que o corpo atinge em seu movimento, adotando um tempo suficientemente longo para atingir o regime permanente e movimento uniforme, utilizamos este valor na equação (6.3) com o tempo explícito a ser determinado:

$$v = \frac{mgh}{\mu A} \left(1 - e^{-\frac{\mu A}{(M+m)h} t} \right)$$

$$v_{\text{máxima}} = \frac{mgh}{\mu A} \left(1 - e^{-\frac{\mu A}{(M+m)h} t} \right) \quad (6.3)$$

$$1,5146 = \frac{1 \cdot 9,81 \cdot 0,0005}{1,2953 \cdot 0,0025} \left(1 - e^{-\frac{1,2953 \cdot 0,0025}{(5+1) \cdot 0,0005} t} \right)$$

$$1,5146 = 1,5147 \left(1 - e^{-1,0794t} \right)$$

$$1,5146 - 1,5147 = -1,5147 e^{-1,0794t}$$

$$0,000066 = e^{-1,0794t}$$

$$\ln(0,000066) = -1,0794t$$

$$t = \frac{-9,6258}{-1,0794} = 8,92s$$

Portanto, o bloco de massa M levará quase 9 segundos para atingir sua velocidade máxima e constante de deslizamento, em torno de 1,51 m/s, atingindo, assim, o regime permanente e uniforme de movimento.

Solução da Questão 7:

A variação da velocidade do bloco de massa M em função do tempo pode ser representada tabelando os valores calculados para velocidade de deslizamento em um determinado instante de tempo, com o uso da equação (6). Os dados estão ilustrados na Tabela 1. Foi calculada a velocidade de deslizamento para os primeiros 10 segundos após o conjunto iniciar o movimento, com a liberação do bloco de massa m (Figura 1).

Tabela 1. Velocidade de deslizamento (v) do bloco de massa m em um instante de tempo (t)

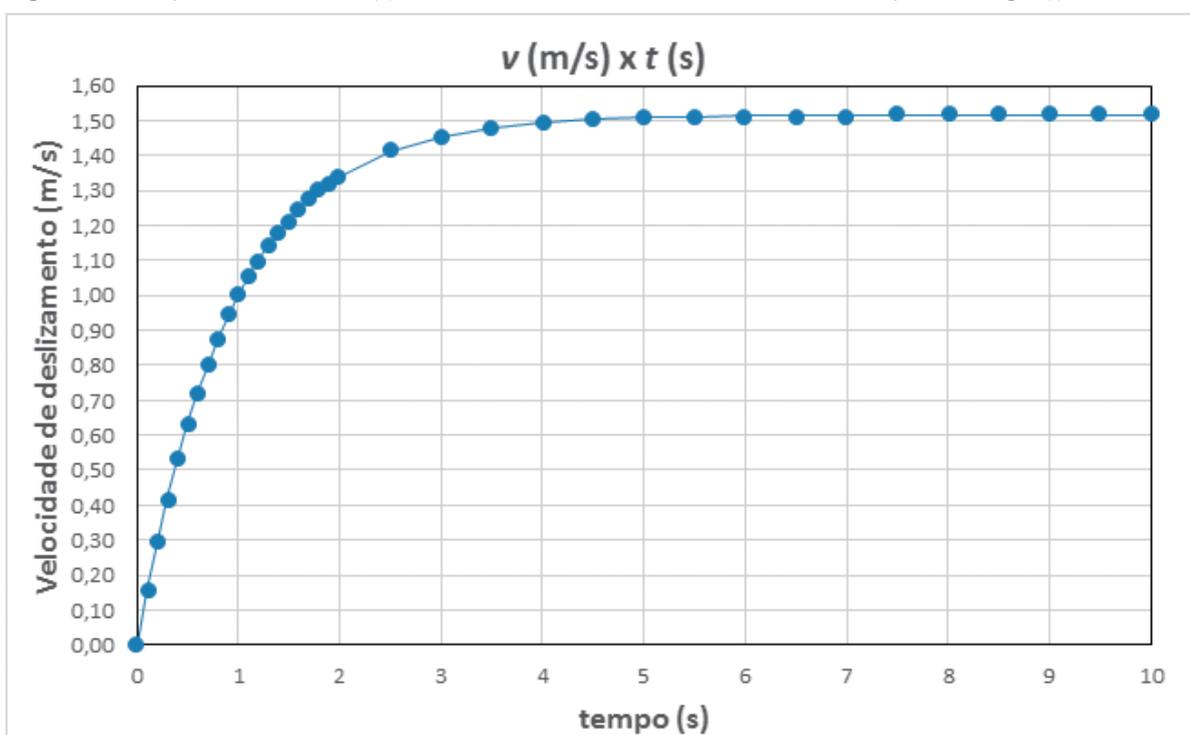
t (s)	v (m/s)	t (s)	v (m/s)
0	0,00000	1,9	1,31989
0,1	0,15498	2	1,33982
0,2	0,29411	2,5	1,41276
0,3	0,41900	3	1,45528
0,4	0,53112	3,5	1,48007
0,5	0,63176	4	1,49451
0,6	0,72210	4,5	1,50294
0,7	0,80320	5	1,50785

0,8	0,87600	5,5	1,51071
0,9	0,94135	6	1,51238
1,0	1,00002	6,5	1,51335
1,1	1,05268	7	1,51391
1,2	1,09996	7,5	1,51425
1,3	1,14239	8	1,51444
1,4	1,18049	8,5	1,51455
1,5	1,21469	9	1,51462
1,6	1,24538	9,5	1,51465
1,7	1,27294	10	1,51468
1,8	1,29768		

Fonte: Os autores

Os dados da Tabela 1 foram inseridos em um gráfico para ilustrar a variação da velocidade de deslizamento do bloco de massa M em função do tempo, apresentado na Figura 3:

Figura 3. Variação da velocidade (v) de deslizamento do bloco de massa m em função do tempo (t)



Fonte: Os autores

É possível constatar, pela análise do comportamento dos dados da Figura 3, que a velocidade de deslizamento do bloco de massa M segue uma função matemática com comportamento exponencial. O aumento da velocidade de deslizamento é brusco e rápido nos primeiros instantes após o início do movimento (até 1,5 segundos). Após 3,5 segundos do início do movimento, a velocidade de deslizamento praticamente atinge a velocidade constante, quando o movimento se torna uniforme (aceleração desprezível), ilustrado pela assíntota da curva que tende ao valor

máximo. O valor máximo da velocidade de deslizamento é atingido após 7 segundos do início do movimento, com o valor máximo calculado no instante 8,92 segundos.

Através da modelagem matemática aplicada para resolução deste estudo de caso, evidenciamos que a viscosidade dinâmica do fluido exerce um papel importante na descrição do movimento do bloco de massa M . Com a determinação da viscosidade dinâmica do fluido, foi possível solucionar de forma detalhada o comportamento dinâmico do conjunto físico. As equações obtidas pela análise diferencial e integral contribuíram para a completa solução analítica do problema.

Considerações finais

Iniciamos pontuando algumas constatações feitas especificamente no que se refere à resolução do problema modelado. A modelagem matemática é um procedimento essencial e muito eficaz para a resolução de problemas práticos de engenharia e é importante que o acadêmico aprimore e desenvolva esta técnica ao longo das disciplinas cursadas na Engenharia.

O uso de técnicas adequadas de integração para resolver uma equação diferencial ordinária se faz necessário a fim de obter a solução analítica desejada. A familiaridade com o uso destas técnicas e outros recursos matemáticos deve ser desenvolvida na disciplina de Cálculo do Ciclo Básico da graduação em Engenharia. Esta prática, focada na metodologia da aprendizagem baseada em problemas, proporcionará ao acadêmico a experiência e fomentará sua técnica de solução de problemas.

A determinação de informações solicitadas, como propriedades do fluido e o comportamento de variáveis do problema em função do tempo podem ser avaliados através de equações diferenciais provenientes da modelagem matemática do sistema físico proposto. Estes resultados são mais didáticos e compreensíveis quando apresentados na forma de tabelas e gráficos, como os resultados apresentados no desenvolvimento do estudo de caso deste trabalho. O exemplo prático proposto ilustra apenas um caso simples de utilização das ferramentas do cálculo diferencial e integral para a solução de um problema físico na disciplina de Mecânica dos Fluidos. Outras técnicas do cálculo numérico empregadas para solução do problema poderiam ser discutidas com mais detalhamento, como por exemplo, o cálculo iterativo utilizado através do método de Newton-Raphson para solução da questão 4 do problema. Entretanto, esta discussão diverge do escopo da proposta deste artigo.

O objetivo principal deste trabalho é demonstrar ao acadêmico um exemplo interdisciplinar na engenharia e a importância do conhecimento integrado das disciplinas do ciclo básico e do ciclo profissionalizante dos cursos de Engenharia. É inegável a importância de uma sólida formação nas disciplinas básicas do curso para permitir e garantir ao acadêmico a habilidade e destreza necessárias para executar na prática das disciplinas específicas. Como sugestão para futuros trabalhos, vários exemplos práticos de outras áreas do conhecimento podem ser desenvolvidos para evidenciar a importância das técnicas do cálculo diferencial e integral na Engenharia, como Resistência dos Materiais, Transmissão de Calor, Eletromagnetismo, entre outras.

Além dos aspectos relacionados aos conceitos do modelo apresentado, destacamos também, a inversão didática que o processo de modelagem pode proporcionar aos professores e suas práticas cotidianas. A modelagem na resolução de problemas proporciona um ganho intelectual aos acadêmicos e uma visão mais ampla do que é a ciência em relação à epistemologia, objetivando-se em situações de análise de problemas enfrentados no campo da engenharia.

Referências

BASSANEZI, R. C. **Ensino e aprendizagem como modelagem matemática**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto 2002.

BERTI, N. M. **O ensino de matemática no Brasil**: buscando uma compreensão histórica. São Paulo, 2011.

BROCKMAN, J. B. **Introdução à engenharia**: modelagem e solução de problemas. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

FERRUZZI, E. C. et al. **Modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem nos cursos superiores de tecnologia**. São Paulo, 2004.

FOX, R. W.; McDONALD, A. T.; PRITCHARD, P. J. **Introdução à mecânica dos fluidos**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

HOLTZAPPLE, M.; REECE, W. D. **Introdução à engenharia**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

MAYER, R. R. **How engineers learn**: a study of problem-based learning in the engineering classroom and implications for course design. Iowa State University. Ames, Iowa. Graduate Theses and Dissertations. Paper 13202. 2013.

Artigo recebido em 15/06/16. Aceito em 18/08/16.

DISPOSITIVO DE EMERGÊNCIA AMBIENTAL PARA O TRANSPORTE DE CARGAS CONTEINERIZADAS CONTENDO PRODUTOS PERIGOSOS E POLUENTES

Environmental emergency device for freight transport containerized containing dangerous products and pollutants

Régis Chrystian da Silva¹
Gabriel Cristofolini¹

Resumo: O presente estudo é uma análise do setor intermodal referente ao transporte de contêineres contendo produtos perigosos e poluentes, com vistas às diversas ocorrências de vazamentos através de contêineres em navios, linhas férreas, rodovias e, principalmente, nos portos e terminais portuários do Brasil e do mundo. O trabalho tem como tema central analisar dados de diversas ocorrências emergenciais, envolvendo vazamentos em contêineres em um dos mais modernos e importantes terminais portuários do Brasil, bem como discutir os reais impactos ambientais, operacionais e econômicos diante de situações de vazamentos em contêineres. Este trabalho discorrerá sobre a adoção de um importante dispositivo de emergência ambiental a ser aplicado em contêineres no momento do vazamento e que pode mudar a rotina convencional de tratamento a estas emergências e trazer significativos benefícios a toda cadeia logística do transporte de contêineres. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma inovação inédita, desenvolvida ao longo de quatro anos pelo autor, pesquisador do GEATA – Grupo de Estudos Ambientais e Tecnologia Avançada do Centro Universitário Leonardo da Vinci (Uniasselvi), Régis Chrystian da Silva. Os resultados obtidos mostram que vazamentos de produtos nocivos através de contêineres são fatos comprovados e que podem comprometer seriamente o meio ambiente, a saúde humana, a operacionalidade logística e a economia do setor. Observa-se ainda que o ecotêiner é um equipamento de salvatagem viável a ser empregado nas situações de emergências, envolvendo produtos perigosos e contêineres.

Palavras-chave: Portos. Contêineres. Poluentes. Logística.

Abstract: This study is an analysis of the intermodal sector for the transport of containers containing dangerous goods and pollutants, with a view to the various instances of leaks through containers on ships, railways, highways and mainly in ports and port terminals in Brazil and world. The work is focused on analyzing data from various emergency situations involving leaks in containers in one of the most modern and important port terminals in Brazil, as well as discuss the actual environmental, operational and economic impacts in situations of leaks in containers. This paper will talk about the adoption of a major environmental emergency device to be applied to containers at the time of the leak and that can change the conventional routine treatment to these emergencies and bring significant benefits to the entire supply chain of container shipping. This paper aims to present an unprecedented innovation, developed over four years by the author, GEATA researcher - Group of Environmental Studies and Advanced Technology Leonardo da Vinci University Centre (Uniasselvi), Régis Chrystian da Silva. The results show that harmful products leaks through containers are proven facts and can seriously compromise the environment, human health, operational logistics and the sector's economy. It is also observed that the ecotêiner is a viable salvage equipment to be used in emergency situations involving dangerous goods and containers.

Keywords: Ports. Containers. Pollutants. Logistics.

Introdução

O Brasil bate o seu recorde ano após ano na movimentação de cargas containerizadas nos modais marítimo, rodoviário e férreo. No ano de 2012 foram 8,20 milhões de unidades de contêineres movimentadas em todos os portos e terminais portuários brasileiros. A movimentação de contêiner já ocupa a maior fatia do mercado brasileiro logístico segundo

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 - Km 71 - nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

a análise da movimentação de cargas nos portos organizados e terminais de uso privativo (ANTAQ, 2012). Em 2012, os portos da Região Sul somaram 33,78% da movimentação de contêineres em todo país, cerca de 2,76 milhões de contêineres foram movimentados neste período, segundo o Anuário Estatístico 2012 - ANTAQ. Comparado ao ano de 2010, quando o Brasil movimentou 6,82 milhões de unidades de contêineres de 20 pés (TEUs) e acrescentando a movimentação registrada em 2011 (7,10 milhões de TEUs), pode-se observar um crescimento acumulado de 10,2% entre os anos de 2010 a 2012.

Entre os contêineres movimentados encontram-se aqueles cujo potencial de risco é mais significativo por transportar em seu interior cargas perigosas e poluentes, sendo estas classificadas de acordo com a Organização Internacional Marítima (IMO) e regidas através do Código Internacional para Cargas Perigosas da IMO (IMDG CODE). No Brasil, a classificação das cargas perigosas para o transporte terrestre é regulamentada, principalmente, através do Decreto federal 96.044/88 e da Resolução 420, de 12 de fevereiro de 2004, da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), porém o teor do texto classificatório, entre estas duas regulamentações, é similar no contexto técnico.

As cargas perigosas possuem tais regulamentações devido ao grau de risco e aos perigos inerentes ao transporte de cada uma das classes de cargas perigosas, seus aspectos ambientais, operacionais e econômicos podem ser incalculáveis quando se encontram em situações de emergências. O transporte de produtos químicos perigosos ou poluentes em contêineres pode trazer grandes prejuízos para o meio ambiente e a toda cadeia logística envolvida. Incidentes como vazamentos de produtos perigosos e poluentes podem atingir partes sensíveis do meio ambiente e fazer com que contêineres permaneçam bloqueados nos portos e terminais por falta de uma tecnologia adequada que permita o seu transporte, mesmo estando com problemas de vazamentos.

De acordo com Dantas (2011), em um cenário de incertezas, as ameaças e oportunidades têm o potencial de produzir perdas ou aumentar os ganhos. Os resultados positivos são alcançados com uma boa gestão das incertezas e de seus riscos, gerando valor ao se otimizarem as suas oportunidades e ao se estabelecerem estratégias para os objetivos de crescimento, na busca da maximização de seus resultados. Os resultados negativos são oriundos da ausência e/ou da fragilidade dessa gestão, em que os resultados podem produzir danos e perdas de grandes proporções.

No dia 3 de agosto de 2012, um evento não esperado trouxe grandes transtornos operacionais, ambientais e econômicos para uma instalação portuária em Salvador, um vazamento de contêiner classe 8 (corrosivo), contendo mercúrio, fez com que as operações fossem totalmente paralisadas, sendo necessário contar com a atuação de equipes de emergências para mitigação dos possíveis impactos ambientais. (Disponível em: <<http://www.Ibama.gov.br/acidentes-e-emergencias-ambientais>>. Acesso em: 6 jun. 2016).

Já no dia 5 de maio de 2012, o cenário se repetiu e uma instalação portuária na Bahia teve seu plano de emergência colocado em prática após vazamento em um contêiner contendo tricloroisocianúrico. Este produto é classificado como Classe 5 (oxidante), que levantou uma grande nuvem de vapor contaminante, colocando em risco funcionários e o meio ambiente. Disponível em: <http://www.bahiatodahora.com.br/destaques-esquerda/noticias_destaque1/vazamento-no-porto-de-salvador-2>. Acesso em: 6 jun. 2016.

No dia 14 de maio de 2012, um vazamento de 1000 litros de ácido nítrico, classe 5 (oxidante), em um contêiner de 34 toneladas a bordo do navio Califórnia Senator, que estava atracado no porto de Botânica (Sydney), fez com que as operações do porto fossem totalmente paralisadas. Um raio de 250 metros partindo do navio foi isolado durante mais de 12 horas e equipes de bombeiros e emergências químicas atuaram no local para promover a descontaminação da área. Disponível em: <<http://www.abc.net.au/news/2011-05-14/authorities-stand-next-to-california-senator/4009834>>. Acesso em: 6 jun. 2016.

Vazamentos de cargas classificadas como perigosas ou poluentes não são raros de acontecer. De acordo com dados levantados pelo Grupo de Estudos Ambientais e Tecnologia Avançada (GEATA), do Centro Universitário Leonardo Da Vinci (UNIASSELVI), coordenado pelo autor, em Santa Catarina, um dos maiores terminais de uso privativo do estado registrou 133 dias não contínuos nos anos de 2011 e 2012, combatendo vazamentos de produtos perigosos e poluentes provenientes de contêineres. No geral, vazamentos em contêineres se caracterizam pelo mal acondicionamento das embalagens no momento da sua unitização e acabam por sofrerem deslocamentos e avarias durante o transporte intermodal.

A unitização dos contêineres é um momento importante no processo logístico deste tipo de modal. Nesta etapa devem ser tomadas todas as medidas de segurança para que a carga não sofra deslocamentos durante o transporte.

Segundo Razzolini (2011), a unitização tem como objetivo maior sempre a redução de custos no sistema logístico, porém esta não é a única finalidade com que se realiza esse procedimento. Os seus objetivos podem ser assim relacionados:

- Reduzir custos de manuseio.
- Aumentar a velocidade de movimentação dos materiais.
- Facilitar a movimentação dos materiais.
- Aumentar a proteção dos materiais.
- Racionalizar a ocupação do espaço nos armazéns.
- Racionalizar a ocupação do espaço nos veículos de transportes.

Observa-se que os critérios de segurança de fato não são abordados pelo autor como fatores que podem ser decisivos no momento do transporte de um contêiner que foi mal unitizado. As consequências de um vazamento de produtos perigosos podem ser as piores dependendo da área atingida e das pessoas envolvidas neste tipo de emergência.

Razzolini (2011) relata ainda que no caso de transporte de bens de maior valor através de contêineres, as perdas ficam entre 3% e 5% devido à ocorrência de quedas de contêineres no mar, chamadas de perdimento.

Este tipo de incidente pode trazer grandes impactos ambientais, operacionais e econômicos ao setor de serviços que inclui toda a cadeia logística envolvida no transporte de contêineres e são enquadrados em diferentes termos jurídicos. Mesmo o contêiner não pertencendo à instalação portuária ou ao transportador, sendo este terrestre ou marítimo, todos os integrantes deste sistema possuem responsabilidades junto ao evento e seus impactos.

Segundo Faverin (2011), no sistema portuário brasileiro, o gerenciamento adequado de questões com o transporte de cargas perigosas e segurança ocupacional, entre outras, são essenciais à correta operacionalização.

Todo porto organizado, instalação portuária e plataforma, bem como suas instalações de apoio, disporá obrigatoriamente de instalações ou meios adequados para o recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos e para o combate da poluição, observadas as normas e critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente. (Lei nº 9.966 de 28 de abril de 2000, Art. 5º).

Este instrumento legal deixa claro que as instalações portuárias necessariamente são responsáveis por combater qualquer tipo de poluição, incluindo aquelas que poderão ocorrer devido aos vazamentos de cargas perigosas através de contêineres.

Este fato torna obrigatório o tratamento da ocorrência principalmente nas instalações portuárias, locais onde os contêineres permanecem por maior período de tempo armazenados. Ao observar um contêiner com vazamento, a instalação portuária pública ou privada, necessita imediatamente executar ações para sanar o vazamento e mitigar a área atingida. Os prejuízos para as instalações portuárias, bem como para os proprietários das cargas, podem até inviabilizar a tramitação de importação ou exportação da unidade, pois são necessários dias até que o viés documental e as ações de tratamento do contêiner sejam encerradas adequadamente.

Objetiva-se com este trabalho:

- Demonstrar a existência de uma oportunidade de melhoria para as tratativas que envolvem vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de contêineres, no âmbito ambiental, econômico e operacional.
- Apresentar de forma estatística a compreensão dinâmica dos eventos adversos envolvendo vazamentos em contêineres com interface nas instalações portuárias especializadas em cargas containerizadas.
- Apresentar os resultados referentes à criação e aplicação de um equipamento de salvatagem inédito (ECOTÊINER) que poderá ser usado para controlar tais emergências, proporcionando a redução de custos.

Resultados e discussão

Coleta dos dados

Foram observados casos em que o navio atracado no cais do terminal informou sobre o descarregamento de unidades de contêineres que apresentavam vazamentos de produtos perigosos. Nesta situação, o terminal portuário é obrigado a receber as unidades mesmo não estando planejadas para o descarregamento e neste caso o terminal portuário passa a ter a responsabilidade compartilhada no tratamento destas emergências.

Outra situação observada é quando contêineres contendo cargas perigosas ou poluentes apresentam vazamentos já em terra, devidamente posicionados sobre as pilhas. Em ambas as situações, os contêineres são tratados como emergências ambientais devido ao seu grau de risco.

O tempo de avaliação do cenário emergencial pode variar de 1 a 3 horas, de acordo com os dados pesquisados pelo autor. O custo de *start* de atendimento a este tipo de emergência foi compilado e determinado um indicador que simplifica os primeiros custos de avaliação da emergência relacionados a uma equipe de emergência ambiental em atendimento a contêineres com vazamentos, sendo de R\$ 1.000,00/emergência. Este indicador foi definido a partir das observações realizadas durante dois anos de pesquisas.

De acordo com a pesquisa realizada, conforme o custo diário de uma unidade com vazamento, esta segue os seguintes critérios para a Região Sul do Brasil. Vale ressaltar que na tabela a seguir não participam os custos de materiais absorventes empregados para a contenção do vazamento, que dependerá de cada caso.

Tabela 1. Custos iniciais frente às emergências envolvendo vazamentos de produtos nocivos através de contêineres

Atividades	Custos/RS
Área de segurança provida de sistemas de engenharia para contenção do vazamento.	R\$ 1.700,00/dia.
Descontaminação da segurança provida de sistemas de engenharia para contenção do vazamento.	R\$ 1.700,00/descontaminação.
Destinação dos resíduos perigosos.	R\$ 500,00/emergência.
Método de selagem das borrachas das portas do contêiner pelo lado exterior.	R\$ 2.000,00/equipe de três profissionais.

Fonte: O autor

Desenvolvimento do dispositivo de contenção

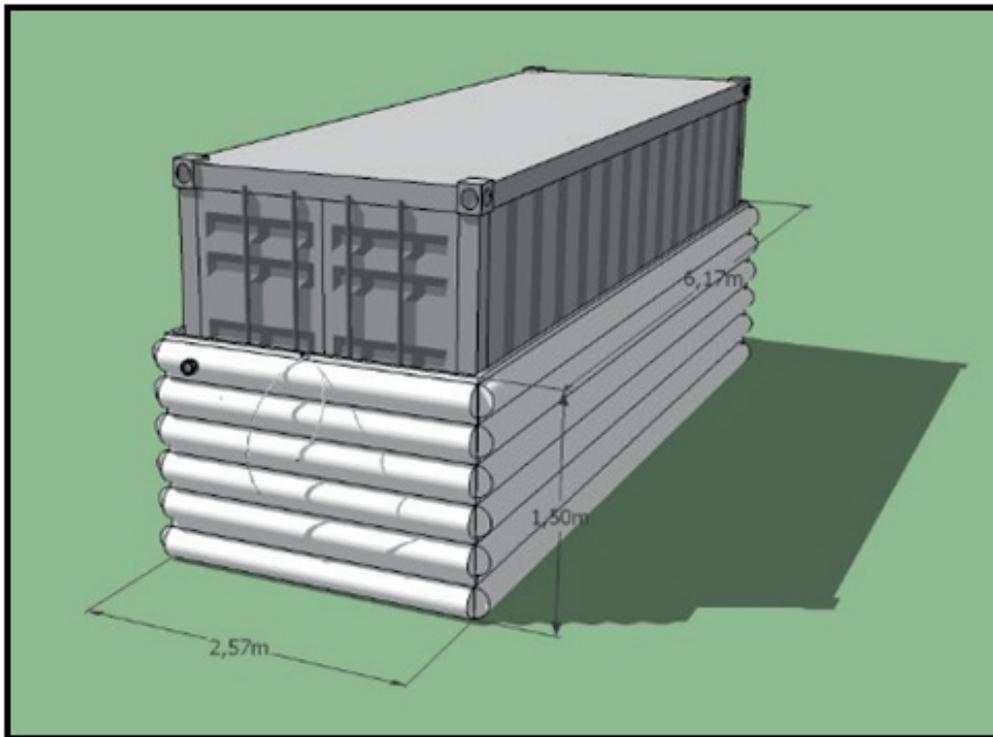
Após dois anos de coleta de dados projetou-se um equipamento que pudesse atender às necessidades das emergências envolvendo os contêineres, no viés ambiental, operacional e econômico.

Durante os 24 meses de pesquisa pôde-se desenvolver um equipamento chamado de ecotêiner. Este equipamento se trata de um invólucro fabricado em material de alta resistência química e mecânica que é colocado sobre a base do contêiner que apresenta vazamento nos diferentes modais do setor.

O ecotêiner foi projetado para servir de equipamento de salvatagem e terá como principal função conter os vazamentos em contêineres e fazer com que estes possam ser transportados imediatamente, sem a necessidade de iniciar o processo de avaliação e observação, bem como o tratamento administrativo e operacional que atualmente faz com que o contêiner fique em média 48 horas bloqueado nas instalações portuárias.

O ecotêiner está previsto na Resolução nº 420 (ANTT, 2004), conforme o item 4.1.1.15, “Uso de embalagens de resgate”, e poderá ser empregado para o transporte intermodal desde que atenda aos requisitos de segurança previstos na normatização brasileira. O ecotêiner terá a aparência de uma grande piscina fabricada em material flexível. Sua massa total chegará a 250 kg, devido à base de posicionamento ser fabricada em aço 1040 (Figura 1).

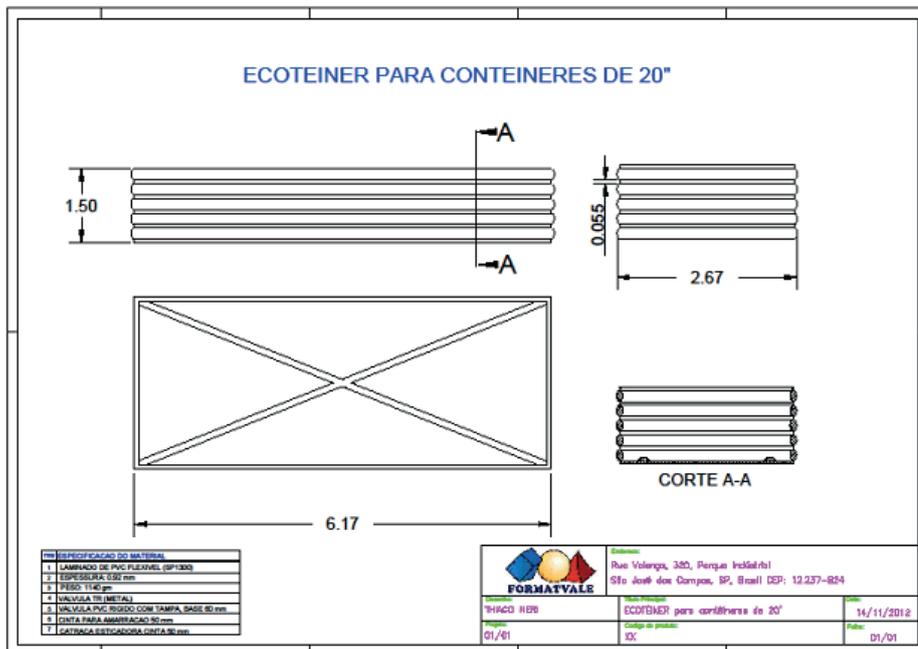
Figura 1. Ecotêiner aplicado a um contêiner com vazamento



Fonte: O autor

Projetou-se o ecotêiner com o objetivo de promover a proteção contra vazamentos de contêiner no setor intermodal, e oferecer ao mercado uma opção viável para atender aos problemas ambientais durante o transporte de contêineres contendo produtos perigosos, problemas estes que até o momento resumem-se na limpeza e descontaminação da área afetada pelo o vazamento.

Figura 2. Projeto técnico do ecotêiner desenvolvido pela empresa contratada



Fonte: O autor

Durante dois anos trabalhou-se na construção do protótipo do ecotêiner em escala de miniatura. Nesta etapa foi testada a resistência química do material proposto a se construir o ecotêiner. A manta era de polipropileno de alta densidade e para tal foi utilizada soda cáustica e cloreto férrico como agentes agressores ao material em teste (Figura 3).

Figura 3. Miniecotêiner com soda cáustica em seu interior, testes de resistência a agentes agressivos



Fonte: O autor

Foi ainda testada uma pequena fração de um material chamado de laminado de PVC de 0.2 milímetro, este teve o objetivo de verificar a resistência química do material para a fabricação do ecotêiner Modelo 2 (inflável) para o transporte de contêiner com vazamentos em carretas de rua (Figura 4).

Figura 4. Laminado de PVC 0,2 milímetro sendo testado no fundo de um recipiente contendo soda cáustica com ph 13



Fonte: O autor

Os testes iniciais de resistência mecânica revelaram excelentes propriedades de cada material submetido ao agente agressor. Assim, pode-se dar seguimento nas demais etapas do projeto.

A segunda etapa do projeto compreende a fabricação dos protótipos em tamanhos maiores. Para isso necessitou-se realizar uma viagem ao estado de São Paulo para acompanhar a fabricação das peças. A primeira peça foi desenvolvida para teste das soldas eletromagnéticas e para os testes de dobragem. Os protótipos foram executados com sucesso e então partiu-se para os testes de medidas e ajustes finais (Figura 5).

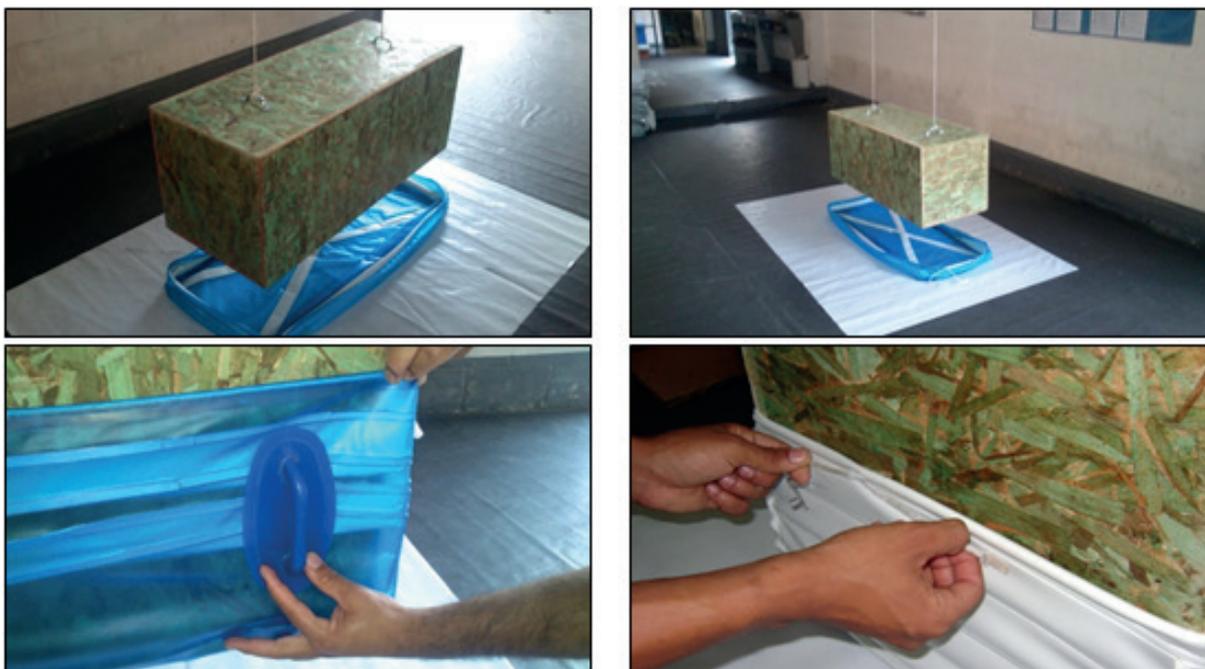
Figura 5. Teste das soldas eletromagnéticas e testes de dobragem do laminado de PVC 0,2 milímetro



Fonte: O autor

Após os testes citados anteriormente, ainda na cidade de São José dos Campos – SP, deu-se início aos testes de ajustes em um módulo fabricado em menor escala que imita um contêiner real. Este teste foi de extrema importância para fechar os trabalhos desenvolvidos com a empresa contratada. Os testes contemplaram o ajuste do ecotêiner aplicado a um contêiner, sendo este fabricado inicialmente em compensado de madeira. Os resultados foram favoráveis e indicaram a possível fabricação de um lote de cinquenta peças a serem aplicadas no setor portuário de Navegantes.

Figura 6. Testes de ajuste com o módulo fabricado em menor escala



Fonte: O autor

Os primeiros testes em tamanho real foram realizados no terminal portuário de Navegantes, utilizando um protótipo do ecotêiner fabricado em lona de PVC, totalmente flexível e dotado dos dispositivos metálicos chamados de castanhas inteligentes. Contudo, os testes mostraram baixa eficiência no material utilizado e dificuldades de aplicação do dispositivo à unidade com vazamento.

Figura 7. Primeira bateria de testes e ajuste com o módulo de contêiner real



Fonte: O autor

Os primeiros testes em escala real demonstraram que o ecotêiner poderia ter eficiência, mas precisaria de ajustes técnicos até ser utilizado em grande escala. Num segundo momento, foram realizadas importantes melhorias no protótipo e novos testes em escala real, conforme mostra a Figura 8.

Figura 8. Segunda bateria de testes e ajuste com o módulo de contêiner real



Fonte: O autor

Em seguida, decidiu-se mudar a matéria-prima que constitui a estrutura do ecotêiner. A mudança foi realizada e no lugar do PVC flexível foi construído um protótipo em PEAD (Polietileno de alta densidade) 1,5 mm e realizados novos testes construtivos, conforme mostra a Figura 9.

Figura 9. Testes construtivos em PEAD para o protótipo do ecotêiner



Fonte: O autor

Os testes construtivos realizados em polietileno de alta densidade mostraram grande eficiência na contenção de químicos e melhores características de manuseio e aplicação do ecotêiner a uma unidade com vazamento. O Projeto Ecotêiner tomou corpo e virou um produto padronizado, sendo considerado, atualmente, o único equipamento de salvatagem para contêiner marítimo do mundo, conforme pesquisa realizada pelo escritório de advocacia, especializado em buscas por patentes e ativos intangíveis, contratado pela empresa Oxigen Tecnologia. Atualmente, o ecotêiner é fabricado com material de polietileno de alta densidade, segundo normas específicas. Segue ainda um padrão de qualidade internacional, visto que a empresa

Oxigen Tecnologia possui representação na Califórnia (Estados Unidos) e iniciou, em 2014, os trâmites de fornecimento de unidade de ecotêiner para clientes de fora do país.

Na Figura 10 podem-se evidenciar as atuais características do ecotêiner em estado final de criação e pronto para ser comercializado.

Figura 10. Projeto concluído e pronto para ser comercializado para o mercado interno e externo



Fonte: O autor

O Projeto Ecotêiner, mesmo após atingir seu estado final de criação, continuou sendo pesquisado pelo acadêmico e autor Régis Chrystian da Silva e diante de diversas possibilidades de aplicação, criou-se uma segunda versão chamada de Ecotêiner de Interior. Praticamente possui as mesmas características operacionais do projeto inicial, contudo, o ecotêiner de interior é aplicado no interior do contêiner de forma preventiva e evita que possíveis vazamentos de produtos perigosos e poluentes cheguem até o meio ambiente ou coloquem pessoas em risco.

A Figura 11 mostra a aplicação do ecotêiner de interior.

Figura 11. Segunda versão do projeto chamado ecotêiner de interior



Fonte: O autor

Logo após o desenvolvimento destes dois projetos, o acadêmico e autor Régis Chrystian da Silva, juntamente com a equipe da empresa Oxigen Tecnologia, criaram uma linha inteira de equipamentos de proteção ambiental e segurança industrial que pode ser verificada em <www.oxigensafety.com.br>. Atualmente, o acadêmico e criador dos equipamentos mencionados acima, faz parte do Conselho Administrativo da empresa Oxigen Tecnologia. Régis Chrystian da Silva é responsável, principalmente, por manter a criação e desenvolvimento tecnológico de equipamentos de proteção ambiental para a empresa Oxigen Tecnologia.

Para se ter certeza da inovação tecnológica que o Projeto Ecotêiner significa para o setor intermodal referente ao transporte de contêiner, foi realizada uma pesquisa de caráter internacional através do tratado de cooperação em matéria de patente e o relatório de pesquisa internacional sob a Ref. API 1923. A pesquisa mostrou que não há no mundo invenção similar ao Projeto Ecotêiner.

O Projeto Ecotêiner é uma inovação tecnológica com alto potencial de adesão de uso em portos de todo o mundo. Por este fato o Ecotêiner foi devidamente patentado no Brasil, através do Requerimento nº 0000221208790247, registrado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), bem como através do requerimento de patente internacional, conforme a Referência PCT/BR2012/000535. Este procedimento garante e prova o trabalho científico realizado pelo autor durante a sua conduta acadêmica, cumprindo, desta forma, a política de ensino da Uniasselvi, que bem coloca a frase: “Não basta saber, é preciso saber fazer”.

Em 2012, o Projeto Ecotêiner foi premiado com R\$ 50.000,00 através da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, que reconhece projetos inovadores e de cunho tecnológico.

Ainda no ano de 2012, o Projeto Ecotêiner foi escolhido como melhor projeto nacional na categoria setores tradicionais para o Prêmio Santander de empreendedorismo, cujo objetivo é apoiar projetos universitários de todo o Brasil. Nesta ocasião, o autor recebeu R\$ 50.000,00 e uma bolsa de estudos na universidade de Babson College, Boston, Estados Unidos.

Em 2013, o Projeto Ecotêiner foi contemplado com o programa governamental Art. 170 para bolsa de pesquisas e, nesta ocasião, os estudos coordenados pelo autor e desenvolvidos em paralelo ao curso de Engenharia Ambiental da Uniasselvi, passou a ser financiado pelo governo federal até o final do ano de 2013.

Em 2014, o Projeto Ecotêiner foi contemplado como finalista entre os cinco projetos mais inspiradores do ano pela editora Abril, revista Veja e Chivas.

Ainda em 2014, o projeto Ecotêiner foi contemplado com o segundo lugar no Congresso Nacional de Iniciação Científica (CONIC-SEMESP).

Análises estatísticas

De acordo com os dados analisados, foi observado que vazamentos de contêineres são problemas existentes e consideráveis no setor intermodal relacionado ao transporte de contêineres. Observa-se que nas instalações portuárias onde o estudo deste trabalho de graduação foi desenvolvido, para uma escala de dois anos de estudos (24 meses) a cada 1.000.000 (um milhão) de contêineres movimentados evidenciamos 38 ocorrências com vazamentos de contêineres contendo produtos perigosos e poluentes. Observa-se também que a cada 728 dias de movimentação portuária foram registrados 214 dias em estado de emergência em relação aos contêineres que apresentaram vazamentos.

Este dado mostra que um contêiner que apresenta vazamento significa para as instalações portuárias mais de um dia de empenho para solucioná-lo, o que despende de recursos adicionais para a correção do evento negativo.

Com a aplicação do ecotêiner pretende-se diminuir em 82% o tempo de tratamento de uma unidade de contêiner com vazamento, pois partindo do princípio de que não será necessário realizar a abertura da unidade e nem mesmo dar início ao trâmite documental, o ecotêiner será efetivo na remediação do vazamento, uma vez que conterà o material vazado, dando tempo hábil da unidade chegar até o seu destino final, visto que os vazamentos em contêineres são caracterizados por extravasarem cerca de 10% de seu volume total, que é perfeitamente estancado através da capacidade de retenção do ecotêiner.

A seguir são demonstrados, na Tabela 2 e Tabela 3, os dados brutos coletados referentes às emergências ambientais envolvendo vazamentos de contêineres com cargas perigosas e poluentes.

Tabela 2. Dados coletados durante o ano de 2011 referentes às emergências ambientais observadas em contêineres com vazamentos de cargas perigosas e poluentes em uma instalação portuária do Sul do Brasil

Ano	Nº Contêiner	Tipo de Invólucro	Classe	ONU	Total/ dias	Posicionamento	Carreta	Equipe Externa	Descontaminação Carreta	Destinação de resíduos
2011	POCU 049430-6	Bombonas 50l	4.1	3242	1	0	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	0
2011	PCIU 212437 7	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MAEU 6706075	Tambores 200l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	PONU 0602071	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	CARU 226769 5	Bombonas 50l	5.1	2468	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MSCU – 600278-0	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MEDU – 398559-9	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU – 195679-3	Bombonas 50l	3	1917	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU – 769946-0	Bombonas 50l	9	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU – 769908-0	Bombonas 50l	9	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU – 392956-5	Bombonas 50l	9	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU 761117-1	Bombonas 50l	NI	NA	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	NYKU 286475-2	Bombonas 50l	3	2924	8	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	NYKU 301.843-0	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MEDU 270378-8	Bombonas 50l	NI	NA	3	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	TCKU 385798-1	Bombonas 50l	NI	NA	4	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MEDU 120442-3	Bombonas 50l	NI	NA	4	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MSCU 154452 - 0	Bombonas 50l	5.1	2468	26	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MEDU 164618-0	Bombonas 50l	NI	NA	5	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	ZCSU 592301-6	Bombonas 50l	NI	NA	60	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	CLHU 220256 9	Bombonas 50l	NI	NA	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
Dias em Emergência em 2011 (135)										
21 emergências										

Fonte: O autor

Tabela 3. Dados coletados durante o ano de 2012 referentes às emergências ambientais observadas em contêineres com vazamentos de cargas perigosas e poluentes em uma instalação portuária do Sul do Brasil

<i>Ano</i>	<i>Nº Contêiner</i>	<i>Tipo de Invólucro</i>	<i>Classe</i>	<i>ONU</i>	<i>Total/dias</i>	<i>Posicionamento</i>	<i>Carreta</i>	<i>Eq. Externa</i>	<i>Descont. Carreta</i>	<i>Destinação de resíduos</i>	
2012	MEDU 221649 7	Bombonas 50l	9	2211	1	0	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 0,00	R\$ 500,00	
2012	TGHU 183663-0	Bombonas 50l	NI	NA	6	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	CARU 965105-9	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	BLKU 256803-3	Bombonas 50l	9	3082	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	CABR 800134-3	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	ZCSU 258418-2	Bombonas 50l	NI	NA	7	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	TGHU - 259285-8	Flextanque	NI	NA	6	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	SUDU 113395-9	Tambores 200l	NI	NA	5	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	CARU 272338-9	Bombonas 50l	9-3-8-6	3402-2901-2904-2922-2942-3302-3809-3906-4911-3204-3404	5	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	MEDU 645966-4	Bombonas 50l	5.1	2468	13	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	MSCU 302373-1	Bombonas 50l	8	2586	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	MEDU 645966-4.	Bombonas 50l	8	2468	7	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	EXFU 144029-9.	Bombonas 50l	3	1280	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
2012	SUDU 759306-2	Tambores 200l	NI	NA	3	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	CAXU 656318-1	Bombonas 50l	3	1917	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	BSIU 255941-7	Bombonas 50l	8	2789	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
2012	SUDU 549445-9	Tambores 200l	NI	NA	6	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	ZCSU 8475379	Bombonas 50l	3	1950	7	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
				79	18 emergências						
				Dias em Emergência em 2012							

Fonte: O autor

Foram identificadas 38 ocorrências durante os anos de 2011 e 2012, de acordo com os casos analisados durante dois anos de estudos, em um dos mais importantes terminais portuários do Brasil. Destas 38 ocorrências, observou-se que 42,11% ocorreram por um período igual ou superior a 48 horas, ou seja, na maioria das vezes, para os dados analisados, o contêiner com vazamento ficou 48 horas na área portuária sobre o processo de avaliação, observação e tratamento do vazamento. Vale ressaltar que a indicação de um dia significa 24 horas, seguindo esta dinâmica para as demais indicações de dias de contêineres em emergências.

Para se chegar nesta conclusão, os dados da Tabela 2 e Tabela 3 foram parametrizados e identificada a frequência para o objeto do estudo, que, neste caso, trata-se de quantas horas um contêiner pode ficar em emergência em uma instalação portuária (Tabela 4).

Tabela 4. Referente à indicação da frequência e frequência relativa para os dados observados em campo

<i>Horas/Contêiner em emergência</i>	<i>Frequência das Ocorrências</i>	<i>Frequência Relativa (%)</i>
24	5	13,16
48	16	42,11
72	2	5,26
96	2	5,26
120	3	7,89
144	3	7,89
168	3	7,89
192	1	2,63
312	1	2,63
624	1	2,63
1440	1	2,63
Total	38	100,00

Fonte: O autor

De forma mais clara, o gráfico paramétrico da Figura 12, a seguir, apresenta um indicador importante, sendo este de maior probabilidade de ocorrências envolvendo vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de unidade de contêineres por unidade de tempo. Ou seja, para cada 38 ocorrências conforme características já apresentadas, 16 destas duram por período igual ou superior a 48 horas dentro das instalações portuárias.

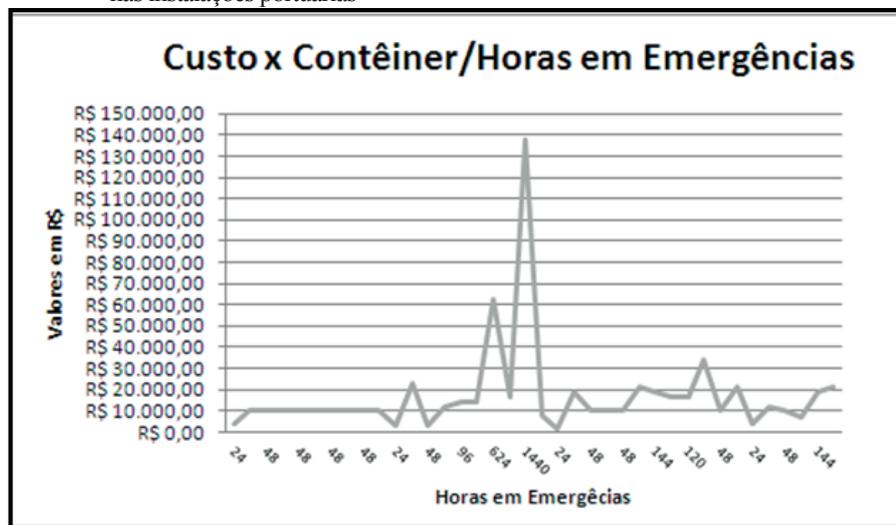
Figura 12. Indicador de duração de ocorrências de vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de unidade de contêineres por unidade de tempo



Fonte: O autor

De acordo com os dados analisados, foi observado que vazamentos de contêineres são problemas existentes e consideráveis no setor intermodal relacionado ao transporte de contêineres. O gráfico da Figura 13, a seguir, mostra a relação direta dos custos (R\$) em função das horas que uma unidade de contêiner passa nas instalações portuárias. No eixo (y) do referido gráfico é possível verificar os valores em (reais) apontados para o atendimento às emergências envolvendo contêineres. Já no eixo (x) observa-se que com o aumento das horas que uma unidade de contêiner passa em emergências, nas instalações portuárias, aumentam-se consideravelmente os custos relacionados à emergência.

Figura 13. Relação direta dos custos (R\$) em função das horas que uma unidade de contêiner passa nas instalações portuárias



Fonte: O autor

A Tabela 5, a seguir, mostra o volume de produto perigoso ou poluente vazado para fora do contêiner. Estes dados foram coletados a partir do acompanhamento pessoal do autor para cada emergência registrada na área portuária onde se deu o desenvolvimento deste estudo.

Observa-se que a frequência das ocorrências é definida em função da moda encontrada para os dados paramétricos. Desta forma pode-se dizer que a maioria dos contêineres em emergências, observados durante os anos de 2011 e 2012, apresentaram vazamentos de aproximadamente 87 litros de produtos perigosos e poluentes.

Tabela 5. Referente à indicação do volume médio de produto vazado por unidades de contêineres por horas em ocorrência

Horas/contêiner em emergência	Média (volume) do produto vazado/contêiner	Frequência das ocorrências	Frequência relativa (%)
24	55	5	13,16
48	87	16	42,11
72	89	2	5,26
96	98	2	5,26
120	99	3	7,89
144	105	3	7,89
168	107	3	7,89
192	135	1	2,63
312	144	1	2,63
624	146	1	2,63
1440	320	1	2,63
Total		38	100,00

Fonte: O autor

A Tabela 6, a seguir, demonstra que a moda e a frequência acumuladas, referentes aos dados analisados para cada evento, representam que um contêiner ficará no mínimo 48 horas retido no terminal portuário devido ao vazamento de produtos perigosos. A coluna onde se encontra o custo médio, mostra que, para 48 horas de emergência o mesmo contêiner custará para a cadeia logística intermodal o ônus de R\$ 9.286,88 para o atendimento ainda no terminal portuário.

A coluna descrita como 30% adicional, significa o custo sobressalente que o proprietário do contêiner contabilizará devido ao pagamento de uma nova programação de traslado da unidade, uma vez que o contêiner que apresenta o vazamento, e fica retido por 48 horas no terminal portuário, terá que reprogramar seu transporte para o dia seguinte, sendo necessário o pagamento de um novo frete rodoviário ou em alguns casos frete marítimo. Este dado pode demonstrar que o custo médio terá que ser somado aos 30% adicionais, o que resultará no custo acumulado de R\$ 12.072,94 por unidade com vazamento para a moda encontrada, sendo esta de 48 horas de emergência por contêiner com vazamento.

Tabela 6. Referente à indicação da frequência e frequência relativa para os dados observados em campo

Horas/ Contêiner em emergência	Frequência das Ocorrências	Frequência Relativa (%)	Custo médio	30% Adicionais	Custo Acumulado
24	5	13,16	R\$ 3.848,00	R\$ 1.065,60	R\$ 4.913,60
48	16	42,11	R\$ 9.286,88	R\$ 2.786,06	R\$ 12.072,94
72	2	5,26	R\$ 12.090,00	R\$ 3.627,00	R\$ 15.717,00
96	2	5,26	R\$ 14.300,00	R\$ 4.290,00	R\$ 18.590,00
120	3	7,89	R\$ 16.510,00	R\$ 4.953,00	R\$ 21.463,00
144	3	7,89	R\$ 18.720,00	R\$ 5.616,00	R\$ 24.336,00
168	3	7,89	R\$ 20.930,00	R\$ 6.279,00	R\$ 27.209,00
192	1	2,63	R\$ 23.140,00	R\$ 6.942,00	R\$ 30.082,00
312	1	2,63	R\$ 34.190,00	R\$ 10.257,00	R\$ 44.447,00
624	1	2,63	R\$ 62.920,00	R\$ 18.876,00	R\$ 81.796,00
1440	1	2,63	R\$ 138.060,00	R\$ 41.418,00	R\$ 179.478,00
Total	38	100,00	-	-	-

Fonte: O autor

Observa-se ainda na coluna (horas/Contêiner em Emergência) da Tabela 6, que durante os 24 meses de estudo, uma unidade de contêiner apresentou vazamento na instalação portuária ficando sobre emergência 1.440 horas e somando um custo total de R\$ 179.478,00, já somados os 30% adicionais, o suficiente para inviabilizar a tramitação de importação e exportação do contêiner, uma vez que este custo ultrapassou o valor real da carga, o que ressalta a importância de um atendimento rápido e seguro para as unidades que apresentam vazamento de produtos perigosos e poluentes.

Vale ressaltar que os estudos aqui apresentados terão continuidade através da aplicação dos testes estatísticos (Teste T-Student, Mann-Whitney etc.), com o objetivo de demonstrar estatisticamente a relação entre o tempo e o custo de operação de tratamento de um contêiner com o procedimento usual e com a aplicação do ecotêiner.

Considerações finais

Foi demonstrada a existência de uma oportunidade de melhoria para as tratativas que envolvem vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de contêineres, no âmbito ambiental, econômico e operacional.

Foi possível demonstrar que vazamentos em contêineres significam prejuízos a toda a cadeia logística, podendo afetar o meio ambiente, a economia e a operacionalização dos terminais portuários.

Foi apresentado de forma estatística a compreensão dinâmica dos eventos adversos envolvendo vazamentos em contêineres com interface às instalações portuárias especializadas em cargas containerizadas.

Os dados coletados sofreram um tratamento paramétrico e após calculada a moda, frequência, frequência relativa e indicações de números absolutos, pode-se evidenciar que é verdadeira a existência de uma distribuição normal de dados para os contêineres com vazamentos.

Foram apresentados os resultados referentes à criação e aplicação de um equipamento de salvatagem inédito (ecotêiner) que poderá ser usado para controlar tais emergências e proporcionando a redução de custos.

Ficou evidente que quanto menos um contêiner permanecer em emergência, menores serão os impactos ambientais, operacionais e econômicos, com isso a aplicação de um equipamento que permita seu transporte seguro, mesmo estando este com vazamento, fará com que as tratativas sejam mais eficientes e eficazes.

O ecotêiner trará ao setor de transportes de contêineres, seja por terra ou mar, um novo conceito acessível e viável. O Projeto Ecotêiner foi desenvolvido partindo de uma ideia inovadora, sem precedentes. Não se trata de melhorar algo que já existe no mercado, e sim de desenvolver um produto inovador, que atende plenamente às necessidades e dificuldades encontradas hoje para o transporte de contêineres, contendo produtos químicos e poluentes.

O Projeto Ecotêiner levou em consideração a demanda de pesquisa de mercado para o desenvolvimento de um produto inovador, a metodologia de fabricação do produto, a busca por parcerias que pudessem potencializar o desenvolvimento do produto, as dificuldades em lançar o produto e a identificação e a busca pelos potenciais clientes. Assim, objetivou viabilizar metodicamente a produção do produto denominado como ecotêiner de forma a ajustar as possibilidades de produção e fornecimento de um produto especializado para o setor intermodal no transporte de contêineres, contendo produtos perigosos. Com a adoção do ecotêiner diante dos casos de vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de contêineres, foi possível observar a redução de 82% no tempo de atendimento a cada emergência, isso significa claramente a redução dos riscos de impactos ambientais, bem como a otimização operacional e a redução dos custos envolvidos na emergência.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. 2012. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/default.asp>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. **O porto verde:** modelo ambiental portuário. Brasília: ANTAQ, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT. Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Disponível em: <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/transporte/documentos/Resolucao-ANTT-420.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

ARBACHE, S. F. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. São Paulo: FGV, 2011.

BOTELHO, A. V. (Org.). **Golfo do México - Contaminacion e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias.** EPOMEX - Série Científica 5. Universidade de Campeche, México, 1998.

BRANCO, S. M. **Efeitos ecológicos da implantação de um porto marítimo, com especial referência à poluição por petróleo.** Relatório CETESB. 1976. 23 p.

BRASIL. Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9966.htm>. Acesso em: 5 jul. 2016.

CAIRNCROSS, F. **Meio ambiente: custos e benefícios.** São Paulo: Editora Nobel, 1992.

CETESB. **Sistema estuarino de Santos e São Vicente.** São Paulo, SP. Relatório CETESB, 2001.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Proposta para estudo dos recursos de marismas e manguezais.** Relatório do Inst. Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1981.

DANTAS L. M. **Avaliação de risco em instalações portuárias.** Olinda: CE, 2011.

DIAS, S. R. et al. **Gestão de marketing.** São Paulo: Saraiva, 2004.

DILLER, S. **Risk Assessment and cost-benefit techniques as management tools for oil spill prevention.** In: Oil and Hydrocarbon Spills, Modelling, Analysis and Control. Eds. Garcia- Martinez, R. and Brebbia, C. A. Computational Mechanics Publications. Southampton, Reino Unido, 1988.

FAVERIN, Victor. **Revista Meio Ambiente Industrial.** Ano XV, edição 89, São Paulo, 2011.

GEFE, W.; AMORIM, L. F.; AMORIM, A. C. **Aspectos socioeconômicos da pesca artesanal na Baixada Santista.** IV Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde - CBPAS, 18 a 21 de julho de 2004, Santos, São Paulo, 2004.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

LOPES, C. F. Aspectos ambientais nas emergências químicas. **Revista Meio Ambiente Industrial**, ano XIII, edição 77, 2009.

LOVELOCK, J. **Gaia: cura para um planeta doente.** Traduzido do título original: Gaia: medicine for an illing planet. Editora Cultrix. 2006. 192 p.

RAZZOLINI, F. **Transportes e modais com custos de TI e SE.** Curitiba PR, 2011.

STOPFORD, M. Maritime Economics. **Routledge**, 1997.

Artigo recebido em 15/06/16. Aceito em 18/08/16.

LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS PROPRIEDADES RURAIS À MARGEM DO RIO ENCANO, INDAIAL, SC: uma proposta de análise do uso da terra e da água visando a implementar uma Estação de Tratamento de Água (ETA)

Preliminary assessment of rural properties in the Encano River, Indaial, SC: a proposal for analysis of land use aiming to implement a Water Treatment Station (ETA)

Rafael Andrade Weber¹
Luis Augusto Ebert¹

Resumo: Atualmente, a proteção dos recursos hídricos é fundamental para conservação ambiental. Dentro de um contexto de sustentabilidade, avaliar os impactos do desenvolvimento econômico sobre a comunidade é de fundamental importância. Desta forma, o objetivo deste trabalho é identificar a opinião dos moradores do bairro Encano, em Indaial, que vive à margem do Rio Encano, principal afluente sob pressão antrópica, onde o governo municipal pretende instalar uma Estação de Tratamento de Água. Aproximadamente 70 moradores responderam aos questionários. Os resultados mostraram resistência das pessoas no entendimento da necessidade de bombear água de um rio cuja área de preservação permanente encontra-se fragilizada, e esperam na contrapartida do empreendimento mais benefícios para a comunidade. A maioria desconhece os aspectos técnicos de conservação da biodiversidade, o que dificulta o esclarecimento das opiniões acerca da proteção dos recursos naturais.

Palavras-chave: Recursos Hídricos. Sustentabilidade. APP.

Abstract: Currently, the protection of water resources is key to environmental conservation. Within a context of sustainability, assess the impact of economic development on the community is crucial. Thus, the objective of this study is to identify the opinion of the residents of the Encano in Indaial who lives outside near to this river, the main tributary under human pressure, where the municipal government plans to install a Water Treatment Station. Approximately 70 residents responded to the questionnaires. The results showed resistance of the people in understanding of the need to pump water from a river whose permanent preservation area is fragile, and expect in return for the enterprise more benefits to the community. Most are unaware of the technical aspects of biodiversity conservation, which makes the clarification of views on the protection of natural resources.

Keywords: Landscape use. Water Preservation. Sustainability.

Introdução

A constante preocupação da sociedade organizada do município de Indaial com a preservação da natureza e seus recursos, tem despertado um tema principal, uma água de melhor qualidade para sua população. Através deste pensamento buscamos realizar uma pesquisa avançando com os estudos para implementação de uma nova rede de captação, tratamento e distribuição de água potável no município, buscando saber a opinião dos moradores e proprietário das áreas que o projeto abrange. Projeto esse que inclui a preservação, restabelecimento do meio ambiente, com melhorias e avaliação dos impactos que a região já sofreu sobre os mananciais, principalmente em áreas de preservação permanente.

Hoje todas as versões de desenvolvimento sustentável reconhecem a necessidade de se elevarem os níveis de vida – necessariamente aumentando o consumo – em países menos desenvolvidos, elevando a degradação. O Brasil adotou novas leis das águas, em todos os estados e em nível federal, sendo São Paulo o pioneiro desse processo ao aprovar a sua lei em

¹ Departamento de Engenharia Ambiental. Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI. Rodovia BR 470 - Km 71 - no 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

1991. A lei federal foi aprovada em 1997, quando 11 estados brasileiros já dispunham de suas leis das águas. Entre as mudanças propostas, destaca-se a criação de organismos colegiados de tomada de decisões, como o Conselho Nacional e os Estaduais de recursos hídricos e os Comitês de Bacias, compostos por representantes do setor público, dos usuários públicos e privados e da sociedade civil organizada (ABERS et al., 2009).

Ao mesmo tempo, novas abordagens de gestão pública em geral estavam sendo adotadas, defendendo uma burocracia mais flexível, através de parcerias com o setor privado e organizações civis, e a maior utilização de incentivos econômicos (OSBORNE; GAEBLER, 1992).

Alguns dos fatores que influenciam o aporte de sedimentos em bacias hidrográficas, são relevos, tipos de solos, climas, usos e ocupação dos solos. Entre esses fatores a cobertura do solo tem influência decisiva nas perdas de água e solo. A capacidade de infiltração de água de um solo depende de sua granulometria, distribuição do tamanho de poros, umidade antecedente à chuva, condição superficial do solo, áreas com vegetação natural, principalmente florestas/matras, com relevo suave, solo estruturado com agregados estáveis, tendem a gerar baixo escoamento superficial e elevada infiltração de água no solo, o que influencia indiretamente na disponibilidade e na qualidade da água. Estes aspectos servirão como pano de fundo para a discussão da relação população/recursos que constitui a maior parte desta pesquisa. O desenvolvimento sustentável implica crescimento direcionado à satisfação de necessidades humanas básicas, usando tecnologias e matérias-primas de maneira que garanta que os recursos naturais continuarão disponíveis para o usufruto e a produtividade das gerações futuras (HOGAN, 1993).

Dados que envolvem elementos que muitas vezes desafiam a astúcia do pesquisador ou do homem, pois escondem em suas entrelinhas posicionamentos, opiniões, perfis, que exigem uma leitura atenta e ferramentas que possibilitem chegar com maior rapidez (condição de sobrevivência) às informações realmente pertinentes (POZZEBON; FREITAS, 1996; LESCA; FREITAS; CUNHA, 1996).

O conhecimento das propriedades e seus habitantes, referenciando tudo com grande importância para que possam ser melhor compreendidas as necessidades de cada um em relação a melhorias ou mudanças que podem ocorrer a cada morador com a instalação da ETA na localidade. Durante a entrevista vivenciamos a qualidade de vida de cada morador, dando ênfase para como cada um utiliza sua potencialidade e seus recursos naturais, se pensa em qualidade de vida e sustentabilidade visando ao futuro das próximas gerações.

Na busca pela sustentabilidade, é imprescindível o conhecimento da região efetivamente impactada, bem como o tipo e a extensão do impacto, a fim de orientar a compensação. Conforme art. 225 do texto constitucional: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. (BRASIL, 1988).

O desenvolvimento sustentável é um grande desafio para todos no dia a dia, assim como a busca por crescimento econômico e desenvolvimento social dos cinco setores em desenvolvimento torna a concretização dessa responsabilidade uma tarefa árdua. A infraestrutura a ser instalada e a forma como a riqueza gerada será distribuída entre e nos municípios beneficiados nesse ciclo, certamente será um processo decisivo para o futuro ambiental, econômico e social do país, configurando inclusive uma nova dinâmica demográfica e geopolítica capaz de gerar um futuro incerto e paradoxal. (SEABRA et al., 2011).

A viabilidade da construção de uma estação de tratamento de água com a captação do Rio Encano, com distribuição em localidades próximas, e um reservatório localizado nos altos da localidade da Polaquia, irá permitir a distribuição de água potável para a população dos bairros Encano e Polaquia, podendo evoluir para o montante da cidade de Indaial, visando suprir metas de crescimento populacional de uma cidade em desenvolvimento vertical quando o assunto é população.

A capacidade de suporte expressa o nível de população que pode ser sustentado por uma cidade em um dado nível de bem-estar. Mais precisamente, ela pode ser definida como o número de pessoas compartilhando um dado território que podem sustentar, de uma forma que seja viável no futuro, um dado padrão material de vida utilizando-se de energia e de outros recursos (incluindo terra, ar, água e minérios), bem como de espírito empresarial e de qualificações técnicas e organizacionais (HOGAN, 1993).

Para viabilização desse projeto foi necessário compreender todos os aspectos da população em torno do empreendimento, assegurando aos moradores, transparência na condução do projeto, além dos benefícios associados. De acordo com Silva et al. (2005), o efeito da cobertura do solo sobre as perdas de água e solo, pode ser explicado pela ação que a cobertura do solo tem em dissipar a energia cinética do impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície, diminuindo a desagregação inicial das partículas de solo e, conseqüentemente, a concentração de sedimentos na enxurrada; além disso, a cobertura do solo representa um obstáculo mecânico ao livre escoamento superficial da água, ocasionando diminuição da velocidade e da capacidade de desagregação e transporte de sedimentos.

Futuramente, pretende-se construir uma estação de tratamento de água, permitindo a expansão da rede de distribuição de água do município. Desta forma, justifica-se o levantamento dos dados deste projeto para melhor compreender as necessidades da área de influência direta, assim como a transparência que ocorreu durante a pesquisa em que se buscou a compreensão dos moradores com a instalação da ETA, qual seu objetivo e o impacto gerado com esta instalação. A superação de problemas ambientais exigirá mudanças fundamentais na organização social, e não simplesmente a introdução de pequenas modificações técnicas (ECLAC, 1992).

Metodologia

A pesquisa foi executada diretamente com os moradores da área rural da bacia hidrográfica do Rio Encano, de Indaial/SC (coordenadas: 26°56'55,16''S / 49°10'41,43''O), localizado a partir do montante da ponte em frente ao clube de Caça e Tiro Encano Central, tanto na margem esquerda quanto na direita, buscando obter um levantamento socioambiental, das propriedades como áreas de preservação permanente, nascentes, mata ciliar preservada, destinação de dejetos e uso de agrotóxicos em cada unidade, além de destinação da propriedade para uso e fins como lazer, descanso e moradia, agricultura e turismo, principalmente, às margens do rio.

Desta forma, foi realizado um levantamento estatístico quantitativo, planejado com perguntas diretas e questionário fechado, com foco e objetivo traçado através de pré-requisitos visando ao conhecimento do problema. Através deste procedimento e da abordagem do problema, ocorreu discussão de resultados, apresentando-se uma característica que se chama circularidade do método científico, dentro deste tipo de abordagem (CERVO; BERVIAN, 2002). Assim, será possível utilizar os dados de uma pesquisa participativa com todos os responsáveis das propriedades, buscando a totalidade de observações individuais dentro de uma área de amostragem delimitada no espaço e no tempo. Tendo em vista que uma população consiste em um conjunto de indivíduos que compartilham de, pelo menos, uma característica comum, seja sua espécie, etnia, cidadania ou religião, estes indivíduos podem retratar com maior precisão a percepção do ambiente onde estão inseridos e também destacar quais são os principais problemas que ocorrem, e que são comuns a todos os moradores.

Foi aplicada uma pesquisa censitária, sendo toda a população investigada dentro de um censo demográfico e agropecuário. Estes aspectos configuram em um ramo do conhecimento que apresenta um conjunto de processos cujo objetivo é a observação e a classificação formal dos fenômenos coletivos ou de massa.

Conforme Cervo e Bervian (2002), as amostragens não probabilísticas intencionais enquadram-se para este projeto, onde os diversos atores podem deliberadamente escolher certos elementos para pertencer a amostra, por julgar tais elementos bem representativos. O perigo desse tipo de amostragem obviamente é grande, pois o mostrador pode facilmente se equivocar em seu pré-julgamento, acarretando erros de análise.

Azevedo (2000) propõe que o planejamento de um questionário deve obedecer a algumas regras básicas, em que o principal é que possua uma lógica interna na representação exata dos objetivos e na estrutura de aplicação, tabulação e interpretação, a primeira parte do questionário exige a identificação de quem faz a pesquisa, nome da empresa, entrevistador, crítico, supervisor, para compor o controle de dados, bem como o seu número (em geral questionários são numerados).

Resultados e discussão

Já que a pesquisa almejou ser feita através de censo com todos os moradores sem exclusão ou seleção, foram entrevistados mais de 85% dos proprietários/moradores, uma ótima média. Consideramos que os dados refletem bem a composição social e organizacional da bacia hidrográfica do Rio Encano, localizado a partir do montante da ponte em frente ao clube de Caça e Tiro Encano Central. Contudo, evidências empíricas de estudos qualitativos aprofundados mostram o predomínio de baixa escolaridade, entretanto, é importante advertir, com base nas discussões levantadas, que grande parte declara possuir fossa e filtro em suas propriedades. Com o contexto da preocupação com o desenvolvimento sustentável, vale a pena reexaminar o conceito que mais de 65% relatou não fazer uso de defensivos agrícolas nas práticas do dia a dia em sua propriedade. Assim como cada indivíduo, o ecossistema tem que ser compreendido em sua relação, grande parte das áreas de preservação como encostas, áreas de nascentes e taludes constavam preservadas, porém as margens da bacia do rio apresentavam certa degradação. Além disso, dados demográficos da pesquisa indicam claramente que as características dos membros entrevistados foram predominantemente mulheres, 63% do total, sendo que 23% com entendimento científico da questão. Desta forma, esperavam tornar mais explícitas as relações entre as formas de organização social e os ecossistemas do território municipal, para que não ocorram perdas significativas de um grande investimento no futuro, foi questionada a lembrança de alguma estiagem (falta de chuva) que tenha levado à baixa do rio. Assim, 40% não lembrava ou não soube opinar e 60% afirmaram que sim, e a maioria declarou que a água do rio vem diminuindo ano a ano, trazendo uma grande preocupação.

É de grande dificuldade encontrar uma solução única para a equação população/recursos naturais, pois não é somente uma pequena população que determina a pressão sobre os recursos ou potenciais efeitos ecológicos associados, mas também um grande consumo coletivo, que por sua vez é determinado pelo sistema de valores e pelas percepções de estilo de vida de uma sociedade em pleno desenvolvimento. De acordo com o número de entrevistados dentro do território, 60% é a favor e 40% contra, quando questionados: “Você concorda com a implementação de uma ETA (Estação de Tratamento de Água) com a captação de água do rio Encano para fornecimento de água potável para os moradores do bairro Encano e Polaquia?” Este número de aprovação pode ser maior mediante a implementação de projetos como “PSA” Pagamento por Serviços Ambientais, assim com incentivo podem sustentar, de uma forma que seja viável no futuro, um dado padrão material de vida utilizando-se recursos como: terra, ar, água e minérios de forma a valorizar culturas, de melhorias agrícolas, de mudanças nos sistemas educacionais, de descobertas de novos recursos minerais mantendo os locais com total preservação.

A análise do conjunto de ecossistemas permitiria à sociedade estabelecer as relações necessárias para o desenvolvimento sustentável. O objetivo não é chegar a número mágico e sim a condições mais claras para a tomada de decisões (HOGAN, 1993).

Com certeza, a importância dessa instalação seria um marco naquela localidade, beneficiando muitas pessoas, acreditamos que cabe aos interessados deixar claro como isso será feito e desmistificar que todas as mudanças realizadas ligadas ao meio ambiente são maléficas ao produtor, e que já foi modificado com as leis ambientais, em benefício de um futuro melhor para a humanidade.

Referências

ABERS, R. N. et al. Inclusão, deliberação e controle: três dimensões de democracia nos comitês e consórcios de bacias hidrográficas no Brasil, **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 115-132, jan.-jun. 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2009000100009>>. Acesso em: 3 de maio de 2015.

ACSELRAD, H. **As Práticas espaciais e o campo dos conflitos ambientais**. In: Acelrad H. (Org.). Conflitos ambientais no Brasil. Rio de Janeiro: Relume Dumara; Fundação Heinrich Boll, 2004. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-64451993000300004>. Acesso em: 3 jun. 2015.

ATTANASIO, C. M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. 2004. 193p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

AZEVEDO, C. M. A. **A decisão de preservar: a mata ripária do Jaguari-Mirim, SP**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2000.

BANDEIRA, P. S. **Participação, articulação de atores sociais e desenvolvimento regional**. In: Textos para discussão, n. 630. Brasília: IPEA, 1999.

BENEVIDES, I. P. Planejamento governamental, produtos e territorialidades turísticas no Ceará. In: Encontro Nacional de Turismo com Base Local, 6, 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: [s.l.], 2002. p. 21.

BRASIL. Constituição (1988). Capítulo IV. Do meio ambiente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm> Acesso em: 10 maio 2015.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

ECLAC. **Sustainable development: changing production patterns, social equity and the environment**. Santiago, ECLAC, 1991 e 1992. p. 17.

HANNIGAN, John A. **Sociologia ambiental: a formação de uma perspectiva social**. Lisboa: Piaget, 1997.

HOGAN, D. J. Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável. **Lua Nova**, São Paulo, n. 31, p. 57-78, dez. 1993. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-64451993000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 3 jun. 2015.

IRVING, M. A. Áreas protegidas e inclusão social: uma equação possível em políticas públicas de proteção da natureza no Brasil? **Sinais Sociais**, v. 4, n. 12, p. 122-147, 2010.

LEFÈVRE, F.; LEFÈVRE, A. M. C.; TEIXEIRA, J. J. V. (Orgs.). **O discurso do sujeito coletivo**: uma nova abordagem metodológica em pesquisa qualitativa. Caxias do Sul: Educs, 2003.

LESCA, H.; FREITAS, H.; CUNHA JR., M. Instrumentalizando a decisão gerencial. Rio de Janeiro - RJ, **Revista Decidir**, ano III, n. 25, p. 6-14, agosto 1996.

MUELLER, C. C. **Gestão de matas ciliares**. In: LOPES, I. V. et al. (Orgs.). **Gestão Ambiental no Brasil**: experiência e sucesso. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 2000.

NUNES, E. F.; COSTA, P. R. **Estudo preliminar de viabilidade de uso para o abastecimento público de água dos mananciais Encano e Warnow em Indaial e Neisse em Apiúna**. Florianópolis, junho de 2012.

OLIVEIRA, G. **Análise dos fatores que contribuíram para a inserção dos proprietários rurais nos projetos demonstrativos do PRMC**. Monografia (Bacharelado em Gestão Ambiental) – EACH/USP, São Paulo, 2009.

OSBORNE, D.; GAEBLER, T. **Reinventing government**: how the entrepreneurial spirit is transforming the public sector. Reading, MA: Addison-Wesley, 1992.

SEABRA, Alessanda Aloise de et al. A promissora província petrolífera do pré-sal. **Revista Direito GV**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 57-74, jan.-jun. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-24322011000100004>. Acesso em: 8 maio 2015.

POZZEBON, M.; FREITAS, H. Construindo um E.I.S. (Enterprise Information System) da (e para a) empresa. São Paulo: RAUSP, v. 31, n. 4, out./dez. 1996. p. 19-30.

POZZEBON, M.; FREITAS, H. **Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolo vermelho-amarelo utilizando simulador de chuva**. Engenharia Agrícola, v. 25, n. 2, p. 409-419, 2005.

SILVA, D. D. et al. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um argissolo vermelho-amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 409-419, 2005.

TAVARES DOS SANTOS, J. V. As possibilidades das metodologias informacionais nas práticas sociológicas: por um novo padrão de trabalho para os sociólogos do século XXI. **Sociologias**, v. 3, n. 5, p. 114-46, jan.-jun. 2001.

Artigo recebido em 15/06/16. Aceito em 18/08/16.

PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: estudo de caso para a Entidade Beneficente

Pathology in construction: case study for the Entidade Beneficente

Camila Hillesheim¹
Luana Alflen Soares¹
Márcia Claudino Veiga¹
Ricardo Floriani¹

Resumo: Este *paper* tem por objetivo, destacar e apresentar técnicas de recuperação de patologias que vêm se destacando nas instalações da lavanderia da Entidade Beneficente, sendo que foi feita avaliação na parte do térreo, que no momento não está em uso devido às más condições da estrutura, e na parte do subsolo, onde se localizam as máquinas de lavagem e secadoras. Todas as obras estão sujeitas ao aparecimento de patologias, porém é necessário o conhecimento para evitá-las, e se aparecerem, deve predominar o conhecimento para a recuperação correta das patologias evidenciadas juntamente com o cumprimento das Normas Técnicas.

Palavras-chave: Patologia. Recuperação. Normas Regulamentadoras.

Abstract: This paper aims to highlight and present pathologies recovery techniques that have stood out in the laundry facilities of the Entidade Beneficente, and was made assessment on the ground, which is currently not in use due to poor condition of the structure, and part of the basement, where there are the washing machines and dryers. All works are subject to the emergence of diseases, but the knowledge to avoid them is necessary, and if they appear, should prevail knowledge for the correct recovery of the evident pathologies along with compliance with the Technical Standards.

Keywords: Pathology. Recovery. Regulatory Standards.

Introdução

Este trabalho terá como tema principal a orientação sobre os métodos de recuperação de patologias encontradas na Entidade Beneficente, seguindo as Normas Técnicas, de forma a proporcionar a segurança para as pessoas que habitam a construção.

A velocidade com que o mercado da construção civil se expandiu acabou incentivando a adoção de técnicas construtivas ainda não muito aprimoradas, como os materiais de baixa qualidade e a contratação de mão de obra de baixa qualificação. (LAPA, 2008)

É muito comum o aparecimento de patologias em obras, que geralmente são ocasionadas pela má execução da construção ou erro de projeto. Devido aos problemas que vão aparecendo, é necessário que sejam resolvidos, uns com maior rapidez e outros com nem tanta, mas é onde entram as normas técnicas, para que a patologia seja evitada, amenizada ou totalmente recuperada, de forma a proporcionar segurança.

Dessa forma é de muita importância se ter o conhecimento de como executar uma obra corretamente, a fim de evitar problemas futuros e com maior segurança para o cliente.

Patologia

Patologia pode ser descrita como a parte da engenharia que estuda as origens, os sintomas, as causas e os mecanismos dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo aprofundado

¹ Faculdade Metropolitana de Rio do Sul – FAMESUL – Rodovia BR 470 – Km 140 – nº 5.253 – Bairro Itoupava – 89160-000 – Rio do Sul/SC Fone (47) 3531-7000

das partes que compõem o diagnóstico do problema. A palavra patologia deriva-se do grego, onde *pathos* significa doença e *logia* significa ciência, estudo (SILVA, 2011).

Desse modo, a patologia nas edificações se dedica ao estudo de anomalias ou problemas (possíveis doenças) do edifício e as alterações anatômicas e funcionais causadas no mesmo. Estas doenças podem ser adquiridas congenitamente, ou seja, durante a execução da obra (emprego inadequado de materiais e métodos construtivos) ou na concepção do projeto, ou mesmo serem adquiridas ao longo de sua vida. A morte da estrutura neste caso seria comparável à sua ruína. Dependendo do tipo e porte da obra, a ruína de uma edificação pode ocasionar perdas de centenas de vidas, além de perdas financeiras. (SILVA, 2011, p. 1).

Essas patologias manifestam-se de diversas formas, podendo ser como fissuras, trincas, infiltrações, umidade, ferragens expostas, recalques. Por serem encontradas de diversos aspectos, dá-se o nome de patologia.

Atualmente existem várias técnicas para diagnosticar uma manifestação patológica. Diversos ensaios destrutivos e não-destrutivos têm surgido com intuito de realizar o prognóstico das doenças nas edificações. Em linhas gerais, estes ensaios podem ser utilizados para fornecer informações como mapeamento das estruturas, tamanho, profundidade, condições físicas, ou para fornecer parâmetros que estão associados aos processos de deterioração ou risco de danos às estruturas. Assim, convém consultar especialistas para empregar a melhor técnica e com isso obter análises mais eficientes e confiáveis (SILVA, 2011, p. 2).

Há diferença entre patologia e manifestação patológica. A patologia se refere à ciência formada por um conjunto de teorias que tenta explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica. Já uma manifestação patológica é a expressão resultante de um mecanismo de degradação (SILVA, 2011).

Em princípio, o profissional formado atualmente nas universidades brasileiras não está habilitado para atuar na área de patologia das construções. Pela necessidade de conhecimento amplo sobre o funcionamento das construções, envolvendo reações químicas e solicitações mecânicas, este campo da engenharia civil tem sido tratado como uma especialidade (SILVA, 2011, p. 2).

Infiltrações e umidade nas edificações

Infiltrações e danos devido à umidade são muito comuns nas edificações nos dias de hoje. Devido à má execução dos projetos, produtos de má qualidade, falta de preparo e qualificação dos profissionais e descaso com os fatores naturais são as principais causas desses problemas. Apesar de serem danos primários, podem acarretar problemas futuros como a armadura aparente e sua corrosão, causando danos à estrutura (STORTE, 2014).

Infiltrações

As infiltrações são muito comuns nas edificações, geralmente são ocasionadas pela má instalação hidráulica do local, causando vazamentos e danos à estrutura. Para que não ocorra a infiltração, é necessário que a instalação seja bem-feita, possuindo uma vedação correta, impedindo assim que a água entre em contato com o concreto.

Segundo Zamboni (2013), as infiltrações podem aparecer em diversos ambientes da casa, porém, surgem com maior frequência em locais chamados de áreas molhadas, como banheiros, cozinhas e áreas de serviço, são cômodos que concentram a instalação hidráulica da residência. Também podem ser ocasionadas pela absorção da umidade do solo, para isso deve ser feita uma boa impermeabilização da estrutura, dificultando o processo.

A falta de impermeabilização adequada antes da colocação de revestimentos em lajes, pisos e paredes é a principal causa da umidade, mas pode ser causada pela má instalação de portas e janelas, ocorrendo infiltração nos caixilhos e portas mal vedadas. De início, a infiltração pode parecer algo irrelevante e que não influenciará na edificação, porém, o problema é grande, e quando não tratado pode se agravar. Alguns danos são visíveis, podendo ser vistos na pintura local, mas, o maior dano é aquele que não podemos ver, é aquele que está localizado no interior da obra, danificando a estrutura aos poucos sem que a gente perceba (STORTE, 2014).

Como prevenir

O meio mais coerente de prevenir infiltrações, é seguir uma sequência de exigências, dentre as quais se destacam:

- Analisar com cuidado a mancha de umidade, pois uma parede que apresenta umidade rente ao chão, com altura até um metro, pode indicar que não houve impermeabilização adequada da fundação do imóvel, ou uso incorreto da cola de revestimento, ou ainda que o problema pode vir de construções próximas.

- Manchas arredondadas próximas a canos ou registros podem indicar pequenos vazamentos nas redes hidráulicas (ZAP IMÓVEIS, 2013).

Assim que a causa for detectada, deve-se fazer o reparo o mais breve possível para evitar maiores complicações. Se a causa for vazamentos em canos, é necessário a quebra da parede no local afetado e substituição do cano danificado. Se o problema for no revestimento das paredes, é preciso descascar todo o revestimento e refazê-lo com aplicação prévia de produtos impermeabilizantes misturados à massa. (ZAP IMÓVEIS, 2013).

Se as execuções dos serviços forem feitas com produtos de boa qualidade, equipes especializadas e manutenção periódica, a qualidade e a durabilidade da construção se mantém por um período mais longo.

Eflorescência

São depósitos cristalinos, geralmente brancos, que surgem na superfície dos revestimentos, podendo aparecer em pisos, paredes ou tetos, resultam da migração e posterior evaporação de soluções aquosas salinizadas. Os sais solúveis estão presentes nas argamassas das alvenarias, emboço e rejuntas. Esses materiais formam poros por onde os sais migram para a superfície, juntamente com a água utilizada na construção ou vinda de infiltrações e em contato com o ar, se solidificam formando depósitos (PINHAL, 2009).

As florescências podem ser divididas em dois grandes grupos: subflorescências (criptoflorescências) e eflorescências. As subflorescências são florescências não visíveis, porque os depósitos salinos se formaram sob a superfície da peça, enquanto que nas eflorescências os depósitos salinos se formam na superfície dos produtos cerâmicos (MENEZES et al., 2006, p. 38).

As eflorescências não oferecem riscos à estrutura, apenas a estética fica comprometida, portanto, as subflorescências podem produzir esforços mecânicos consideráveis, pois a

cristalização fica retida no interior do material. Há casos em que os sais constituintes podem ser agressivos e causar degradação profunda atingindo as armaduras, causando, então, a corrosão (MENEZES et al., 2006).

Causas

- Presença de sais nos materiais usados no preparo da argamassa.
- Ausência de corte capilar.
- Presença de fissuração estrutural.
- Empolamento de materiais de revestimento.
- Aplicação sob condições inadequadas como períodos de chuva e frio.
- Má execução no preenchimento de juntas. (WEBER, 2013).

Corrosão em armadura

A corrosão pode ser definida como sendo a deterioração de uma liga ou metal, surge a partir de sua superfície, pelo meio onde se encontra inserido. O processo envolve reações de oxidação e redução que convertem o metal em óxido, hidróxido ou sal (SILVA et al., 2015).

Para Souza e Ripper (1998, p. 17), “cada material ou componente reage de uma forma particular aos agentes de deterioração a que é submetido, sendo a forma de deterioração e a sua velocidade função da natureza do material ou componente e das condições de exposição aos agentes de deterioração”.

Com o envelhecimento das estruturas e a constatação de diferentes comportamentos de peças idênticas, desde que sujeitas a ambientes diversos, veio a conseqüente possibilidade de colecionar dados concretos quanto à performance das mesmas, e “o fato de uma estrutura em determinado momento apresentar-se com desempenho insatisfatório não significa que ela esteja necessariamente condenada [...]” (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 18).

A recuperação de uma estrutura com problemas de corrosão de armaduras tem um custo elevado, e requer uma intervenção delicada e conhecimento no assunto. Deve ser projetada em detalhes, os materiais e equipamentos devem ser especificados tecnicamente, e os procedimentos devem ser realizados com precisão desde a preparação, limpeza, aplicação, acabamento e proteção, chegando ao final do processo com êxito e com uma estrutura durável (HELENE, 2000).

Para a eleição da solução é necessário ponderar aspectos técnicos de confiabilidade na efetividade da reparação proposta comparativamente com o custo que essa intervenção representa. Por outro lado, não se pode esquecer de verificar se está disponível uma mão de obra qualificada para o serviço, se existem os equipamentos adequados, e se os materiais são disponíveis a preços convenientes no local da obra. Finalmente a solução proposta muitas vezes depende do prazo de execução, cura e reutilização da obra, pois em indústrias, por exemplo, é frequente que o tempo disponível para uma reparação seja muito pequeno. (HELENE, 2000, p. 11).

Recuperação de armadura com corrosão

Para iniciar os trabalhos de recuperação e reforço das armaduras, deve-se primeiro preparar a superfície que será tratada. Entre as principais etapas, estão:

-
- Definir a área a ser tratada.
 - Polimento, quando a superfície se encontra muito áspera.
 - Lavagem e limpeza da superfície.
 - Remoção de resíduos com uso de soluções ácidas ou alcalinas, tomando cuidados para a retirada total das mesmas no final do processo.
 - Remoção de resíduos com uso de jato d'água, areia ou ar comprimido;
 - Escovação manual com escova de aço, indicada para pequenas áreas.
 - Apicoamento, é utilizado para retirada da camada externa de concreto.
 - Saturação, serve para aumentar a aderência do material de recuperação.
 - Corte de concreto, se faz necessário quando se deve promover uma remoção mais profunda do concreto danificado. Para que tenha uma boa aderência do novo concreto, é necessário que se faça os cortes com cantos arredondados (SILVA, 2006).

Após o término do corte do concreto, deve-se seguir uma sequência de limpeza:

- Jateamento de areia.
- Jateamento de ar comprimido.
- E jateamento com água.
- Tratamento prévio das armaduras com aplicação de pintura específica para proteção.
- Substituir as barras se necessário (SILVA, 2006).

Após serem feitos todos os processos de limpeza da área afetada e das armaduras, deve-se preencher a área com a argamassa apropriada.

Segundo Souza e Ripper (1998), “pode-se dizer que, na prática, a cura é a última de todas as operações importantes na execução de uma peça de concreto armado, com reflexos diretos na resistência e durabilidade da estrutura”.

O ponto em que cada estrutura, em função da deterioração, atinge níveis de desempenho insatisfatórios varia de acordo com o tipo de estrutura. Algumas delas, por falhas de projeto ou de execução, já iniciam as suas vidas de forma insatisfatória, enquanto outras chegam ao final de suas vidas úteis projetadas ainda mostrando um bom desempenho. (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 18).

Trincas e fissuras

De acordo com Lapa (2008), as trincas e rachaduras podem ser provenientes de uma simples acomodação estrutural no terreno ou de um comprometimento severo da alvenaria estrutural da edificação. São fenômenos próprios e inevitáveis, podendo se manifestar em cada uma das três fases de sua vida: fase plástica, fase de endurecimento e fase de concreto endurecido.

Na fase plástica podem surgir trincas em virtude da retração plástica e do assentamento plástico; na fase de endurecimento, em virtude de restrições à precoce movimentação térmica, à precoce retração do endurecimento e ao assentamento diferencial dos apoios; na fase de concreto endurecido, as principais causas do aparecimento das trincas e fissuras são o sub- dimensionamento, o detalhamento inadequado, a construção sem os cuidados indispensáveis, as cargas excessivas, o ataque de sulfatos ao cimento do concreto, a corrosão das armaduras devida ao ataque de cloretos, a carbonatação e a reação álcali- agregado (LAPA, 2008, p. 41).

Quando observamos uma estrutura com trincas ou fissuras, devemos dar atenção e investigar as possíveis causas, pois pode ser um sinal de alerta de inúmeros problemas futuros, como aviso de problema estrutural ou comprometimento da edificação.

Causas

- Variações térmicas.
- Deformação excessiva do concreto armado.
- Recalques diferenciais.
- Retração hidráulica.
- Ninhos e falhas de concretagem.
- Recobrimento inadequado das armaduras.
- Devido à carga estrutural (STORTE, 2014).

Estudo de caso

Visão geral da obra

Figura 1. Vista geral do local



Fonte: Os autores

Na figura acima, podemos observar que as paredes e piso em geral apresentam manchas de umidade e fungos, e no teto alguns pontos com desprendimento de reboco, deixando armaduras expostas, as quais apresentam corrosão. Trata-se de uma área que está desativada a alguns anos e não vem recebendo manutenção. Para que este ambiente seja recuperado e permaneça em condições de uso, iremos descrever os procedimentos para sua recuperação e para que não ofereça riscos aos ocupantes que por ali circulam.

Infiltração

Na figura a seguir podemos observar que algum tipo de infiltração está causando umidade excessiva no piso e vestígio de umidade na parede. Em primeiro lugar iremos identificar o que está causando esta umidade, se é uma infiltração interna ou externa, interna se for o caso de alguma tubulação que tenha se rompido, ou externa se for proveniente de água de chuva.

Figura 2. Piso com infiltração



Fonte: Os autores

No caso de infiltração interna, serão tomadas as providências e substituída essa tubulação. No caso de infiltração por agente externo, será executado um dreno na melhor posição possível que atenda a essa necessidade. E também o tratamento adequado para as paredes.

No caso de infiltração externa, podemos realizar o tratamento com drenagem, seguindo as etapas:

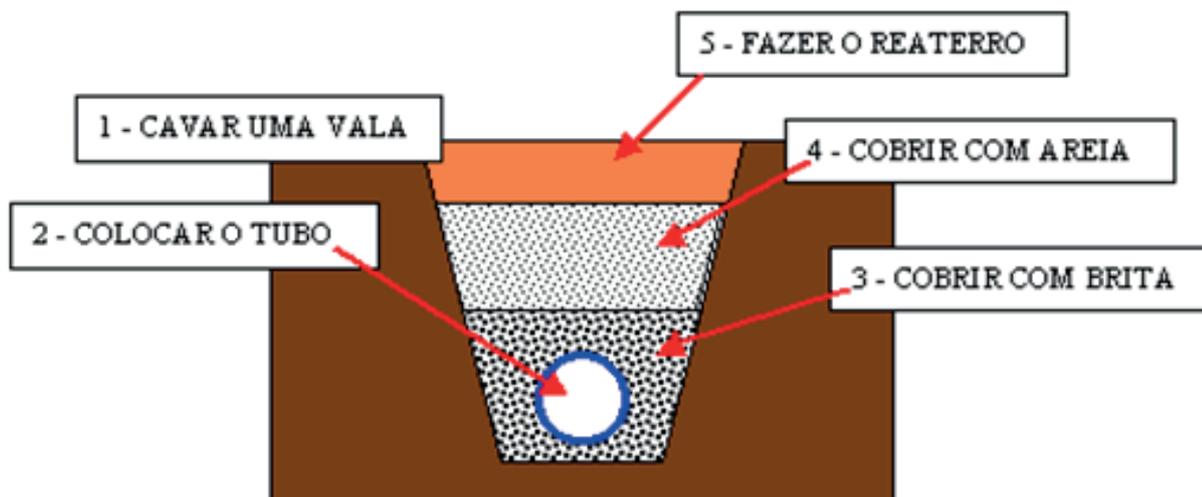
1 – Abre-se uma vala, coloca-se o tubo e faz-se um filtro por cima. Se o tubo tiver furos somente num dos lados, coloca-se este lado para baixo.

O tubo deve ser assentado com uma declividade mínima de 2%.

2 – O filtro é feito com uma camada de pedra britada que deve envolver todo o tubo. Podem ser utilizados no lugar de pedra brita seixos rolados ou qualquer outro material granulado.

3 – Sobre a pedra britada coloca-se uma camada de areia. O filtro serve para não deixar a terra (que é fina) entrar no tubo. Se entrar terra, o tubo vai entupir (WATANABE, 2010).

Figura 3. Tubos de drenagem



Fonte: Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/roberto/percolacao/perc8.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

Umidade

Como podemos observar na Figura 1, de um modo geral a umidade afeta as paredes da construção, assim como é o caso da Figura 4. Baseados nas figuras, sugerimos o mesmo tratamento com um revestimento impermeabilizante para todas as paredes localizada à direita da Figura 1, que por ter contato direto com o talude se torna um local vulnerável à umidade.

Figura 4. Desprendimento de reboco causado por umidade e falta de manutenção



Fonte: Os autores

Para tratar a umidade da parede, pode-se realizar um revestimento impermeabilizante, semiflexível, bicomponente (A+B), à base de cimentos especiais, aditivos minerais e polímeros de excelentes características impermeabilizantes. Resistente às altas pressões hidrostáticas, tanto positivas quanto negativas. Resiste até 60 m.c.a. (BRASIL ENGENHARIA, 2014).

Pode ser aplicado sobre superfícies de concreto, alvenaria e argamassa isenta de cal e sem aditivo impermeabilizante. O sucesso da aplicação começa no preparo da superfície. É importante que ela esteja limpa, sem partes soltas e resíduo de óleo ou desmoldantes.

1- Despeje em um balde o componente A (resina). Em seguida, adicione o componente B (pó cinza). Misture – de três a cinco minutos – até obter uma pasta homogênea e sem grumos (grãos).

2- Molhe com água a superfície de aplicação. Depois, com o auxílio de uma trincha, aplique em toda a área desejada – sempre no sentido cruzado e em camadas uniformes. Aguarde de duas a seis horas até secar para dar a segunda e terceira demãos.

3- Pronto, a superfície está protegida contra a umidade e pronta para receber o revestimento (BRASIL ENGENHARIA, 2014).

Armaduras expostas

Na construção observamos vários pontos de armaduras expostas e com sinais de corrosão. A figura a seguir apresenta uma fissura na laje seguida de desprendimento de uma placa de concreto, deixando a armadura exposta, provavelmente causada por umidade.

Figura 5. Armadura exposta



Fonte: Os autores

Na parte superior temos uma lavanderia, onde deve ser feito um levantamento do destino dado à água utilizada, pois no dia da visita puderam-se observar alguns pontos de uso incorreto dos despejos. Segundo informação, esse fato acontece esporadicamente, somente quando há acúmulo de roupa.

Procedimento para correção de armaduras expostas na laje:

- Limpar a área criando uma superfície aderente. Com um martelo localizar as áreas não aderidas ou deterioradas. Demarcar a área a ser reparada mediante corte mínimo de 0,5 cm de profundidade. Apicoar e eliminar todas as áreas deterioradas ou não aderidas, formando arestas retas.

- Retirar todo o concreto em volta das armaduras corroídas, deixando, no mínimo, 2 cm livres em seu contorno. Inspeccionar a ferragem quanto à redução de área resistente por oxidação. Se a seção da armadura estiver muito deteriorada e com perdas, será necessário substituí-la.

- Se a armadura estiver com uma agressão apenas superficial, limpe a armadura eliminando a ferrugem com uma escova de aço ou jato de areia. Aplicar sobre toda área da armadura, com pincel, uma camada de um produto inibidor de corrosão, evitando manchar o concreto. Deixar secar totalmente, por no mínimo uma hora.

- A superfície deve estar resistente, rugosa, limpa e isenta de partículas soltas, pintura ou óleos que impeçam a aderência do produto.

- Molhar a área a ser recuperada, regulando a absorção de água da base para evitar perda de água da argamassa de recuperação.

- Iniciar a recuperação da área chapando Reparo Estrutural quartzolit e, depois, moldando-a com colher.

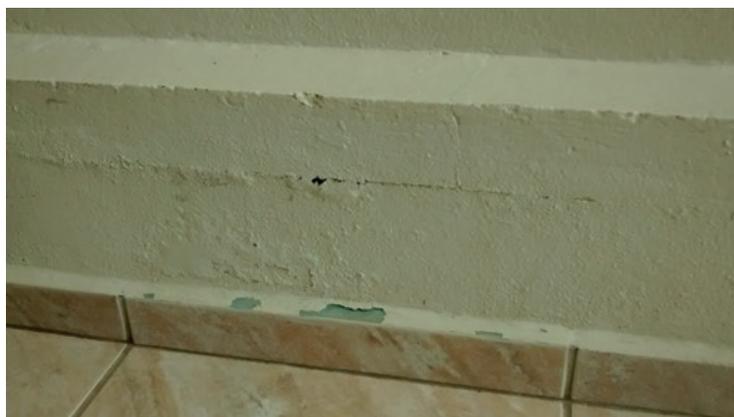
- Aplicar em camadas de 0,5 cm a 5 cm no máximo, preenchendo a área a ser recuperada. Compactar as camadas. Para espessuras maiores que 5 cm, fazer em duas camadas, com espaço de tempo entre as camadas de, aproximadamente, 6 horas (WEBER, 2016).

Eflorescência

A umidade interior da alvenaria chega à superfície transportando sais, esta água evapora ficando apenas os sais, estes sais se recristalizam formando a eflorescência. Mesmo que as paredes possuem baixa permeabilidade ao vapor d'água, a umidade no interior da parede é eliminada pela sua superfície. (ATLAS, 2016)

Alguns fatores que ajudam no surgimento da eflorescência são a quantidade de água, tempo de contato, elevação de temperatura e porosidade do material.

Figura 6. Manchas de eflorescência, causadas pela umidade



Fonte: Os autores

Uma forma de evitar as eflorescências nas argamassas é a utilização de cimento com baixo teor de hidróxido de cálcio, como exemplo CPIV (pozolânico) ou cimento tipo RS (resistente a sulfatos) caso não for possível utilizar o cimento CPIII (ATLAS, 2016). “A utilização de aditivos redutores de água e uma eficiente cura do concreto (baixa porosidade superficial) também são benéficas, pois proporcionam uma argamassa mais densa, impermeável e de menor porosidade capilar”. (ATLAS, 2016, p. 2).

Para limpeza do local, recomenda-se o uso de ácido sulfâmico ou ácido amidossulfônico. Utilizar uma solução em torno de 5%, tomar cuidado para não ter contato com superfícies metálicas e outras adjacentes. Quando a superfície estiver limpa, lavar todo o local com água em abundância.

Considerações finais

Com o decorrer do trabalho, conclui-se que, geralmente, as manifestações patológicas estão relacionadas aos componentes dos materiais utilizados e à técnica construtiva, o que reflete no desconhecimento de normas pelos profissionais que lidam com o assunto e a falta de cuidado na preparação e aplicação do material. E também temos como exemplo, a importância de saber qual atividade será executada no local, para evitarmos danos futuros. Através do diagnóstico são identificadas as origens do problema, as causas precisas, os fenômenos e seus mecanismos de ocorrência. Entendida a situação, o patologista está capacitado a definir a conduta a ser seguida com relação ao problema.

Nesse estudo de caso pudemos verificar que o local foi parcialmente prejudicado pela forma que era executada a secagem das roupas e a falta de manutenção contribuiu. No caso da secagem, esta gera vapor e este vapor causa umidade, e essa umidade é absorvida pelas paredes e laje. Sendo assim, as paredes, laje e piso, necessitariam de uma impermeabilização.

Para que esta obra volte a ser utilizada como um depósito, que é a pretensão da instituição, um estudo mais aprofundado sobre a atividade de lavanderia que é executada na parte superior deveria ser realizado, para não ter problemas futuros com vazamentos e vibrações.

Em se tratando do objetivo do trabalho, temos como sugestão a reparação das armaduras expostas na laje, vedação das tubulações que passam pela laje, assim como reparação das armaduras e laje que foram perfuradas para passagem das mesmas. Execução do dreno e impermeabilização geral das paredes. Se possível, para a pintura utilizar uma tinta antiumidade.

Referências

ATLAS. Eflorescência. Disponível em: <<http://www.ceratlas.com.br/ceramicaatlas/upload/manuais/Novo/eflorescencia.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2016.

HELENE, Paulo R. L. **Quais as alternativas para reparar estruturas de concreto com problemas de corrosão de armaduras?** IV Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto. São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://engipapers.com.br/artigos/00256DUCO2000.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2016.

LAPA, José Silva. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. 2008. 56 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia,%20Recupera%E7%E3o%20e%20Reparo%20das%20Estruturas%20de%20Concreto.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2016.

PINHAL. **O que é massa corrida?** Colégio de Arquitetos, 2009. Disponível em: <<http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/author/pinhal/page/8/>>. Acesso em: 1 jun. 2016.

MENEZES, R. R. et al. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção – revisão. **Cerâmica**, v. 52, n. 321, p. 37-49, mar. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v52n321/05.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2016.

WEBER, Saint-Gobain. **Tratamento de zonas afetadas por humidades, eflorescências, criptoflorescências e fungos**. InovaDomus, 2013. Disponível em: <<http://www.inovadomus.pt/cooperar/wp-content/uploads/2013/07/06guia.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2016.

SILVA, Erick Almeida da. **Técnicas de recuperação e reforço de estrutura de concreto armado**. 2006. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-06/civil-46.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2016.

SILVA, Fernando Benigno. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. 2011. **Téchne**, edição 174, set. 2011. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/174/patologia-das-construcoes-uma-especialidade-na-engenharia-civil-285892-1.aspx>>. Acesso em: 28 de maio 2016.

SILVA, Marcos V. F. et al. Corrosão do aço-carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de química. **Química Nova**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 293-296, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422015000200293>. Acesso em: 5 jun. 2016.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAGL4kAA/patologia-recuperacao-reforco-estruturas-concreto-1?part=3>>. Acesso em: 30 maio 2016.

STORTE, Marcos. **Manifestações patológicas na impermeabilização de estruturas de concreto em saneamento**. 2014. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=703>>. Acesso em: 28 maio 2016.

BRASIL ENGENHARIA. **Viapol ensina a eliminar umidade em paredes e alicerces**. Engenho Editora Técnica Ltda., 3 jul. 2014. Disponível em: <<http://www.brasilengenharia.com/portal/construcao/9350-viapol-ensina-a-eliminar-umidade-em-paredes-e-alicerces>>. Acesso em: 1 jun. 2016.

WATANABE, Roberto Massaru. **Como funcionam os tubos de drenagem. 2010. Disponível em:** <<http://www.ebanataw.com.br/roberto/percolacao/perc8.htm>>. Acesso em: 30 maio 2016.

WEBER. **Como recuperar e reforçar estruturas de concreto**. Disponível em: <<http://www.weber.com.br/reparos-reforc-os-e-protecao-de-concreto/ajuda-e-dicas/solucoes-construtivas/reforcar-e-recuperar-estruturas/como-recuperar-e-reforcar-estruturas-de-concreto.html>>. Acesso em: 31 maio 2016.

ZAMBONI, Isabela. **Como lidar com infiltrações**. 2013. Disponível em: <<http://revistacasalinda.com.br/reforma/como-lidar-com-infiltracoes/>>. Acesso em: 1 jun. 2016.

ZAP IMÓVEIS. Saiba como evitar infiltrações na sua casa. 2013. Disponível em: <<http://revista.zapimoveis.com.br/saiba-como-evitar-infiltracoes-na-sua-casa/>>. Acesso em: 29 maio 2016.

Artigo recebido em 15/06/16. Aceito em 18/08/16.

TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS: estudo de caso para o supermercado Gumz em Pomerode/SC

Solid waste screening: case study for supermarket Gumz in Pomerode/SC

Franciele Laís Marquardt¹

Luis Augusto Ebert¹

Resumo: Atualmente, a destinação final de resíduos sólidos é foco de importantes questões para tomada de decisão no que tange à adequada gestão ambiental. Este trabalho teve como objetivo levantar informações sobre a gestão de resíduos, utilizando como estudo de caso um supermercado em Pomerode/SC. Desta forma, foi possível identificar a principal dificuldade na segregação dos resíduos gerados. Assim, pode-se proceder com uma política de Educação Ambiental para os colaboradores, visando minimizar os impactos ambientais da empresa e também no seu entorno.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Segregação. Educação Ambiental.

Abstract: Currently, the disposal of solid waste is the focus of important issues for decision making regarding the proper environmental management. This study aimed to gather information on waste management, using as a case study supermarket in Pomerode / SC. Thus, it was possible to identify the main difficulty in sorting the waste. An environmental education policy for employees was implemented to minimize the environmental impacts of the company and also its surroundings.

Keywords: Solid Waste. Segregation. Environmental Policy.

Introdução

Um dos grandes problemas que ameaça a vida do planeta Terra, sem dúvida, são os resíduos, porque além de poluírem o solo, a água e o ar, também atraem animais que veiculam doenças. Vivemos numa sociedade consumista onde as pessoas são valorizadas através da quantidade de bens que possuem. Normalmente, quem possui maior poder aquisitivo, acaba por consumir mais, respectivamente produzindo mais lixo quando comparado ao resto da população. (OLIVEIRA, 2006).

Atualmente, a propaganda vem estimulando o consumo de materiais descartáveis, porém, em nenhum momento, pensou-se nos resíduos gerados durante a fabricação, se estes serão recicláveis ou não, e onde iremos descartá-los. (OLIVEIRA, 2006).

Uma alternativa para este problema é a coleta seletiva, possibilitando que seja feita a separação dos resíduos com o melhor reaproveitamento do papel, vidro, metal, plástico e da matéria orgânica. (INSTITUTO AKATU, 2007).

Somente com a criação de novos hábitos poderemos contribuir para a construção de uma sociedade mais consciente, mais civilizada, mais atenta, mais comprometida e "mais limpa". (OLIVEIRA, 2006).

A aplicação deste projeto tem como objetivo fazer o levantamento dos resíduos gerados em um comércio varejista e identificar a principal dificuldade na segregação destes resíduos, implantando a Educação Ambiental e minimizando o impacto ambiental na empresa e no seu entorno.

Despertar os funcionários sobre a importância da coleta seletiva e o reaproveitamento dos materiais recicláveis, para que assumam atitudes que possibilitem a redução na geração

¹ Departamento de Engenharia Ambiental. Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI. Rodovia BR 470 - Km 71 - no 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

dos resíduos sólidos e a correta destinação destes, tanto no estabelecimento quanto em suas residências.

Fundamentação teórica

Os **resíduos sólidos** são todos os **restos sólidos** ou **semisólidos** das atividades humanas ou não humanas, que embora possam não apresentar utilidade para a atividade fim de onde foram gerados, podem virar insumos para outras atividades.

Resíduos sólidos são definidos como sendo aqueles resíduos nos estados sólido e semisólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. (ABNT, 2004).

Até algum tempo atrás os resíduos eram definidos como algo que não apresentava utilidade e nem valor comercial. No entanto, esse conceito mudou. Atualmente, a maior parte desses materiais pode ser aproveitada para algum outro fim. (FARIA, 2015b).

Os resíduos são separados de acordo com o tipo e composição química, podendo ser “Resíduo Reciclável” ou “Resíduo Inorgânico”: papel, plástico, metal, alumínio, vidro; ou “Resíduo Não Reciclável” ou “Orgânico”: resíduos que não são recicláveis, ou resíduos recicláveis contaminados, como por exemplo, restos de alimentos, papel toalha, folhas, grama, animais mortos, esterco, papel, madeira etc.

A periculosidade do resíduo também deve ser levada em conta:

Resíduos perigosos (Classe I): são aqueles que por suas características podem apresentar riscos para a sociedade ou para o meio ambiente. São considerados perigosos também os que apresentem uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade. Na norma estão definidos os critérios que devem ser observados em ensaios de laboratório para a determinação destes itens. Os resíduos que recebem esta classificação requerem cuidados especiais de destinação.

Resíduos não perigosos (Classe II): apresentam nenhuma das características acima, podem ainda ser classificados em dois subtipos:

Classe II A – não inertes: são aqueles que não se enquadram no item anterior, Classe I, nem no próximo item, Classe II B. Geralmente apresentam algumas dessas características: biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.

Classe II B – inertes: quando submetidos ao contato com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, com exceção da cor, turbidez, dureza e sabor. (ABNT, NBR 10004, 2004).

Metodologia

O Projeto de Pesquisa foi realizado no estabelecimento GUMZ COMÉRCIO E INDÚSTRIA LTDA., CNPJ: 03.277.259/0001-72, INSCRIÇÃO ESTADUAL: 254.169.201, que se encontra na Rua Luiz Abry, nº 1387, em Pomerode/SC.

O estabelecimento GUMZ COMÉRCIO E INDÚSTRIA LTDA. desenvolve atividade de comércio varejista na comercialização de gêneros alimentícios em geral, utilidades domésticas, ferramentas e ferragens, produtos agropecuários, padaria e beneficiamento de carnes e frios.

Conta atualmente com 70 funcionários, sendo distribuídos nos setores de padaria, caixas e empacotadores, açougue, reposição, frios, conferência, motorista e setor administrativo.

Os resíduos sólidos gerados no estabelecimento são separados pelos próprios funcionários no setor em que o resíduo é gerado. Os resíduos são dispostos em lixeiras identificadas. São

dois os tipos de lixeiras utilizadas: lixeira para resíduo sólido seco, lixeira para resíduo não reciclável, além de tambores específicos para acondicionamento de resíduos cárneos, lâmpadas fluorescentes, pilhas, baterias e vidros. Nas lixeiras são utilizados sacos plásticos com cores específicas para facilitar a identificação dos resíduos, sendo a cor preta para o resíduo não reciclável, azul para o lixo seco.

A substituição dos sacos plásticos é realizada diariamente no final do expediente e/ou quando houver atingido a capacidade de 2/3 do recipiente. Os resíduos são levados do setor onde são gerados para a área externa do estabelecimento e depositados em contêineres, onde aguardam o transporte para destinação final.

Os contêineres são compartimentos fechados de fácil higienização, estão devidamente identificados para facilitar a coleta e contam com quatro contêineres para resíduo orgânico. Há também um depósito para armazenamento dos resíduos recicláveis; o depósito é de alvenaria em suas laterais com espaço aberto para ventilação na parte superior; o piso é de concreto de fácil higienização. O local é identificado com placa para facilitar a coleta.

A educação ambiental é uma atividade meio que não pode ser percebida como mero desenvolvimento de “brincadeiras” com crianças e promoção de eventos em datas comemorativas ao meio ambiente. Na verdade, as chamadas brincadeiras e os eventos são parte de um processo de construção de conhecimento que tem o objetivo de levar a uma mudança de atitude. “O desafio de um projeto de educação ambiental é incentivar as pessoas a se reconhecerem capazes de tomar atitudes” (MEIRELLES; SANTOS, 2005, p. 35).

Os proprietários e funcionários da Gumz Indústria e Comércio são capacitados através de palestras que abordam sobre a realização da segregação correta dos resíduos, destinação correta de cada tipo de resíduo, o armazenamento temporário e também os cuidados e a necessidade da utilização de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) quando executar o manejo dos resíduos sólidos.

Ainda na parte de educação ambiental, é realizado no supermercado o monitoramento semanal de todas as lixeiras espalhadas no estabelecimento. Cada setor possui em seu mural um calendário de separação de resíduos, sempre que o resíduo está separado corretamente o setor ganha um adesivo de estrelas. No final do mês, o setor com maior número de estrelas ganha um brinde.

Resultados e discussão

A primeira pesquisa realizada foi no mês de janeiro, quando foi feito o levantamento dos resíduos mais gerados no estabelecimento. Eles são classificados em orgânicos e recicláveis.

RECICLÁVEIS – Classe II

- PAPEL
- PAPELÃO
- PLÁSTICO
- COPOS PLÁSTICOS LIMPOS
- BOBINAS DE PLÁSTICOS
- EMBALAGEM DE PRODUTOS LIMPOS

ORGÂNICOS – Classe II

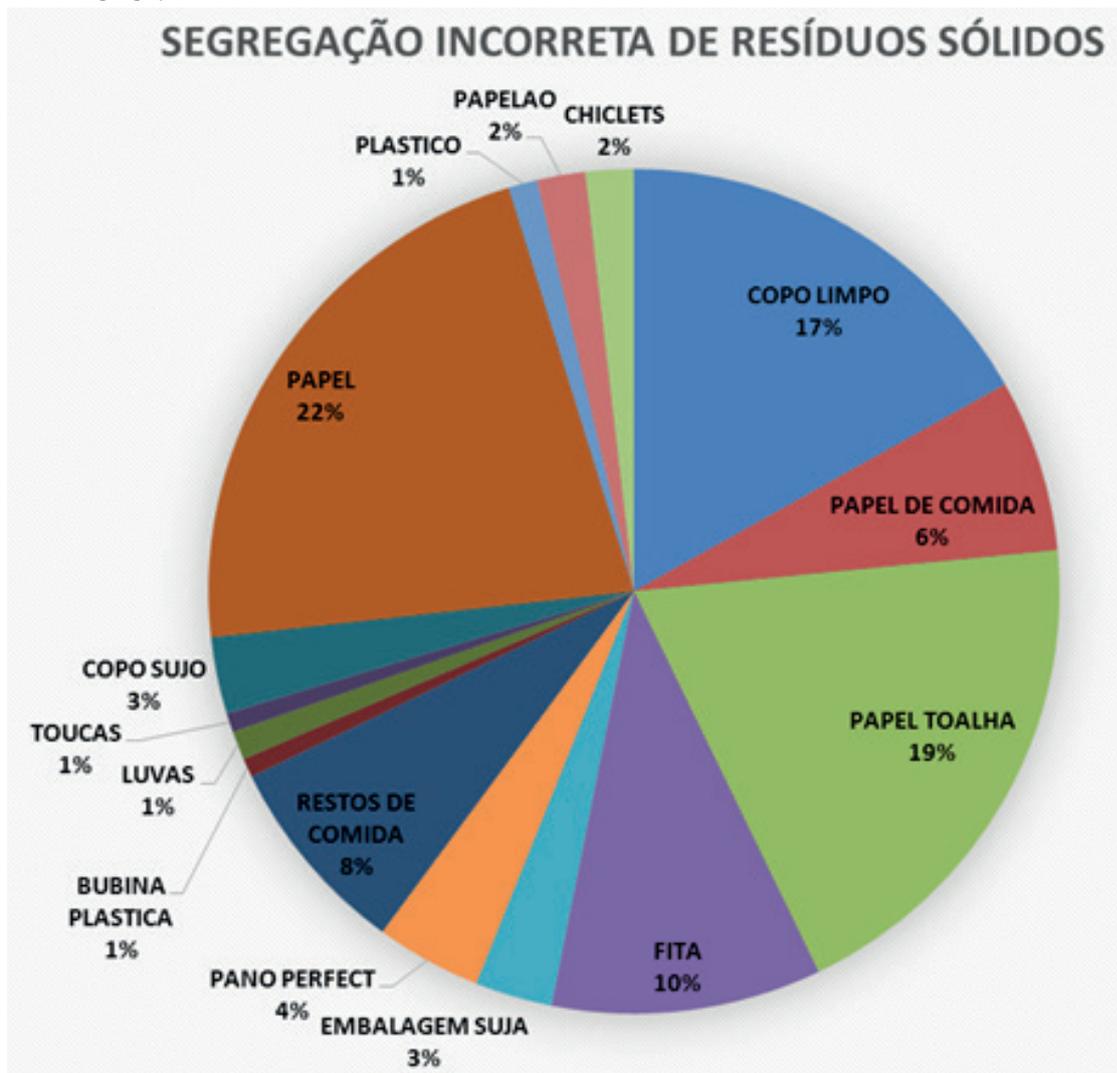
- RESTOS DE ALIMENTOS
- PAPEL TOALHA
- PAPEL HIGIÊNICO
- PAPEL DE COMIDA COM ÓLEO VEGETAL
- COPOS PLÁSTICOS SUJOS

- PANO *PERFECT*
 - ESPONJAS
 - ETIQUETAS E FITAS COM COLA
 - EPI: TOUCAS E LUVAS
 - ISOPOR
 - CHICLETES
 - EMBALAGEM DE PRODUTOS SUJOS
- RESÍDUOS PERIGOSOS – Classe I**
- PILHAS E BATERIAS
 - LÂMPADAS FLUORESCENTES

Após o levantamento dos resíduos, a partir de fevereiro começou-se a fazer o monitoramento semanal em todas as lixeiras para analisar os principais erros na hora da segregação dos resíduos e também as palestras para os funcionários.

O gráfico a seguir ilustra em % os resultados obtidos pela pesquisa de fevereiro até o momento. Conforme o gráfico, o resíduo que mais é segregado incorretamente é o papel e em seguida o papel toalha.

Figura 1. Segregação incorreta de resíduos sólidos



Fonte: Os autores

Considerações finais

A preocupação com o meio ambiente é cada vez maior por parte de toda a sociedade. A geração de resíduos sólidos e a sua destinação inadequada são grandes responsáveis pela poluição no solo, nos rios e no ar. Para tentar reduzir essa quantidade de malefícios gerados do lixo, a coleta seletiva é apontada como uma boa solução.

A coleta seletiva apresenta algumas vantagens expressivas, entre as quais se sobressai a boa qualidade dos materiais recuperados, visto que não ficam sujeitos à mistura com outros materiais presentes na massa de resíduos; a redução do volume de resíduos a serem dispostos em aterros sanitários; o estímulo à cidadania e a educação ambiental.

Acredito que este trabalho está sendo muito importante para todos os envolvidos, pois assim aprendemos sobre a importância de cuidar do meio ambiente e também conseguimos identificar qual é a principal dificuldade na hora da segregação, procurando assim a melhoria contínua.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004.

INSTITUTO AKATU. Pesquisa nº 7 – 2006: como e por que os brasileiros praticam o consumo consciente? São Paulo: Instituto Akatu, 2007. Disponível em: <<http://www.akatu.org.br/Content/Akatu/Arquivos/file/Publicacoes/4-Pesquisa7.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2015.

FARIA, Caroline. **Classificação e tipos de resíduos sólidos**. 2015a. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/residuos-solidos/>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

FARIA, Caroline. **Definição de resíduos sólidos**. 2015b. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/definicao-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 1 jun. 2015.

MEIRELLES, Maria de Sousa; SANTOS, Marly Terezinha. **Educação ambiental uma construção participativa**. 2. ed. São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, Ana Batista. **Projeto gerenciamento de resíduos sólidos na comunidade Jocom**. 2006. Disponível em: <<http://br.monografias.com/trabalhos/projeto-residuos/projeto-residuos.shtml>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

Artigo recebido em 15/06/16. Aceito em 18/08/16.

UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE INDAIAL (APRI)

An analysis of screening process solid waste in Indaial (APRI)

José Claudio de Sousa Rosa¹

Luis Augusto Ebert¹

Resumo: A adequada gestão dos resíduos sólidos é muito importante para o desenvolvimento social e econômico de um município. O objetivo deste artigo é trazer para a realidade local, que a APRI (Associação Participativa Recicle Indaial) necessita de um acompanhamento especializado para trabalhar na gestão, contribuindo para a tomada de decisão no que tange à reciclagem dos resíduos sólidos da cidade. De acordo com os resultados preliminares observou-se a falta de cuidado com os associados que contribuem para este local, além da falta de comprometimento e aderência com o estatuto da associação.

Palavras-chave: APRI. Gestão de Resíduos. Reciclagem. Indaial.

Abstract: The solid waste management is very important for the social and economic development of a municipality. The purpose of this article is to bring to the local reality, the APRI (Participative Recycle Indaial Association) requires a specialized treatment to work in management, contributing to the decision-making regarding the recycling of solid waste in the city. According to the preliminary results we observed the lack of care for members who contribute to this site, and the lack of commitment and adherence to the statute of the association.

Keywords: Solid Waste. Screening Process. Indaial. Santa Catarina.

Introdução

Nos dias atuais necessitamos cada vez mais reutilizar nossos resíduos sólidos, principalmente os resíduos residenciais, que somam uma grande quantidade para se reaproveitar. Isso se faz necessário e indispensável para as futuras gerações que aqui habitarão. Esse fato está solidamente representado na Constituição, art. 225: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). Esse projeto visa acompanhar e na medida do possível orientar os integrantes da Associação Participativa Recicle Indaial – APRI, para que possam melhorar suas condições financeiras e sociais, pois atualmente as condições da associação são precárias e insalubres, sem contar a sensação de insegurança presente no local.

Fundamentação teórica

A APRI (Associação Participativa Recicle Indaial) foi instituída pela Lei nº 3767/08, pela câmara de vereadores e sancionada pelo prefeito Olímpio José Tomio, em 8 de outubro de 2008. É considerada de utilidade pública para a cidade de Indaial e tem asseguradas todas as vantagens, prerrogativas e isenções constantes da legislação vigente, como por exemplo, a APRI não tem custo algum com aluguéis de espaços físicos para sua atividade, todos os maquinários, bem como custo de manutenção, energia elétrica e água ficam a cargo da Secretaria de Saneamento de Indaial. Todo processo de coleta na cidade é de responsabilidade da prefeitura, considerando

¹ Departamento de Engenharia Ambiental. Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSSELVI. Rodovia BR 470 - Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

todos os custos de caminhões para coleta com manutenção e combustível, e também os catadores são custeados pela prefeitura através da Secretaria de Saneamento.

O lixo urbano, por inesgotável, torna-se um sério problema para os órgãos responsáveis pela limpeza pública, pois diariamente grandes volumes de resíduos de toda natureza são descartados no meio urbano, necessitando um destino final adequado. Entretanto, a escassez de recursos técnicos e financeiros vem limitando os esforços no sentido de ordenar a disposição dos resíduos, que terminam por ser lançados diretamente no solo, no ar e nos recursos hídricos. Isso acarreta a poluição do meio ambiente e reduz a qualidade de vida do homem. (LIMA, 2004, p. 7).

A APRI possui um estatuto em que constam todas as suas diretrizes para o pleno funcionamento. Com base nesse estatuto, a APRI possui todas as ferramentas de gestão para exercer suas atividades nas melhores condições, pois está bem apoiada pela Prefeitura Municipal e assessorada pela Secretaria de Saneamento.

No Estatuto APRI, algumas das diretrizes com maior relevância podem ser destacadas. De acordo com o capítulo 1, art. 1, a APRI (Associação Participativa Recicle Indaial) foi fundada em 24 de abril de 2003, como entidade civil sem fins lucrativos, com sede e foro na rua Timbó, 484, bairro Rio Morto, Indaial, com prazo indeterminado de duração. No capítulo 2 estão narrados os objetivos sociais: a) representar e defender os interesses dos associados que congrega; b) incentivar, organizar e sistematizar as atividades dos catadores; c) desenvolver relações de solidariedade entre os associados, harmonizando sua atividade individual com fortalecimento do sentido cooperativo do grupo; d) promover desenvolvimento sustentável da sua atividade, criando oportunidades de trabalho e renda, preservando o meio ambiente e incentivando a população ao hábito de separar materiais recicláveis. (INDAIAL, 2008).

Metodologia

Para se conseguir um resultado satisfatório na APRI, muitas coisas deverão de ser feitas como, por exemplo, a estrutura da associação. O galpão propriamente dito está totalmente desorganizado, e quando se está dentro deste ambiente, a sensação de insegurança se faz muito presente por não haver grades nas janelas e muros nos arredores. A falta de um sistema de segurança no período noturno, entre outros, foram informados pelos próprios associados que estavam presentes. Essas são apenas algumas das reivindicações dos associados que, para trabalharem, não dispõem de condições sanitárias decentes, não possuem uma gestão organizada e de confiança, sentindo-se acuados em fazer certos comentários a respeito de outros associados ou representantes da diretoria.

A tabela a seguir traz algumas informações sobre o processo de gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares.

Tabela 1. Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares mais comuns observados na APRI

Processo de Transformação	Métodos de Transformação	Principal conversão em produtos
Separação de componentes	Manual ou mecânica	Componentes individuais encontrados nos resíduos domiciliares

Físico	Redução do volume	Aplicação de energia em forma de força ou pressão	Redução de volume do material original
	Redução de tamanho	Aplicação de energia para retalhamento e moagem	Redução de tamanho dos componentes originais
Químico	Combustão	Oxidação térmica	Dióxido de carbono (CO ₂), dióxido de enxofre (SO ₂), outros produtos de oxidação, cinzas
	Pirólise	Destilação destrutiva	Vários gases, alcatrão e composto de carbono
Biológico	Compostagem aeróbica	Conversão biológica aeróbica	Composto humificado usado como condicionador de solos
	Digestão anaeróbica	Conversão biológica anaeróbica	Metano (CH ₄), dióxido de carbono (CO ₂), húmus

Fonte: Tchobanoglous, Theisen e Vigil (1993)

“O gerenciamento de destinação dos resíduos urbanos é um conjunto de ações normativas, operacionais e financeiras, de planejamento para disposição do lixo de forma ambientalmente segura, utilizando tecnologias compatíveis com a realidade local”. (MANO, 2010, p. 113).

Cada região tem sua própria realidade e a APRI atende à cidade de Indaial, comportando 40% do município de acordo com a Secretaria de Saneamento. Nessas condições, a APRI deverá se adequar para atingir 100% de processamento na triagem dos materiais, ou seja, uma adequação dos seus processos para otimizar o processamento, acarretando mais desafios para a Secretaria de Saneamento, que presta toda assessoria para seu pleno funcionamento.

Resultados e discussão

A Associação Participativa Recycle Indaial precisará de muitas reformas nas partes estruturais, tanto nas questões de segurança como também nas questões sanitárias. O que mais se faz necessário são as alterações na parte de gestão administrativa que resultarão em outros benefícios sociais e econômicos (INDAIAL, 2008). Nas figuras a seguir poderemos observar as questões mais frequentes vistas na APRI, e teremos ideias de como resolver os maiores problemas.

Figura 1. Fachada da APRI



Fonte: O autor

Figura 2. Fachada da APRI, lixo e material passível de reciclagem dispostos na entrada da associação denegrindo sua própria imagem



Fonte: O autor

Figura 3. Entrada dos caminhões de coleta, grades danificadas e sem sinalização



Fonte: O autor

Figura 4. Entrada dos caminhões de coleta, materiais fora da triagem se acumulam no lado de fora e contêiner em local inapropriado



Fonte: O autor

Figura 5. Materiais depositados pelos caminhões de coleta, falta de estrutura, pois quando chove dificulta sua coleta e torna o trabalho manual mais perigoso



Fonte: O autor

Figura 6. Materiais depositados pelos caminhões de coleta, má organização e disposição dos materiais a serem classificados



Fonte: O autor

Figura 7. Materiais são depositados na calha para a devida classificação



Fonte: O autor

Figura 8. Materiais depositados abaixo da calha sem uso, dificultando sua triagem e gerando desorganização no local de trabalho



Fonte: O autor

Figura 9. Esteira para triagem dos materiais, processo ineficiente e que gera desperdício dos materiais



Fonte: O autor

Figura 10. Desorganização ao redor da prensa e da esteira de triagem, causando transtorno ao se locomover entre os equipamentos



Fonte: O autor

Considerações finais

A APRI precisará passar por muitas alterações em vários aspectos e todos os seus setores carecem de muita atenção, não somente em seu processo de produção, mas de todos os processos envolvidos com seus associados. Deverá haver grande intervenção do órgão controlador e administrador, que no caso é a Secretaria de Saneamento de Indaial, pois sem essa intervenção, praticamente não haverá adesão dos associados para essa causa. Para que isso ocorra, se faz necessário o acompanhamento das atividades da associação continuamente, para realizar os devidos monitoramentos e as necessidades dos associados que ali desempenham suas atividades como sua principal fonte de renda. A Secretaria pretende implantar a coleta seletiva em 100% do município de Indaial, e isso acarretará uma demanda muito maior de resíduos, gerando uma necessidade de mais associados. Atualmente trabalham 14 pessoas e será necessário pelo menos o dobro para poderem gerir todas as etapas de trabalho, sem contar que a venda dos materiais recicláveis deverá contar com um controle de gestão muito mais apurado do que o atual, que no momento é controlado por apenas uma pessoa e não um grupo gestor.

Referências

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 21 jun. 2015.

INDAIAL. Lei nº 3767, de 8 de outubro de 2008. Disponível em: <<http://camara-municipal-de-indaial.jusbrasil.com.br/legislacao/1000935/lei-3767-08>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

LIMA, Luiz M. Q. **Lixo: tratamento e biorremediação**. Curitiba: Hemus, 2004.

MANO, E. B. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. Blucher, 2010.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. **Integrated solid waste management: engineering principles and management issues**. New York: McGraw-Hill, 1993.

Artigo recebido em 15/06/16. Aceito em 18/08/16.