

O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**



O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ENGENHARIA CIVIL

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**



Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D451 O desenvolvimento sustentável na engenharia civil [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-86002-66-9
 DOI 10.22533/at.ed.669202003

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Engenharia civil. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*O Desenvolvimento Sustentável na Engenharia Civil*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em seus 5 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância do desenvolvimento sustentável na engenharia civil, pensar no desenvolvimento atual sem esquecer do desenvolvimento das gerações futuras.

O desenvolvimento sustentável incorpora os aspectos de um sistema de consumo em massa no qual a preocupação com a natureza, via de extração da matéria-prima, é máxima, ou seja, significa obter crescimento econômico necessário, garantindo a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social para o presente e gerações futuras.

Portanto, para que ocorra o desenvolvimento sustentável é necessário que haja uma harmonização entre o desenvolvimento econômico, a preservação do meio ambiente, a justiça social (acesso a serviços públicos de qualidade), a qualidade de vida e o uso racional dos recursos da natureza (principalmente a água).

A indústria da construção é uma das atividades humanas que mais consome recursos naturais. O setor da construção civil tem papel fundamental no desenvolvimento do país e, dessa forma, se torna peça chave para o atendimento dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, os empreendimentos sustentáveis só recebem essa denominação se atenderem a seis regras básicas: sustentabilidade do canteiro de obras e da região em torno dele, inclusive com recuperação de todas as áreas que forem afetadas pela construção; eficiência total no consumo de água: reaproveitamento da água utilizada e aproveitamento da água da chuva; garantia da redução do consumo e da eficiência energética do prédio, inclusive com uso de fontes renováveis de energia; reciclagem e tratamento correto dos dejetos e resíduos; trabalhar para manter o mais baixo possível as emissões de poluentes e usar materiais de origem vegetal ou reciclados no acabamento ou infraestrutura; e buscar sempre a melhoria e a adequação dos procedimentos.

Na prática, construir de maneira sustentável significa: reduzir o impacto negativo das obras (barulho, poeira e tarefas repetitivas); integrar fontes de energia renováveis ainda no estágio de desenvolvimento do projeto; usar materiais recicláveis na construção para preservar recursos naturais; melhorar a performance térmica dos edifícios para reduzir os custos com ar-condicionado, calefação e as emissões de CO₂; projetar o tempo de vida das estruturas; reciclar materiais e estruturas após a demolição; conceber projetos habitacionais de baixo custo para melhorar as condições de vida da população de baixa renda.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados ao

desenvolvimento sustentável aplicado à Engenharia Civil. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO DE TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS DE PESQUISAS PARA ENGENHARIA INDUSTRIAL João Victor Cordeiro Saulnier de Pierrelevee Bragança DOI 10.22533/at.ed.6692020031	
CAPÍTULO 2	12
ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE EM EDIFÍCIO PÚBLICO Carlos Roberto Mangussi Filho Priscila Lima de Oliveira Carlos Roberto Mangussi Luis César de Oliveira DOI 10.22533/at.ed.6692020032	
CAPÍTULO 3	29
AValiação DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE PNEUS EM BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO Elizabeth Yukiko Nakanishi Bavastri Gabriela do Prado Sá Brito DOI 10.22533/at.ed.6692020033	
CAPÍTULO 4	41
DISPONIBILIZAÇÃO DE RECURSOS E TAREFAS PARA A OTIMIZAÇÃO DO AMBIENTE CLOUD – BASE DE CONHECIMENTO HEURÍSTICA João Victor Cordeiro Saulnier de Pierrelevee Bragança DOI 10.22533/at.ed.6692020034	
CAPÍTULO 5	49
BLINDAGEM MULTILAMINADA APLICADA A UM REATOR MODULAR DE PEQUENO PORTE HIPOTÉTICO Alberto Teixeira Neto Cláudio Luiz de Oliveira Domingos D'Oliveira Cardoso Gabriela Martins Duarte João Domingos Talon João Vitor Mendes da Silva Ronaldo Glicerio Cabral Rudnei Karam Morales Sergio Gavazza Sergio de Oliveira Vellozo Thomaz Jacintho Lopes DOI 10.22533/at.ed.6692020035	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	58
ÍNDICE REMISSIVO	59

ESTUDO DE TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS DE PESQUISAS PARA ENGENHARIA INDUSTRIAL

Data de aceite: 18/03/2020

**João Victor Cordeiro Saulnier de
Pierrelevee Bragança**

Graduando do Curso de Engenharia Civil do ISL
Wyden, jvictor8@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0316-3414>

RESUMO: A Engenharia Industrial é um ramo da engenharia que, por sua natureza multidisciplinar, naturalmente, “executado” um papel importante em desenvolvimento e otimização, atuando em diferentes sistemas de macro e micro níveis. Neste contexto, são apresentados resultados na pesquisa para o estudo das perspectivas e tendência do Engenheiro Industrial. Os dados de amostras, coletadas a partir de artigos internacionais de revistas durante aproximadamente 27 anos, foram utilizados para a análise. Os resultados mostraram que o índice de desenvolvimento ou I.D. em muitos países tem uma forte correlação com huno industrial e econômico. No entanto, I.D. pesquisa diversos tópicos/áreas da gestão e da engenharia sendo assim, necessária a readequação das informações para a área estudada. O estudo de I.D. pesquisa com foco no futuro, tendendo sempre, em assuntos

relacionado à Tecnologia da Informação, sendo objeto de pesquisa: sistemas inteligentes de otimização, qualidade, e fornecimento cadeia gestão.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia; Otimização; Industrial.

ABSTRACT: Industrial Engineering is an engineering branch that, due to its multidisciplinary nature, naturally “played” an important role in development and optimization, working in different macro and micro level systems. In this context, results are presented in the research to study the perspectives and trends of the Industrial Engineer. Sample data, collected from international journal articles for approximately 27 years, were used for analysis. The results showed that the development index or I.D. in many countries it has a strong correlation with industrial and economic growth. However, I.D. research several topics / areas of management and engineering and thus, it is necessary to readjust the information to the area studied. The study of I.D. research with a focus on the future, always tending in matters related to Information Technology, being object of research: intelligent systems of optimization, quality, and supply chain management.

KEYWORDS: Technology, Optimization,

Industrial.

INTRODUÇÃO

Engenharia Industrial é uma área da engenharia relativamente nova, que visa adotar uma abordagem sistêmica, na resolução de diferentes problemas relacionados as linhas de produção e serviços. De acordo com a definição do Instituto de Engenheiros Industriais (Institute of Industrial Engineers - IIE): “A Engenharia Industrial foi concebida com o objetivo de realizar melhorias na infraestrutura, sistemas integrados, sistemas de gestão de pessoas, materiais, informações, equipamento e energia. Ela se desenha baseada no conhecimento especializado, sendo, habilidades físico-matemática, ciências sociais junto com os princípios e métodos da Engenharia de Análise e Projeto para especificar e avaliar os resultados a serem obtidos de tal sistemas. “¹

A Revolução Industrial foi o ponto de nascimento e desenvolvimento inicial da profissão de engenheiro industrial. Os estudos de Fredrick Taylor, quem, por várias vezes, é chamado pai da Engenharia Industrial, juntamente com outros pioneiros, como Henry Gant, Frank e Lillian Gilberth e Henri Fayol deram início a criação da Engenharia Industrial.

A Segunda Guerra Mundial, foi sem dúvidas, outra marca importante na história da Engenharia Industrial. A crescente necessidade de uma produção rápida, barata e enxuta levou a intensificação das pesquisas, desenvolvendo novos métodos de estudo, como, análise do tempo de produção, simulações a longo prazo, controle de processos, metodologias de aplicação de tecnologia, controle de qualidade, modelos lineares e não lineares de produção, planejamento de Layout de fábrica, controle de qualidade por meio de estatística, entre outros.

O desenvolvimento da tecnologia da informação criou uma nova forma de análise para os engenheiros industriais nos anos mais recentes.

A aproximadamente duas décadas atrás, Davenport e Short² exploraram as implicações e aplicações da Tecnologia da Informação na Engenharia Industrial e constataram que, os engenheiros industriais do futuro, sem importar titulações ou funções, utilizarão de forma habitual, remodelagem de processos industriais e processos administrativos baseados na Tecnologia da Informação.

De acordo com Dr. Patrick Koelling (pesquisador da Arizona State University, Ph.D., Arizona State University, 1982), avanços importantes na tecnologia de computação, informação e comunicação foram drasticamente e permanentemente

1. Salvendy, G. 1992. Handbook of Industrial Engineering. John Wiley & Sons.

2. Davenport, T.H. and Short, J.E. 1990. The new Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. Sloan management Review, 31(4), pp. 1127.

alterando todo o campo que se conhecia como “método de trabalho” (Conhecido como “Know How”). Koelling afirma também que a engenharia industrial foi “pega de surpresa” no período entre a Revolução Industrial e a Revolução da Informação, sendo forçada a confrontar assim, a escolha entre as melhorias pragmáticas da produção e a oportunidade de remodelagem da rede (negócio extensivo – mais competitivo no mercado global). Acreditando que essas duas frentes (Industrial e Informação) tinham características conflitantes, ele precisava urgentemente de um reposicionamento da engenharia industrial para garantir o máximo aproveitamento que poderia obter das duas frentes.

Juntamente com recente crescimento das indústrias não tradicionais, em particular, as indústrias da tecnologia e da prestação de serviços industriais, o percentual de engenheiros industriais trabalhando fora das indústrias e padrões tradicionais, excedeu a quantidade de engenheiros dentro das indústrias tradicionais nos últimos anos, assim como os papéis e responsabilidades desempenhados pelos mesmos, também foi alterado. Enquanto isso, devido a essas mudanças, havia uma preocupação sobre a “fronteira” entre a engenharia industrial e outras áreas multidisciplinares, os fatores que as distinguiam poderiam ficar confusos no quesito responsabilidades.

A questão remanescente da Revolução da Informação são quais seriam os papéis e responsabilidades da engenharia industrial.

Este artigo, apresenta os resultados de diversos estudos/pesquisas nacionais e internacionais, analisando o desenvolvimento da engenharia industrial nas últimas três décadas e apresentando perspectivas para este campo no futuro.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão de diversas publicações da Engenharia Industrial em geral, mostrou que ela pode ser categorizada em quatro grupos.

O primeiro grupo consiste em pesquisas focadas em currículos, por exemplo, as características desejadas e áreas de tópicos emergentes, que devem ser incorporados ao currículo do graduado em Engenharia Industrial. Em outro exemplo, a técnica QFD (Quality Functional Deployment) foi usada para determinar as necessidades educacionais da Engenharia Industrial de acordo com os pontos de vista dos alunos, membros do corpo docente e futuros empregadores dos estudantes.

No segundo grupo, a posição da Engenharia Industrial nas organizações tem sido estudada. Uma comparação da Engenharia Industrial em países desenvolvidos e em desenvolvimento, posição da Engenharia Industrial em um país em particular,

o papel da Engenharia Industrial na educação e na sociedade e aplicação de técnicas de Engenharia Industrial em serviço indústrias estão entre os jornais. Todos os estudos mostraram um papel efetivo que Engenheiros Industriais atuam em posições diferentes.

O terceiro grupo de pesquisas investigou a relação entre a Engenharia Industrial e outros campos de ciência e engenharia. Os impactos da informática e da tecnologia da informação na Engenharia Industrial estão entre as principais áreas de interesse deste grupo.

No quarto e último grupo, o futuro da Engenharia Industrial foi elaborado. Preez & Pintelon³, por exemplo, delineou os deveres de um engenheiro industrial de sucesso no futuro, como:

- I. Contribuir no desenvolvimento de oportunidades dentro dos ambientes existentes;
- II. Facilitar no planejamento, as inevitáveis mudanças que serão necessárias;
- III. Tornar-se líderes na interface entre engenharia industrial e tecnologia da informação;
- IV. Facilitar e melhorar a partilha de conhecimentos;
- V. Compreender e facilitar capacitação dos funcionários/colaboradores.

Segundo Kolling & Beruvides⁴, os engenheiros industriais do futuro estarão trabalhando com e dentro de sistemas de alta tecnologia que afetarão intensamente não só a forma como eles fazem o seu trabalho, mas também o resultado do seu trabalho. Eles concluíram que a educação e ferramentas da Engenharia Industrial devem ser revistas de acordo com os potenciais impactos das mudanças tecnológicas. Em uma pesquisa feita por Hodgson e Soyster⁵, membros do corpo docente de departamentos de Engenharia Industrial foram solicitados a classificar suas pesquisas na âmbito de fabricação da Engenharia Industrial. Os resultados mostraram que as principais categorias de interesse eram design de fabricação, fabricação e processamento de materiais, tecnologias de informação e produção e programação.

MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo desta pesquisa foi estudar as tendências da pesquisa da Engenharia Industrial no passado para que baseado nisso, projete-se uma previsão do futuro

3. Preez, D.N. and Pintelon, L. 1997 The industrial engineer- caught between two revolutions. *Production Planning & Control*, 8(5), pp. 418-430.

4. Koelling, C.P., Beruvides, M.G. and Tankoonsombut, K. 1996. *Technology's impact on the future of industrial engineering*. *Computers & Industrial Engineering*, 31(1, 2), pp. 5-8

5. Hodgson T. J and Soyster A.L. 1994. *Manufacturing research and the expanding role of industrial engineering*. *Industrial Engineers*, 26(7), pp. 69.

da mesma. Diversos artigos publicados nos campos relacionados à Engenharia Industrial foram considerados para o estudo, pois representam bem a pesquisa em questão.

Devido às limitações de acesso e processamento de dados, uma amostra foi selecionada com os seguintes critérios:

- I. País: Nenhuma limitação foi considerada em relação ao país em que a pesquisa foi realizada. Para os artigos com mais de um país, o país do primeiro autor foi levado em consideração.
- II. Data: Embora a história do IE tenha um histórico de 50 anos, a maioria das publicações foi durante as últimas três décadas. Por esse motivo, publicações entre 1980 e 2010 foram consideradas para o estudo.
- III. Departamento: É óbvio que todas as pesquisas relacionadas à Engenharia Industrial não são necessariamente realizadas nos departamentos de Engenharia Industrial. De fato, devido à natureza multidisciplinar da mesma, muitos assuntos relacionados a essa disciplina são ensinados e pesquisados em outros departamentos, como Engenharia de Sistemas, Engenharia de Manufatura e Ciências da Administração. Sendo assim, nenhuma limitação de departamento foi considerada no estudo. Para pesquisa conjunta entre departamentos diferentes, o departamento do primeiro autor foi levado em consideração.
- IV. Tópicos: A pesquisa da Engenharia Industrial compreende uma variedade de assuntos administrativos e técnicos. Através de uma pesquisa de palavras-chave nas publicações, temas de conferências da Engenharia Industrial e idéias de especialistas neste campo, os principais tópicos foram identificados. Abaixo a apresentação dos tópicos da Engenharia Industrial e seus assuntos correspondentes:
 - a. **Gerenciamento de Produção:** Produção enxuta, produção ágil, manutenção, confiabilidade, manutenção produtiva total, sistema Kanban, planejamento de produção
 - b. **Sistemas de Informação e Tecnologia:** Tecnologia da Informação, Gestão do Conhecimento, Sistemas de Informação, MIS
 - c. **Pesquisas de Operação:** Programação Matemática, AHP, MCDM, Simulação, Algoritmo Genético, Busca Tabu, Recozimento Simulado, Algoritmos Heurísticos, Sistemas de Apoio à Decisão, Teoria do Caos, Teoria das Restrições
 - d. **Gerenciamento de Projetos:** Gerenciamento de Projetos, Controle de Projetos, Engenharia de Valor e Gerenciamento
 - e. **Gerenciamento de Cadeia de Produção:** SCM, ERP, MRP, EOQ, MRPII

- f. **Gerenciamento de Qualidade:** TQM, 6 Sigma e Lean 6 Sigma, Garantia de Qualidade, Controle de Qualidade, Prêmios de Qualidade, BSC, DEA, Método Taguchi, DOE, QFD, FMEA, CRM, Benchmarking, Kaizen
- g. **Sistemas de Produção Avançada e Tecnologia:** Fabricação celular, FMS, CIM, GT, engenharia reversa: Rede Neural, Inteligência Artificial, Lógica Fuzzy, Sistemas de Data Mining Expert
- h. **Sistemas Inteligentes e Métodos:** Ergonomia e Fatores Humanos, Estudo de Trabalho, Estudo de Tempo, Produtividade, Layout de Instalação, BPR, Balanceamento de Linha
- i. **Outros Assuntos:** TRIZ, Inovação e Criatividade, Resolução de Problemas, Gestão de Tecnologia

V. Trabalhos: Considerando a facilidade de acesso e o fator de internacionalização, os trabalhos para o estudo limitaram-se àqueles publicados em língua inglesa. Dos editores internacionais que fornecem recursos eletrônicos, quatro principais editores foram selecionados. Eles eram Pergamon, Elsevier, Springer e Emerald. Dos trabalhos publicados pelos editores, os mais relevantes para a Engenharia Industrial foram selecionados. Pesquisando os artigos, itens como título, autor, periódico, departamento, universidade ou instituição, país, ano de publicação e temas foram extraídos e armazenados no banco de dados. Outras considerações foram:

- a. A data de publicação foi considerada como a data da pesquisa
- b. Ao identificar os assuntos, as palavras-chave que correspondem às palavras-chave especificadas foram levadas em conta.
- c. Em alguns artigos, itens como o país e o departamento não foram identificados, esses casos foram considerados dados ausentes.

DESENVOLVIMENTO

I. Tendência Geral de pesquisas para Engenharia Industrial:

Apesar da intensificação de publicações relacionadas a Engenharia Industrial nas últimas três décadas, os anos 90 apresentaram o maior aumento de estudos relacionados do que os anos 2000. Apesar de menor, o significativo aumento na atualidade está relacionada a consolidação da Engenharia Industrial em vários países. O reconhecimento de seu papel nas empresas resultou em uma expansão rápida de conhecimentos, gerando aplicação da Engenharia Industrial, até mesmo, em áreas “fora de fábrica”.

A analisando os países, os estudos foram categorizados em seis regiões globais:

- a. América do Sul (83 artigos)
- b. América do Norte (1775 artigos)
- c. Europa (1781 artigos)
- d. África (61 artigos)
- e. Ásia (1884 artigos)
- f. Oceania (141 artigos)

Conforme analisado, a América do Norte, Europa e Ásia (50% das regiões) contribuem com mais de 95% das pesquisas dentro da Engenharia Industrial. Isso mostra um desequilíbrio acentuado no desenvolvimento da Engenharia Industrial entre essas regiões. O resultado suporta a hipótese de que existe uma correlação entre o grau de desenvolvimento e crescimento da Engenharia Industrial e o PIB/IDH do país referência.

Um estudo mais aprofundado mostra que os Estados Unidos da América (EUA) – país que mais produz pesquisas relacionadas à Engenharia Industrial (1467) – sozinho, produz mais artigos e pesquisas, do que os outros quatro países que mais produzem juntos (Taiwan, 476; Reino Unido, 429; Canadá, 269; Coreia do Sul, 228) conforme Gráfico 01 (Quantidade de Artigos).



Gráfico 01

O país dono da segunda posição (Taiwan) é interessante quando comparado

com o resto dos países industrializados. Isso pode ser atribuído à uma atenção especial dada ao desenvolvimento da Engenharia Industrial nesse país.

Além disso, a presença de quatro países asiáticos entre os 10 países com mais publicações sobre Engenharia Industrial atribui-se ao alto desenvolvimento econômico destes nos últimos anos.

II. Departamentos Acadêmicos

Levando em conta a natureza multidisciplinar da Engenharia Industrial, pode-se prever que nem todas as pesquisas relacionadas a mesma tenha se originado nos departamentos do Engenharia Industrial.

Após análise dos dados, as publicações foram categorizadas em 6 grupos. As publicações que não tiveram origem em Departamentos Acadêmicos foram excluídas da análise.

- a. Administração (1128 publicações)
- b. Engenharia Industrial (950 publicações)
- c. Engenharia da Computação (425 publicações)
- d. Matemática (128 publicações)
- e. Engenharia Mecânica (93 publicações)
- f. Engenharia Elétrica (44 publicações)

Durante os anos de 1980 à 1999 a maior parte das publicações foram de responsabilidade dos departamentos de Engenharia Industrial, entretanto nos últimos 18 anos, a Administração e Gestão de Negócios assumiram a primeira posição com um crescimento médio aproximado de 130% em 10 anos, enquanto que o departamento de Engenharia Industrial cresceu aproximadamente “apenas” 83% no mesmo período.

Com isso, pode-se concluir que a proporção de pesquisas dos departamentos de Engenharia Industrial tem caído, apesar da ampliação da área em outros países. Essa queda reforça a hipótese que correlaciona a intensidade de pesquisas ao desenvolvimento global (atual crise econômica global).

III. Tópicos / Área de Pesquisa

A tendência de pesquisa sobre os temas também variou durante os diferentes períodos. Enquanto alguns indivíduos cresceram nos últimos anos, o número de publicações em alguns assuntos tem diminuído relativamente. O motivo pode ser as mudanças na demanda de pesquisa pela indústria e sociedade (pull factor), bem como o interesse científico dos pesquisadores (fator push).

As análises mostram que as pesquisas referentes ao Gerenciamento de Cadeia

de Produção foi a área que mais cresceu, chegando a quase 1200% em 20 anos.

Enquanto isso, pesquisas sobre Sistemas de Produção Avançados caiu aproximadamente 75% no mesmo período.

Outras áreas como Gestão da Qualidade, Tecnologia da Informação e Gerenciamento de Projetos, mantiveram-se sem alterações significativas.

IV. Áreas de Pesquisa em Conjunto

Os artigos com palavras-chave em dois ou mais tópicos foram analisados. É claro que a Pesquisa Operacional (P.O.) e os Sistemas Inteligentes (S.I.) foram os dois tópicos que tiveram o nível mais alto de interações. Isso pode ser justificado, já que muitos sujeitos de P.O. têm se concentrado em técnicas heurísticas, por um lado, e muitas aplicações de S.I. têm usado técnicas de P.O. por outro.

A Pesquisa Operacional mostrou as interações mais altas com outros campos da Engenharia Industrial também; isso pode ser devido à sua generalidade quando comparado a assuntos de fabricação mais específicos, como sistemas de produção.

V. Projeções

Para projetarmos os campos de pesquisa da Engenharia Industrial, utilizaremos a técnica de série temporal, aplicada sobre os dados obtidos das última 3 décadas. Modelos ARIMA foram utilizados para a análise de diferentes parâmetros. Os testes necessários utilizaram o programa Minitab (TM).

Os resultados obtidos no programa serão apresentados abaixo no Gráfico 02:

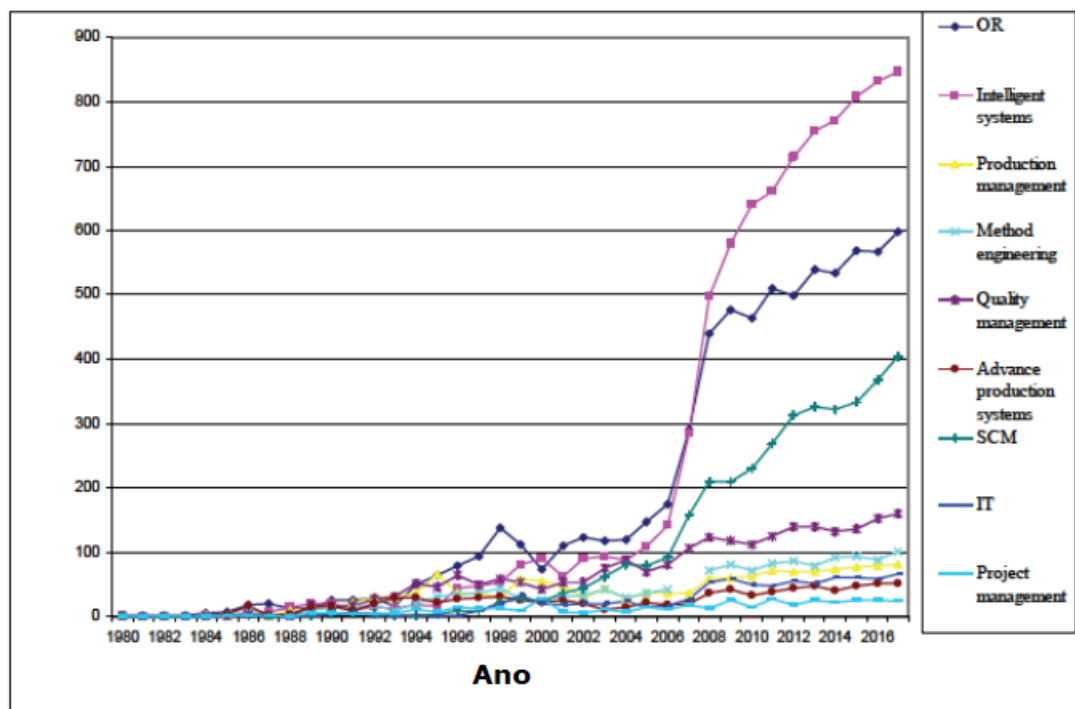


Gráfico 02 (Crandall, R. E. 1986)

CONCLUSÕES

Neste artigo, foram estudadas as publicações sobre diferentes temas da Engenharia Industrial nas últimas três décadas.

Os resultados mostram a importância crescente dada ao assunto em muitos países, bem como seu papel significativo no desenvolvimento industrial e econômico. No entanto, os tópicos de pesquisa da Engenharia Industrial estão se espalhando em outros departamentos de gerenciamento e engenharia e, portanto, há uma necessidade de redefinir a disciplina e suas áreas específicas de interesse. Os departamentos de Engenharia Industrial devem introduzir novos conceitos e técnicas para manter e melhorar a profissão.

Outras descobertas foram:

- a. Pesquisas operacionais, sistemas inteligentes e gerenciamento de qualidade tiveram as maiores frequências em publicações de pesquisas anteriores.
- b. Embora a proporção de artigos sobre gerenciamento de produção e sistemas tenha diminuído durante as últimas décadas, pesquisas sobre temas como sistemas inteligentes, gerenciamento da cadeia de suprimentos e tecnologia da informação aumentaram.
- c. Pesquisa operacional e sistemas inteligentes foram os dois tópicos que tiveram o nível mais alto de interações com outros tópicos do IE
- d. Pode-se prever que, no futuro, a maioria das pesquisas de IE será focada em assuntos como tecnologia da informação, sistemas inteligentes, otimização, qualidade e gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Do ponto de vista externo, parece que os principais desafios do mundo, como a gestão de energia (produção e consumo), escassez de matéria-prima e o desenvolvimento da tecnologia da informação e automação também afetarão o futuro da Engenharia Industrial.

Embora os dados utilizados para a análise sejam uma amostra não aleatória de publicações sobre as disciplinas de Engenharia Industrial, o grande tamanho da amostra e o período de tempo usado para o estudo tornam as generalizações confiáveis.

Estudos futuros podem complementar este trabalho, utilizando mais dados e abordando as limitações. Técnicas qualitativas também podem ser usadas para fazer previsões sobre o futuro se a Engenharia Industrial estiver de acordo com as visões de especialistas. Os resultados desta pesquisa também podem ser utilizados como ponto de partida no desenvolvimento de currículos para programas de Engenharia Industrial.

REFERÊNCIAS

Xu, W. and Wang, R. 1996. Applications and development of industrial engineering in China. Computers & Industrial Engineering, 31(3, 4), pp.537-542.

Koelling, C.P., Beruvides, M.G. and Tankoonsombut, K. 1996. Technology's impact on the future of industrial engineering. Computers & Industrial Engineering, 31(1,2), pp. 5-8.

Hodgson' T. J and Soyster A.L. 1994. Manufacturing research and the expanding role of industrial engineering. Industrial Engineers, 26(7), pp. 69.

Crandall, R. E. 1986. Applying Industrial Engineering Techniques in Service Industries. Industrial Management, 28(3), pp. 13-1

Davenport, T.H. and Short, J.E. 1990. The new Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. Sloan management Review, 31(4), pp. 1127

Eskandari, H. et al. 2007. Enhancing the undergraduate industrial engineering curriculum: Defining desired characteristics and emerging topics. Education and Training, 49(1), pp. 45-55.

ANÁLISE DE ACESSIBILIDADE EM EDIFÍCIO PÚBLICO

Data de aceite: 18/03/2020

Carlos Roberto Mangussi Filho

Universidade de Uberaba (UNIUBE)

Uberaba – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/7109787542156196>

Priscila Lima de Oliveira

Universidade de Uberaba (UNIUBE)

Uberaba – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/0752393920818272>

Carlos Roberto Mangussi

Universidade de Uberaba (UNIUBE)

Uberaba – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/0991019930584651>

Luis César de Oliveira

Universidade de Uberaba (UNIUBE)

Uberaba – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/5969297651283299>

RESUMO: Esse artigo analisa os parâmetros físicos do mercado público da cidade de Uberaba, inaugurado no ano de 1924 e tombado como patrimônio histórico pelo CONDEPHAU – Conselho Deliberativo Municipal do Patrimônio Histórico, Artístico de Uberaba, sendo considerado um ponto tradicional de comércio e relações interpessoais da cidade. Na área de Engenharia Civil, problematizaremos o local com

auxílio de normas técnicas em especial a NBR-9050, sendo a principal norma brasileira focada na acessibilidade para pessoas com deficiência física, mobilidade reduzida, idosos, obesos e gestantes. Esta norma estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quando do projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade. Analisando o ambiente externo que fornece acesso público ao edifício, ambiente interno e sanitários, logo, sugestionaremos soluções para promover a mobilidade do edifício auxiliando o bem-estar psicossocial da população envolvida e enriquecendo o patrimônio municipal. Com isso contemplando a caracterização de levantamentos e necessidades de acessibilidade no espaço urbanizado visando à integração do ambiente externo com o interno, para as pessoas com necessidades especiais. Os objetivos principais são, identificar as dificuldades encontradas por portadores de deficiência ou com mobilidade reduzida em acessar e se locomover no ambiente estudado e indicar as possíveis soluções em conformidade com os parâmetros normativos, devido ao tombamento, e desenvolver projetos que apresentem sugestões para solução sem alterações na essência arquitetônica do edifício,

objeto de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia, acessibilidade e mobilidade.

ACCESSIBILITY ANALYSIS IN PUBLIC BUILDING

ABSTRACT: This article analyzes the physical parameters of the public market of the city of Uberaba, opened in 1924 and listed as a historical heritage by CONDEPHAU - Municipal Deliberative Council of the Historical Heritage, Artistic of Uberaba, being considered a traditional point of commerce and interpersonal relations of the city. In the area of Civil Engineering, we will problematize the place with the help of technical standards especially NBR-9050, being the main Brazilian Standard focused on accessibility for people with physical disabilities, reduced mobility, elderly, obese and pregnant women. This standard establishes criteria and technical parameters to be observed when designing, building, installing and adapting buildings, furniture, spaces and urban equipment to accessibility conditions. Analyzing the external environment that provides public access to the building, the internal environment and toilets, we will suggest solutions to promote the mobility of the building, helping the psychosocial well-being of the population involved and enriching the municipal heritage. Thus contemplating the characterization of surveys and accessibility needs in the urbanized space aiming at the integration of the external environment with the internal, for people with special needs. The main objectives are to identify the difficulties encountered by people with disabilities or those with reduced mobility in accessing and moving around in the studied environment and to indicate possible solutions in accordance with the normative parameters, due to historical heritage, and to develop projects that present suggestions for solution without changes in the architectural essence of the building, object of study.

KEYWORDS: Engineering, accessibility and mobility.

INTRODUÇÃO

A engenharia civil é um ramo do qual se engloba diversos tipos de relações como: projetos, concepções, pessoais, reformas, construções, entre outras, sendo assim uma área da qual contribui diretamente para o bem-estar da sociedade. O tema abordado é a acessibilidade em edifício público, no qual este se encontra tombado pelo patrimônio histórico. A acessibilidade é definida como, a condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida (Art.8, Cap.III - Decreto 5296/2004). Sendo algo com um grande valor social, que reflete o desenvolvimento

e consciência da população em relação à cooperação do coletivo e ainda mesmo assim é um assunto ainda não muito abordado e que não possui grande peso no Brasil, podendo observar em vários locais que o acesso se torna restrito, como: falta de rampas, largura das portas e corredores inadequados, banheiros desprovidos de sanitários e lavatórios acessíveis e barras de apoio, o que dificulta o acesso do local a uma pessoa portadora de deficiência física ou com mobilidade reduzida. Isto reflete a baixa importância social que é direcionada a essa área, sendo esta um grande fator dentro de uma sociedade que garante conforto para toda a população e confirmando o direito de ir e vir, que é garantido pela Carta Magna que diz em seu artigo 227: “§ 2º - A lei disporá sobre normas de construção dos logradouros e dos edifícios de uso público e de fabricação de veículos de transporte coletivo, a fim de garantir acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência”. A primeira Norma Técnica surgiu em 1994, a NBR-9050, com o título: “Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço mobiliário e equipamentos urbanos”. Em sua revisão, realizada em 2004, o título foi alterado para “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”, seguindo uma evolução conceitual mundial da acessibilidade como recurso para qualquer pessoa e não somente para a pessoa com deficiência. A Norma NBR-9050/2004 é atualmente a mais completa e estabelece critérios físicos a serem observados em projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade, ela propõe normas para ambientes externos e internos, e sanitários. Descreve com detalhes, medidas, inclinações, para que os portadores de necessidades especiais tenham conforto, autonomia, segurança e facilidade de acesso. O Programa Brasileiro de Acessibilidade Urbana - Brasil Acessível foi lançado no dia 2 de junho de 2004, tem o objetivo de incluir uma nova visão no processo de construção das cidades que considere o acesso universal ao espaço público por todas as pessoas e suas diferentes necessidades. O programa é constituído de ações e instrumentos que visam estimular e apoiar os governos municipais e estaduais a desenvolver ações que garantam a condição de acesso a um edifício, transporte público, escritórios, hospitais, escolas, teatros, restaurantes, entre outros, garantindo segurança e autonomia a população. A acessibilidade deve ser vista como parte de uma política de mobilidade urbana que promova a inclusão social, garantindo a equiparação de oportunidades e o exercício da cidadania das pessoas com deficiência e mobilidade reduzida, com o respeito aos seus direitos fundamentais. Em edifícios com arquitetura histórica, ocorre com maior frequência, a falta de recursos para pessoas com necessidades, sendo essa problemática o principal assunto deste artigo. O ambiente será analisado através da norma ABNT NBR-9050, levando em conta a acessibilidade do meio interno, externo e banheiros. “A ABNT NBR 9050 é a principal norma de uma série focada na acessibilidade

de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, idosos, obesos e gestantes” acatando todas as determinações feitas pelo Programa Brasileiro de Acessibilidade Urbana.

RESULTADOS

O estacionamento do mercado é um fator muito preocupante, neste não se encontra nenhuma acessibilidade, tanto no dimensionamento das vagas quanto ao acesso estacionamento/mercado. Pode ser observado nas imagens abaixo (figura 1, figura 2) a inexistência de vagas acessíveis para pessoas portadoras de necessidades especiais. Não há vagas especiais e nem rampas para o acesso do estacionamento/mercado. Foi encontrado apenas uma vaga para deficientes, mas que se encontra em um estado degradante, com sua marcação do solo quase imperceptível e de difícil acesso (figura 3).



Figura 1 - vista do estacionamento



Figura 2 - vista do estacionamento



Figura 3 – vista entrada acessível

Assim, visto que o piso de paralelepípedo se encontra em estado de difícil locomoção para pessoas com baixa mobilidade física e previsto que faça a regularização das pedras tornando-as mais planas possíveis e juntamente refazer o rejunto entre elas. Proposto uma reformulação da distribuição das vagas de estacionamento (figura 4 e figura 5), destinando algumas para as pessoas de necessidades especiais, em que será implementada um pavimento de concreto para a melhor locomoção para as pessoas com necessidades especiais (figura 5). Também foi sugerido adicionar uma rampa de acesso do estacionamento/calçada

para as pessoas que possuem uma locomoção reduzida tenham um maior conforto.

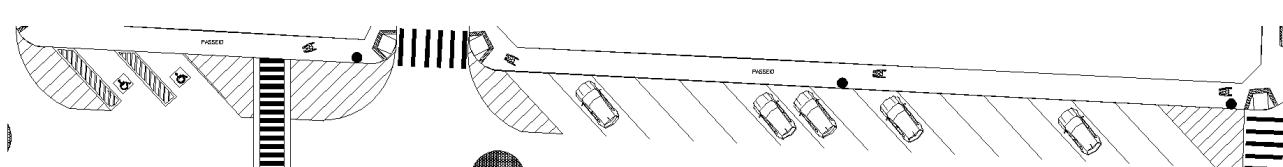


Figura 4 – Proposta do estacionamento lateral

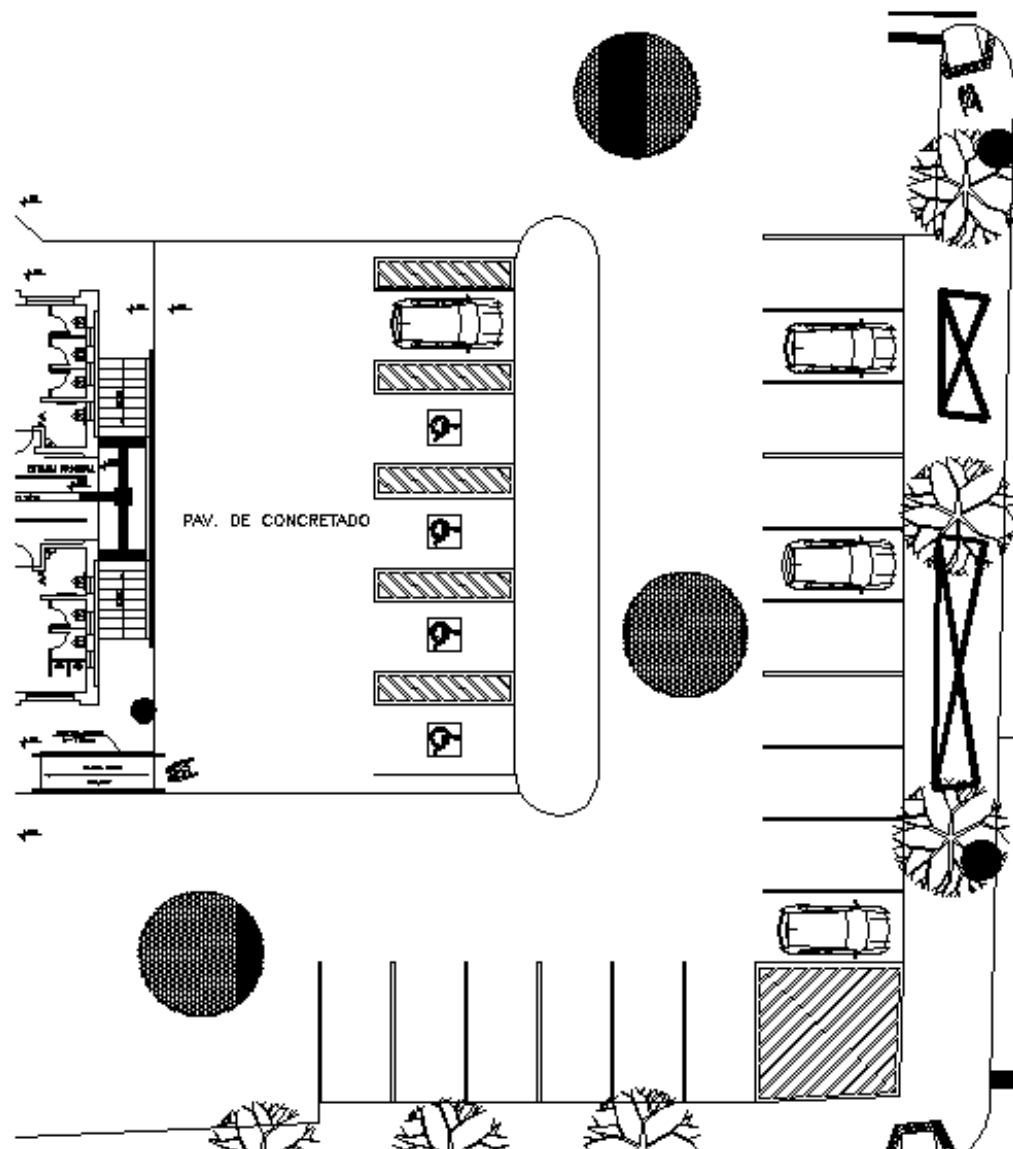


Figura 5 – Proposta estacionamento localizado na frente do Mercado

O ambiente externo é outro setor muito importante a ser analisado, sendo este o meio que proporciona o acesso ao interior do mercado. O mercado possui quatro entradas, sendo três delas proporcionadas por escadas (figura 7, figura 8 e figura 9) e uma possuindo rampa (figura 3). Em alguns pontos há algumas rampas e indicações, no entanto alguns estão já em situação precária ou fora da norma (figura 6). O transporte coletivo é feito pelo BRT, no qual pode ser analisado que

há acessibilidade do ponto de entrada/saída do BRT até certo ponto do mercado, em que o deficiente para adentrar ao mercado enfrentará algumas dificuldades, como pisos desnivelados e falta de rampas, além de o mercado possuir apenas uma entrada com rampa, que não se encontra nas melhores condições para o uso acessível.



Figura 6 – rampa em desacordo com NBR 9050



Figura 7 – entrada que faz frente com o estacionamento



Figura 8 – entrada lateral



Figura 9 – entrada lateral

Para o ambiente ao entorno do mercado e sugerido a implementação de rampas em alguns pontos dos quais não possuía (nas calçadas e em pontos de entrada do ambiente externo para o interno do mercado), e de algumas passarelas, a reforma de algumas calçadas que estão em estado degradante e também foi proposto uma rota, para os deficientes físicos que utilizam o serviço de transporte público, do BRT ao Mercado Municipal (figura 10). Foi proposto em projeto também a colocação de fitas antiderrapantes em todos os degraus das escadas, aumentando assim a

segurança.

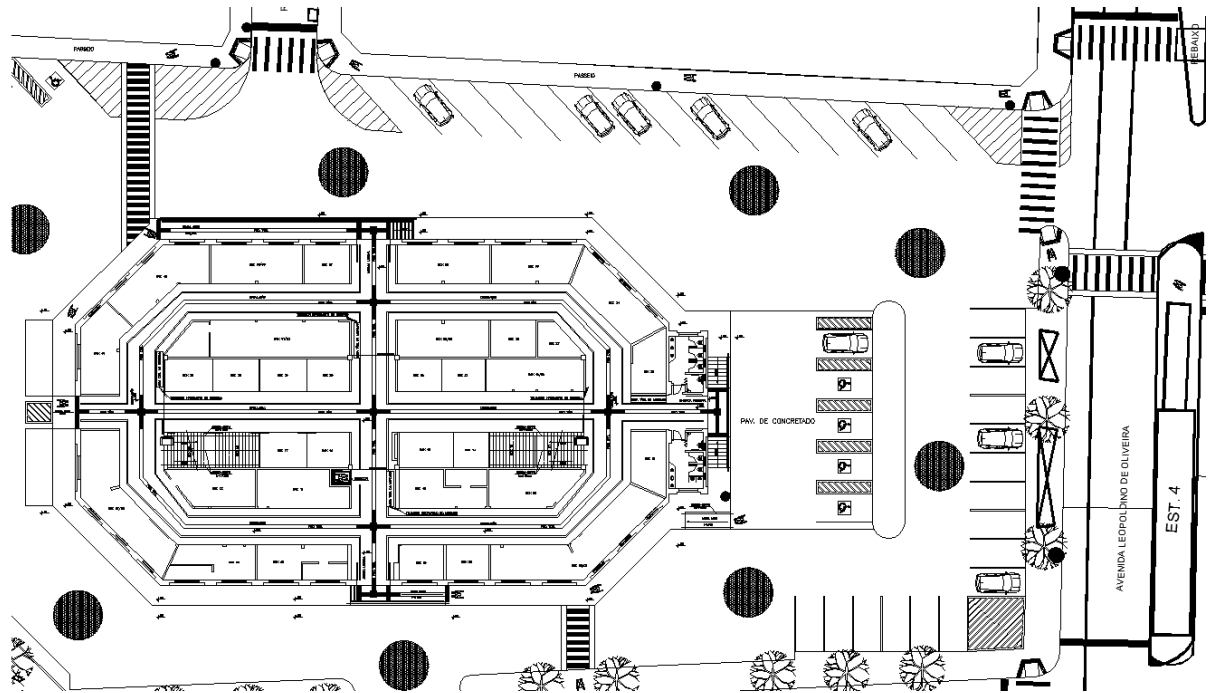


Figura 10 – Proposta de acessibilidade ao entorno do Mercado

Os sanitários do mercado possuem certa acessibilidade, em vista que a porta que proporciona acesso possui uma largura que possibilita a passagem de uma cadeira de rodas (figura 12). Entretanto, o banheiro não possui uma pia acessível ao cadeirante, visto que nenhuma das pias analisadas tem a altura adequada ao uso de um cadeirante (figura 11). O vaso sanitário que deveria ser para os deficientes físicos se encontra com as barras de apoio necessárias, no entanto a altura deste não entra em conformidade com a norma (figura 13).



Figura 11 – Lavatório banheiro masculino



Figura 12 – Entrada do banheiro masculino

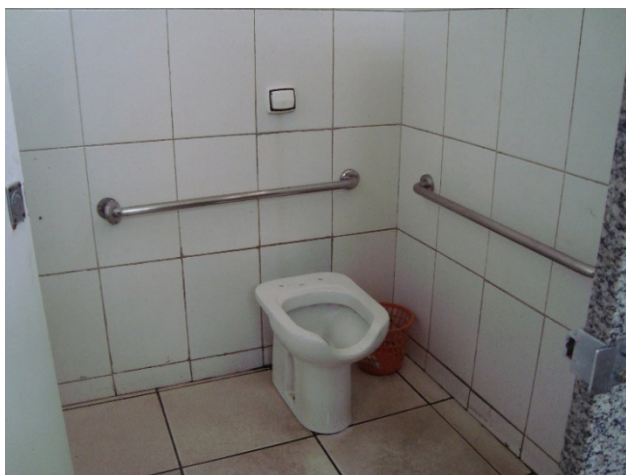


Figura 13 – Banheiro masculino parcialmente acessível

O banheiro foi totalmente reformulado, para que possam ser utilizados com um maior conforto e o tornando mais acessível as pessoas portadoras de deficiência e/ou com mobilidade física reduzida. No box acessível tem um maior espaço para a melhor comodidade de acesso para o usuário e foi colocado uma pia em conformidade com as normas de acessibilidade. (figura 14).

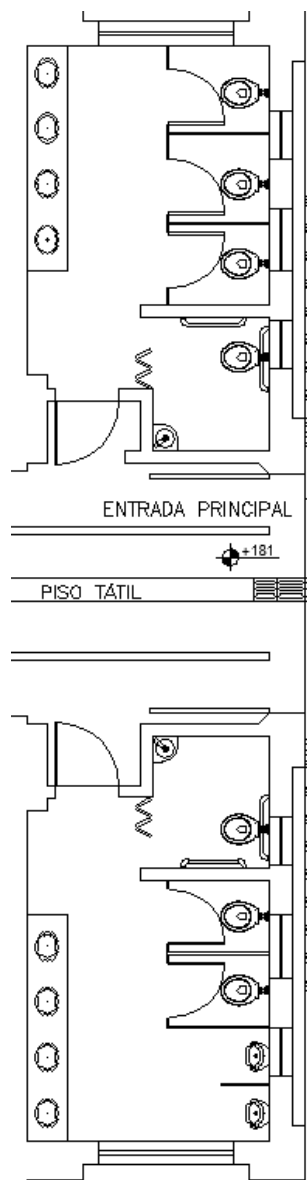


Figura 14 – Proposta para acessibilidade no banheiro

Mezanino para efeito das disposições do COE (Código de Obras e Edificações), é um pavimento intermediário entre dois andares, que pode ocupar área máxima entre $\frac{1}{3}$ (um terço) e $\frac{1}{2}$ (metade) da área do piso da loja, dependendo da legislação vigente de cada município. O mezanino do mercado não se encontra acessível, tanto na inclinação da escada (tamanho do espelho e passo), quanto no acesso de pessoas com mobilidade física reduzida (figura 15). E os banheiros situados neste local, não se encontram também em conformidade com a norma NBR-9050 (figura 16 e 17).

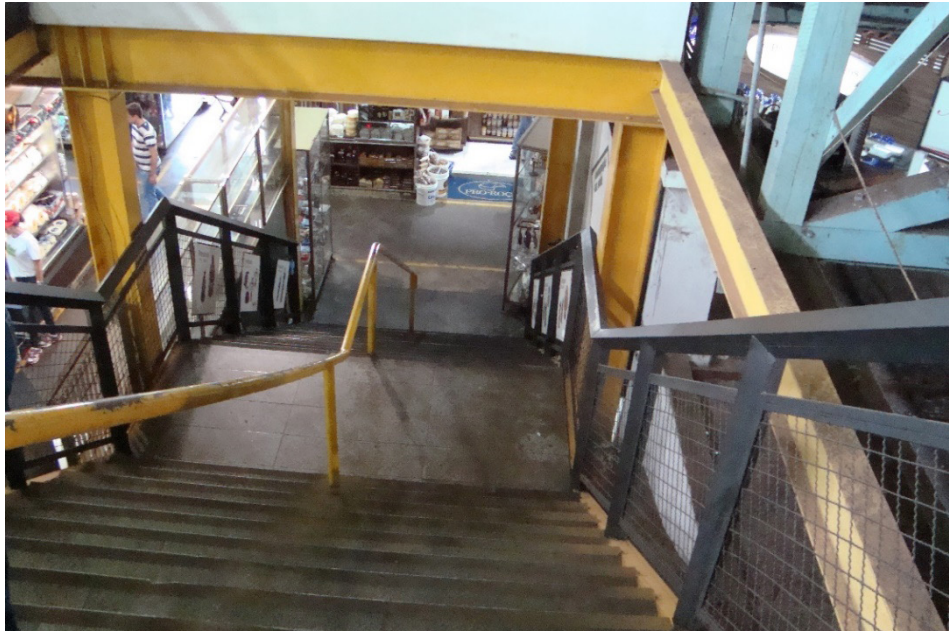


Figura 15 – Escada mezanino



Figura 16 – Entrada banheiro mezanino

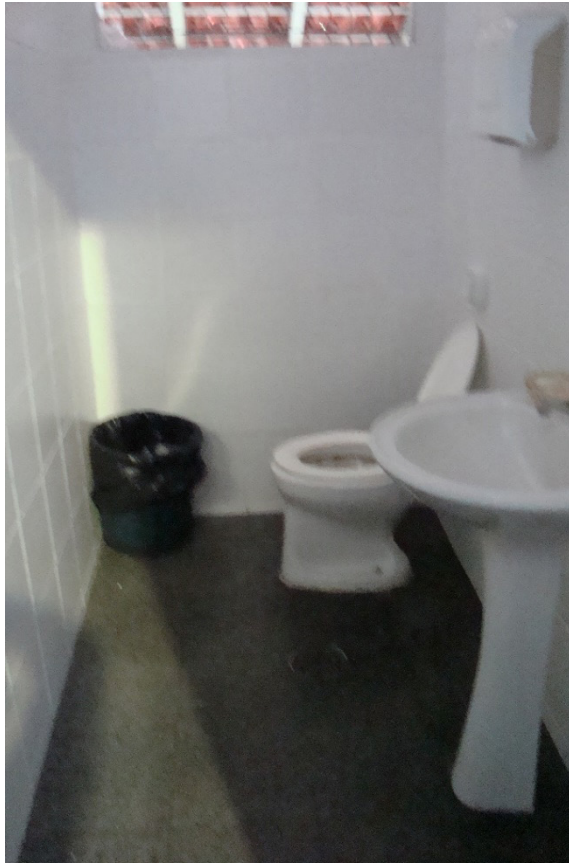


Figura 17 – Banheiro mezanino

A sugestão para a problemática da acessibilidade para o acesso do mezanino foi a adaptação de uma plataforma com travamento para cadeira de rodas instalada na lateral da escada (figura 18) e a instalação de um elevador (figura 19), tornando assim possível o acesso de todos ao local. O banheiro foi totalmente adaptado, ficando mais espaçoso e agora com um sanitário acessível, de acordo com a norma (figura 20).

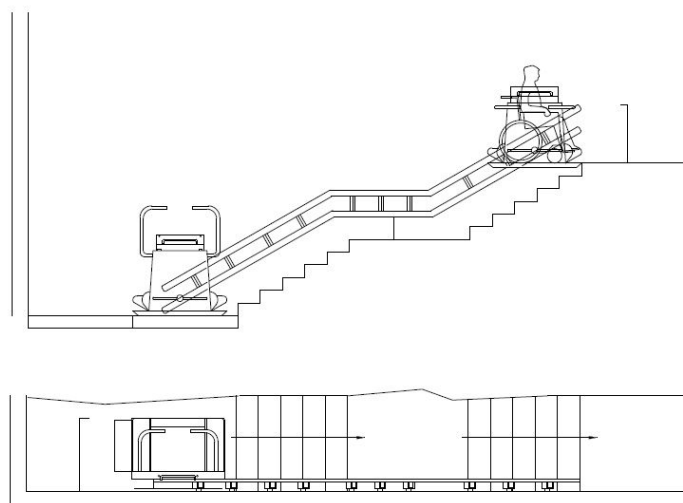


Figura 18 – Proposta escada mezanino

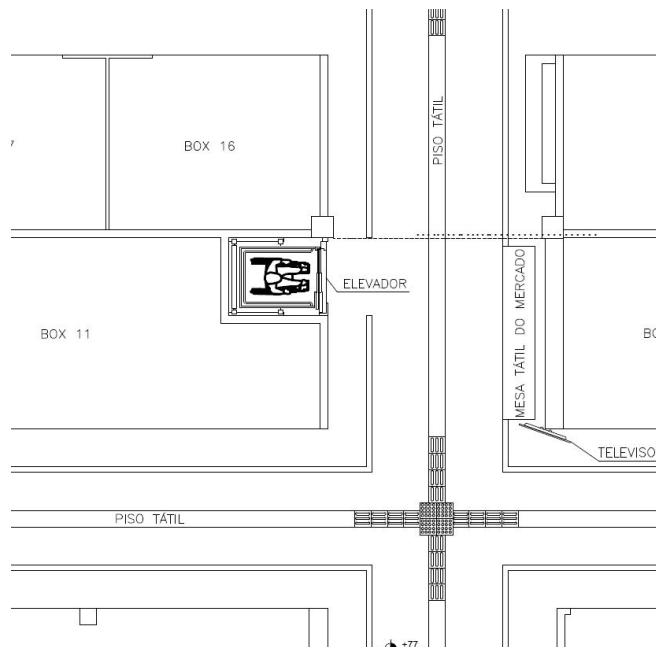


Figura 19 – Proposta elevador

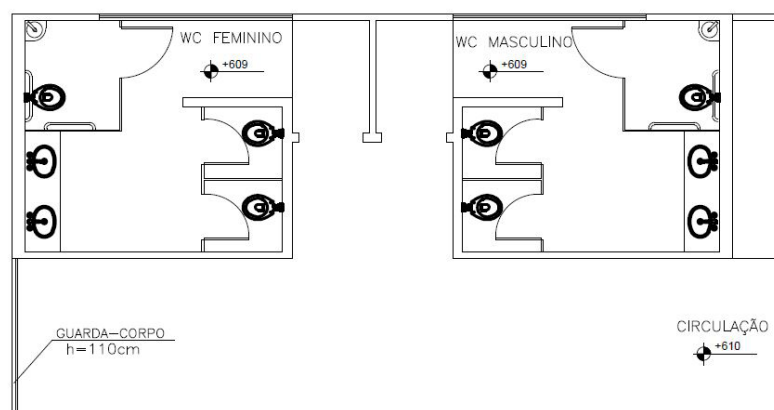


Figura 20 – Proposta banheiro mezanino

O ambiente interno se encontra com nenhuma adaptação, no piso encontrasse demarcações limitando a ocupação das lojas e mercadorias, no entanto alguns lojistas “invadem” os corredores diminuindo assim o espaço de circulação e prejudicando o tráfego de pessoas dentro do edifício (figura 21 e 22)



Figura 21 – Mercadorias atrapalhando a circulação



Figura 22 – Corredor com faixa de limitação das lojas

Para a melhoria da acessibilidade do local deve ter uma regulamentação mais adequada em relação a não ultrapassar os limites demarcados. Em projeto foi proposto para o melhor conforto e acesso de todos o piso tátil em todo mercado, mesa tátil nas entradas com informações sobre todo o local e televisor informativo para os deficientes auditivos (figura 23).

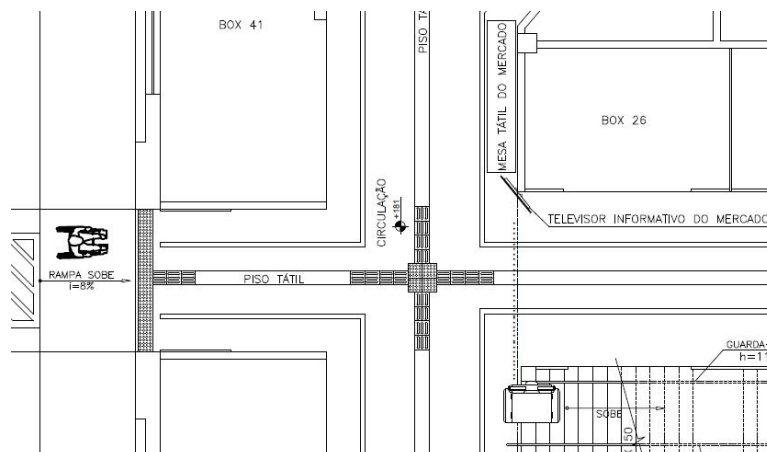


Figura 23 – Proposta de entrada acessível

CONCLUSÃO

É possível concluir que o mercado municipal necessita de várias adaptações para se tornar acessível a uma pessoa portadora de necessidades especiais. A partir de todo desenvolvimento e com o baseamento na norma NBR-9050, é possível perceber a importância das propostas realizadas para que assim o mínimo de acessibilidade seja atribuída a população, garantindo que todos tenham a autonomia de ir e vir a qualquer lugar com conforto, segurança e autonomia. Foram propostos o necessário (rampas, passarelas, elevador e/ou cadeira elevatória, mesa tátil, piso tátil, televisores informativos com linguagem dos sinais, adequações no banheiro) para que o ambiente estudado tenha uma melhor condição e esteja melhor adequado para atender as pessoas com necessidades especiais e/ou com mobilidade reduzida, sem que haja modificações da essência da arquitetura do local estando em conformidade com a legislação prevista pelo Patrimônio Histórico de Uberaba, sendo o Mercado Municipal um edifício Tombado. O mercado necessita de uma grande atenção na área da acessibilidade, em visto que este é um ponto turístico/histórico da cidade e recebe várias visitas diariamente. Com tudo, o principal resultado esperado é a conscientização dos profissionais de Engenharia Civil sobre a importância das normas de acessibilidade e sua respectiva aplicação em suas obras, o artigo é uma maneira de exemplificar que a construção civil vai além do levantamento de paredes, mas que também possui dentro do seu universo construtivo valores sociais que devem ser garantidos e respeitados.

REFERÊNCIAS

Foram feitas pesquisas no arquivo Público de Uberaba, e tivemos também apoio da prefeitura, onde conseguimos projetos antigos e plantas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos: ABNT NBR-9050**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. (Série Legislação Brasileira).

BRASIL. Decreto, n. 5296, de 2 de dezembro de 2004. Para fins de acessibilidade. Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência, São Paulo.

http://www2.cnmp.mp.br/portal/images/stories/Destaques/Publicacoes/Acessibilidade/Guia_Orienta%C3%A7ao_Acessibilidade_2014_Rebecca__2.pdf_Atualizado_26_03_14_Workshop_2014.pdf- acessado dia 10/08/2015

<https://cidadeacessivelrs.wordpress.com/2013/04/28/164/> - acessado dia 09/08/2015

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAry4AB/nbr9050-normas-abnt-acessibilidade>- acessado dia 09/08/2015

<http://www.creamg.org.br/publicacoes/Cartilha/Guia%20de%20acessibilidade%20urbana.pdf> -
acessado dia 05/08/2015

AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE PNEUS EM BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO

Data de aceite: 18/03/2020

Data de submissão: 13/01/2020

Elizabeth Yukiko Nakanishi Bavastri

Universidade Federal do Paraná, Curso de Engenharia Civil
Curitiba - Paraná

Gabriela do Prado Sá Brito

Prefeitura de Alegrete
Alegrete - Rio Grande do Sul

RESUMO: Com o crescimento populacional acelerado, surge cada vez mais problemas quanto a destinação final de resíduos gerados pela humanidade. Os pneus automobilísticos são exemplos desses resíduos sólidos, e ainda tem-se a problemática de que o tempo de degradação natural é indeterminado, consequentemente gerando enormes acúmulos. Para reverter o quadro de lotação nos aterros ou depósitos clandestinos muitas pesquisas estão sendo realizadas, promovendo outros propósitos para a destinação final. Assim sendo, este trabalho visa avaliar as propriedades do concreto, com a incorporação de resíduo de borracha triturada de pneus introduzidas na massa, para a fabricação de blocos de concreto intertravados para pavimento flexível. O

desenvolvimento experimental desta pesquisa, iniciou-se pela determinação do traço de referência (sem adições de resíduos) e, também escolhidos as porcentagens de substituições de agregado miúdo natural (areia) e pedrisco por resíduos (pneus triturados), sendo que o traço de referência utilizado foi de 1: 1,72: 2,15 : 0,49. As porcentagens de substituições dos agregados naturais por resíduos foram de 3,88%, 4,48% e 5,82% em volume de agregados. Assim, as fibras de borrachas dos pneus passaram a representar 2,45%, 3,07% e 3,69% do volume total do concreto. Foram ainda, realizadas as caracterizações dos materiais constituintes, estudos das propriedades do concreto no estado fresco (massa específica e consistência) e avaliação das propriedades no estado endurecido (resistência a compressão e absorção de água). Percebe-se que a substituição de agregados naturais por resíduos de borracha reduz a resistência a compressão axial dos blocos de concreto, podendo, estes, serem utilizados, apenas em locais com carregamento estritamente leves. Ademais o escopo foi apontar uma forma sustentável para a destinação final dos pneus inservíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de pneu, bloco de concreto intertravado, substituição de agregado natural por resíduo.

EVALUATION OF TIRE WASTE INCORPORATION IN CONCRETE BLOCKS FOR PAVEMENT

ABSTRACT: With the rapid population growth, more and more problems arise regarding the final disposal of human-generated waste. Automotive tires are examples of such solid waste, and there is still the natural degradation time issue, which is undetermined, thus generating massive accumulations. Much research is being carried out to reverse the stocking situation in landfills or clandestine deposits, getting other purposes for the wastes' final destination. Therefore, this work aims to evaluate the properties of concrete, with the incorporation of crushed tire rubber residue inserted in the mass, for the manufacture of interlocking concrete blocks for flexible pavement. The experimental development of this research began by determining the reference composition (without residue additions) and also choosing the percentages of natural fine aggregate (sand) and gravel replaced with waste (crushed tires), being the reference composition used of 1: 1.72: 2.15: 0.49. The percentages of natural aggregates replaced with waste were 3.88%, 4.48% and 5.82% in aggregate volume. Thus, tire rubber fibers became 2.45%, 3.07% and 3.69% of the total concrete volume. The characterization of the constituent materials, studies of the concrete properties in the fresh state (specific mass and consistency) and their properties evaluation in the hardened state (compressive strength and water absorption) were also performed. It can be seen that replacing natural aggregates with rubber waste reduces the axial compressive strength of concrete blocks, which can only be used in places with strictly light loading. In addition, the scope of this study was to point out a sustainable way for the final disposal of worn-out tires.

KEYWORDS: Tire waste, interlocking concrete block, replacement of natural aggregate with waste.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização de blocos de concreto para pavimentação tem ganho progressivamente espaço na pavimentação de áreas urbanas, um dos fatores que contribui para tal escolha, é que estes blocos são semi-permeáveis, contribuindo assim para a minimização dos efeitos das enchentes sobre as cidades, pois este gera um acréscimo no coeficiente de escoamento superficial bem menor se comparado com um pavimento de concreto impermeável. (PAGNUSSAT, 2004).

O pneu inservível não pode voltar à linha de produção de um novo pneu porque as ligações cruzadas, provenientes da vulcanização, são economicamente irreversíveis (FREITAS, 2007), tornando-se um problema com o passar do tempo, devido ao acúmulo de bilhões de pneu em todo o planeta.

Para encontrar um destino correto ao descarte de material oriundo dos

processos de reformas dos pneus, o uso da borracha de pneu como agregado no concreto, vem sendo amplamente estudado, GRANZOTTO (2010), que analisou diversos trabalhos realizados no assunto, concluindo que a utilização em blocos de pavimentação é uma forma viável para o aproveitamento deste material, pois a resistência à compressão não é sua principal propriedade, e que os resultados referentes à resistência à abrasão são pontos favoráveis para sua utilização.

A possibilidade de incorporação de resíduos de pneus em misturas à base de cimento é uma contribuição da indústria da construção civil para reciclagem de resíduos prejudiciais ao meio ambiente, podendo também melhorar o desempenho dos materiais com sua adição. Isso é verdade quando são analisadas as propriedades elásticas da borracha, sua resistência ao impacto e sua baixa massa específica, características estas muitas vezes desejadas em concretos, podem ser melhoradas através da inserção do resíduo de borracha em sua composição (GRANZOTTO, 2010).

Assim, este trabalho visa avaliar o desempenho dos blocos de concreto intertravados com incorporação de borracha triturada dos pneus inservíveis, ou daqueles oriundos das raspas de borracha gerados pelos processos de recauchutagem ou da remoldagem.

2 | MÉTODO

A partir dos objetivos estabelecidos foi elaborado o programa experimental, contendo ensaios de caracterização dos materiais; ensaios do concreto no estado fresco; ensaios nos blocos de concreto intertravados e dos corpos-de-prova do concreto no estado endurecido. A Figura 1, mostra o fluxograma do programa experimental realizado neste trabalho.

2.1 Cimento Portland

O cimento Portland utilizado para na produção dos blocos de concreto intertravados (pavers) é o CPIV-32, Cimento Portland Pozolânico. A escolha foi feita levando em consideração a facilidade de encontrar o material no comércio local da região, fato que não ocorre com facilidade de obtenção, por exemplo com o CP V ARI, cimento Portland de alta resistência inicial, que são normalmente utilizados para a fabricação de peças pré-moldadas.

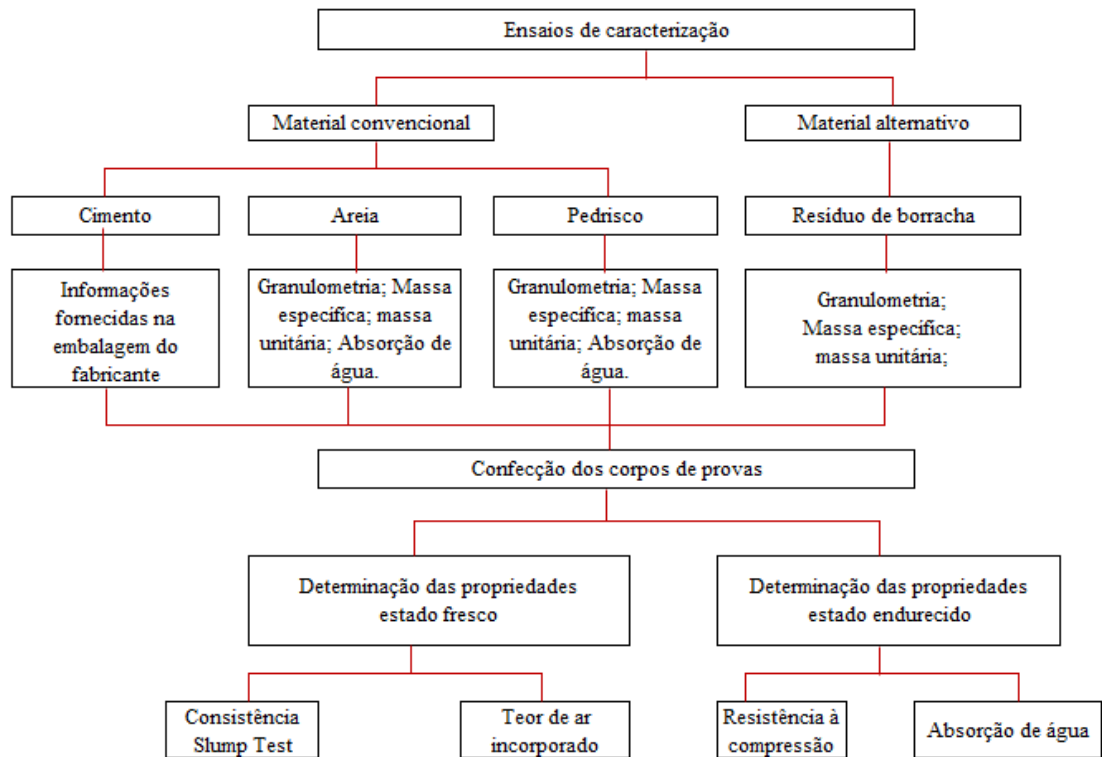


Figura 1 - Fluxograma do programa experimental

2.2 Agregado Natural: Areia

A areia utilizada é uma areia média, de origem natural, proveniente do município de Manoel Viana. A caracterização deste material, foi de acordo com as Normas vigentes e os ensaios realizados foram: determinação da composição granulométrica, determinação da massa específica, determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman; massa unitária, e a absorção de água.

2.3 Agregado Natural: Pedrisco

O agregado graúdo utilizado no traço, foi a brita 0, denominada comercialmente como pedrisco. O material foi adquirido na Empresa Pedra Rosada (Alegrete/RS). A caracterização deste material abrangeu os ensaios: determinação da composição granulométrica, determinação da massa unitária e volume de vazio; massa específica do agregado seco e a absorção de água.

2.4 Resíduo de Pneu

O resíduo utilizado neste trabalho foi proveniente da recauchutagem de pneus de caminhões. As amostras de borracha utilizada provem da raspada da banda de rodagem. Estes, foram doados por empresa local da região, do município de Alegrete/RS. Notou-se que o tamanho dos grãos dos resíduos era bastante diversificado, com relação a sua dimensão. Dessa forma, optou-se por utilizar

apenas os resíduos com dimensões na faixa de 0,8 a 2,38mm, pois estudos já realizados com estas dimensões mostraram que fibras com tamanhos superiores a 2,38mm tem as propriedades mecânicas reduzidas quanto aos ensaios de resistências à compressão axial, quando comparadas sem a incorporação dessas fibras de borrachas.

A granulometria do resíduo escolhida definitivamente, foi feita após o processo de peneiramento de todo o material, que foram classificados conforme a granulometria definida inicialmente, tendo quantidades suficientes para a confecção dos blocos de concretos intertravados. Para caracterizar este material, foi determinado a composição granulométrica, determinação da massa unitária e volume de vazios.

2.5 Produção dos Traços

O abatimento do concreto, por se tratar de confecção de blocos intertravados de concreto (pavers) fabricados totalmente de forma manual, e por tanto a mistura da massa não poderia ser muito seca (pouca água de amassamento), para que este preenchesse toda a fôrma, deixando o mínimo de vazios possíveis, foi escolhido o abatimento do tronco de cone que ficasse entre 60 a 80mm. A Tabela 1, mostra os consumos individuais dos materiais utilizados na confecção dos blocos de concreto intertravados.

Os traços com as substituições parciais dos agregados naturais (areia e pedrisco) por resíduos de pneus, foram obtidos com base no traço de referência, substituindo a areia natural e uma parte do pedrisco por resíduo de pneu triturado. Assim sendo, denominou-se de traço A, sendo o traço de referência, ou seja, sem nenhuma quantidade de fibra de borracha. No traço B, 6% do volume da areia natural e 2% do volume de pedrisco foi substituído por fibras de borracha, esta substituição representou 3,88% dos agregados. No traço C as porcentagens de substituições por resíduos de pneus foram de 7,5% do volume da areia natural e 2,5% do volume do pedrisco, representando 4,85% do volume de agregados naturais. Por fim, no traço D foram substituídos 9% da areia natural em volume, e 3% do pedrisco em volume por resíduos, o qual representaram 5,82% dos agregados naturais. A escolha de substituir o resíduo em maior proporção na areia, foi definida com base em trabalhos técnicos, os quais relatam que substituir percentuais de areia em maiores quantidades que os de pedrisco na incorporação dos resíduos de pneus, proporcionam menores perdas de resistências à compressão axial em relação ao concreto em que foi incorporado resíduo em maior parte no pedrisco e em menor proporção na areia.

Traço	Cimento Kg/m ³	Areia Kg/m ³	Pedrisco Kg/m ³	Água Kg/m ³	Resíduo Kg/m ³
A	456,25	789,32	980,94	223,56	0
B	456,25	741,96	961,33	223,56	36,51
C	456,25	730,12	956,42	223,56	45,64
B	456,25	718,28	951,52	223,56	54,77

Tabela 1 - Consumos dos materiais

2.6 Confeção Manual dos Blocos de Concreto Intertravados

Para a fabricação dos pavers foram utilizadas fôrmas duplas de plástico com o formato dos pavers, betoneira convencional e mesa vibratória. O desenho do formato da fôrma escolhido foi a segmentada com 16 faces, com dimensões de 24cm x 10cm x 8 cm (comprimento, largura e altura respectivamente), da empresa PEC MAQ® PEC FORMAS. Este formato é classificado pela ABNT NBR 9781/2003 como o Tipo I, sendo peças de concreto com formato próximo ao retangular, com relação comprimento/largura igual a dois, que se arranjam entre si nos quatros lados e podem ser assentadas em fileiras ou em espinhas de peixe.

A mistura dos materiais foi realizada na betoneira, após a homogeneização de todos os insumos na betoneira, a massa de concreto foi colocada nas fôrmas duplas de plásticos e, em seguida levadas a mesa vibratória para adensamento.

A Figura 2, mostra as etapas de moldagens, desformas e os blocos de concretos desmoldados e identificados. O processo de desmoldagem ou desformas dos pavers, realizou-se, com o auxílio de um martelo de borracha, onde foi colocado duas régua metálicas servindo de apoio. Então, com o martelo de borracha bateu-se no fundo e nas laterais das fôrmas, até que os pavers se soltassem. Posteriormente, os blocos foram submetidos ao procedimento de cura por imersão, onde ficaram totalmente imersos, por 7 dias e 28 dias.



Figura 2 - Etapas do processo de confecção dos blocos de concreto intertravados

2.7 Ensaios de Abatimento de Tronco de Cone – Slump Test

A determinação da consistência do concreto para moldagem dos pavers, foi executada de acordo com as prescrições da ABNT NBR NM 67 (1998). Todos os

quatro traços estudados tiveram a relação a/c (água/cimento), determinado neste ensaio, a fim de obter-se concretos com abatimento entre 60 a 80mm, devido ao modo manual de confecção dos blocos de concreto. A Figura 3, mostra a realização do ensaio de consistência de dois traços distintos, o traço C e o traço D.



Figura 3 - Consistência pelo abatimento de tronco de cone

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição Granulométrica

A distribuição dos grãos dos agregados naturais (areia e pedrisco) e do resíduo da borracha foram obtidas pelas porcentagens retidas acumuladas, como indicadas na Figura 4.

A areia natural apresentou DMC de 1,18mm, módulo de finura de 1,52mm a massa específica de 2,63 g/cm³ e a absorção de água de 0,21%. O pedrisco teve como resultado o DMC de 9,5mm, módulo de finura de 5,69mm, massa específica de 2,90 g/cm³, a massa unitária de 1,32 g/cm³ de absorção de água de 2,0%. Por fim, os resultados obtidos nos resíduos de borracha para o DMC foi de 6,3mm, o módulo de finura de 4,4mm, massa específica de 1,48 g/cm³ e a massa unitária de 0,33 g/cm³.

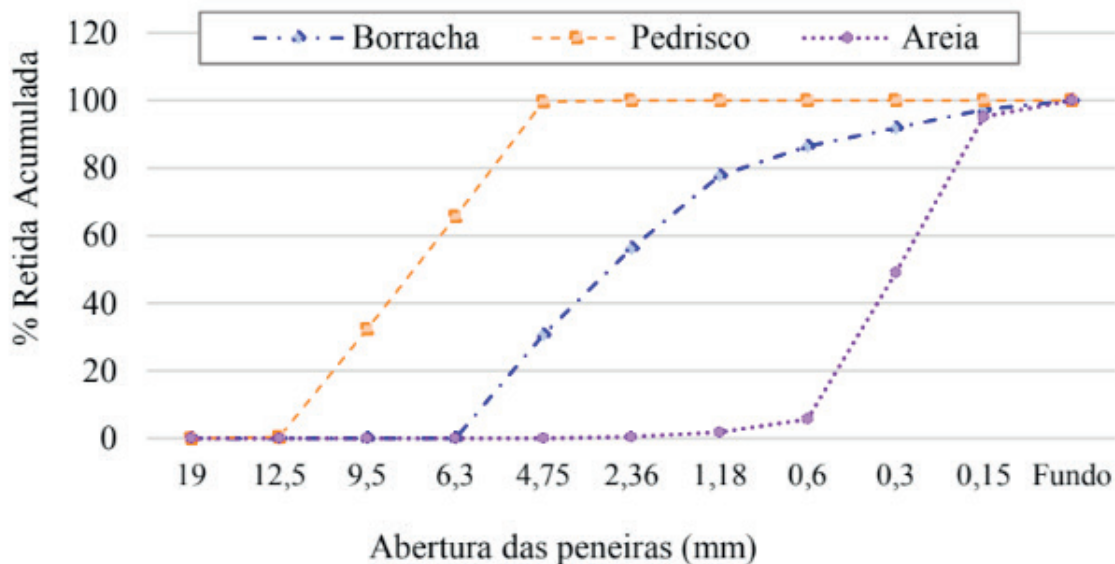


Figura 4: Composição granulométrica dos agregados naturais e do resíduo de borracha

3.2 Consistência por Abatimento de Tronco de Cone

No ensaio da consistência pelo abatimento do tronco cone, foi fixado o abatimento do concreto entre 60 a 80mm, mesmo que para isso fosse preciso aumentar ou diminuir a relação (a/c) água/cimento. Fato que não ocorreu, pois como mostra a Tabela 2, após estabelecido a relação a/c do traço de referência, foi possível mantê-lo para os demais traços, em virtude de todos os traços com incorporação de resíduos ficarem dentro da faixa de abatimento estabelecida (60 a 80mm).

De acordo com os resultados expostos na Tabela 2, é possível observar que o aumento na porcentagem de resíduo de borracha, diminui o abatimento, ou seja diminui a trabalhabilidade do concreto, fato que vai ao encontro da afirmação de (Metha & Monteiro, 1994), independentemente do tipo de fibra, a perda na trabalhabilidade é inversamente proporcional a concentração volumétrica de fibras no concreto.

Traço	Relação (a/c)	Abatimento (mm)
A: referência (sem substituição dos agregados)	0,49	8,0
B: 6% do volume de areia + 2% do volume de pedrisco substituído por resíduo de borracha	0,49	7,0
C: 7,5% do volume de areia + 2,5% do volume de pedrisco substituído por resíduo de borracha	0,49	6,5
D: 9% do volume de areia + 3% do volume de pedrisco substituído por resíduo de borracha	0,49	6,0

Tabela 2: Abatimento de Tronco de Cone

3.3 Massa Específica

A massa específica referente a cada traço encontra-se na Tabela 3 e, comparando as massas específicas dos traços, nota-se um resultado conexo com o incremento de resíduo, pois de acordo com o acréscimo da parcela de substituição dos agregados naturais, por borracha triturada, tem-se uma queda na massa específica do concreto, visto que a massa específica do resíduo de pneus é menor que a massa específica dos agregados (areia e pedrisco natural) que foram parcialmente substituídos, conseqüentemente a massa específica dos pavers confeccionados com a incorporação de borracha triturada, serão mais leves (menos densos) do que os do traço referência, sem a adição de resíduos.

Traço	Massa Específica Aparente (Kg/m ³)
A: referência (sem substituição dos agregados)	2.362,43
B: 6% do volume de areia + 2% do volume de pedrisco substituído por resíduo de borracha	2.285,71
C: 7,5% do volume de areia + 2,5% do volume de pedrisco substituído por resíduo de borracha	2.275,13
D: 9% do volume de areia + 3% do volume de pedrisco substituído por resíduo de borracha	2.269,84

Tabela 3: Massa Específica Aparente

3.4 Resistência a Compressão

O Gráfico 1 mostram os valores da resistência a compressão dos 04 traços dos blocos de concreto intertravados, sendo que o traço A, de referência obteve os maiores valores de resistências, tanto aos 7 dias como aos 28 dias. Verifica-se ainda que ao introduzir os resíduos de pneus as resistências diminuem, tanto mais quanto maior é o acréscimo desse. Ademais, para manter o abatimento de tronco de cone entre 60 a 80mm foi necessário acrescentar água na massa do concreto, deixando com elevado índice de vazios, como mostra a Figura 5, pavers de referência (sem adição de resíduo).

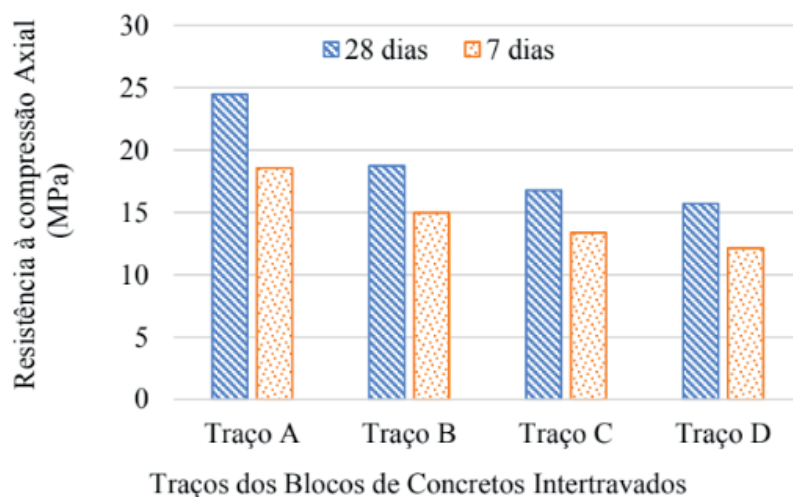


Gráfico 1: Resistência a Compressão Axial



Figura 5: Bloco de concreto intertravado

Essa queda na resistência à compressão de concretos com incorporação de resíduos de pneus, provocada pela substituição parcial de agregados naturais por resíduos de borracha, já foram identificadas por diversos autores, entre esses os trabalhos feitos Fioriti (2007), Granzotto (2010) e Santos (2018). Segundo a justificativa dada por Fioriti (2007), o qual utiliza a afirmação de Neville (1995), que diz, “quanto maior for a resistência e a massa específica dos agregados naturais utilizados para produção de concretos convencionais, menor é a influência dos agregados sobre a resistência à compressão do concreto, uma vez que a resistência dos agregados supera a resistência da matriz”, e que portanto, ao se adicionar os resíduos de pneu na massa de concretos dos pavers, ocorrem a queda na resistência a compressão.

3.5 Absorção de Água

Esta propriedade, está relacionada, com o volume de poros do concreto, ou seja, quanto mais o paver absorver água, significa que mais poros permeáveis possui no seu corpo. A tabela 4, mostra os resultados individuais da absorção de água cada amostra para todos os traços de concretos confeccionados.

Observa-se que a incorporação de resíduos de pneus aumenta a porosidade dos blocos de concretos intertravados, assim como a diminuição da resistência à compressão axial (Gráfico 1).

De acordo com Albuquerque et al. (2006), Santos et al. (2010) e Granzotto (2010), o aumento do teor de borracha, no concreto, resultou em um aumento gradual do teor de ar incorporado, fato que, logicamente, reduz a resistência do mesmo, e diminui a sua massa específica, pois quanto maior o teor de ar incorporado menor será a massa específica.

Traços	Absorção de água (%)	Traços	Absorção de água (%)
Traço A n°01	3,84	Traço C n°01	3,92
Traço A n°02	3,84	Traço C n°02	3,92
Traço A n°03	4,34	Traço C n°03	4,48
Traço B n°01	4,44	Traço D n°01	4,0
Traço B n°02	4,43	Traço D n°02	4,0
Traço B n°03	3,96	Traço D n°03	4,0

Tabela 4: Absorção de Água

4 | CONCLUSÕES

Verifica-se que a consistência do concreto, que está relacionado indiretamente com a trabalhabilidade da massa do concreto diminui com a incorporação do resíduo de pneu. Porém, com proporções não tão grandes, para as porcentagens adotadas nesta pesquisa, que foram de 2,45%, 3,07%, 3,69% em relação ao volume total do traço de referência, de modo que o abatimento no ensaio de consistência, ficou dentro do intervalo estabelecido, ou seja, entre 60 a 80mm, em todos os traços, não sendo preciso mudar a relação a/c, que ficou fixo em 0,49. Além disso, com esse abatimento, não se teve maiores problemas para preencher as fôrmas dos pavers.

Já analisando a massa específica aparente dos pavers, estes diminuíram com a substituição da areia e pedrisco naturais por resíduos de pneus, e quanto maior a quantidade de substituição, menor é a massa aparente, pois a massa específica da areia e pedrisco, são maiores do que os de resíduos, sendo estes mais leves, de menor peso.

Quanto a resistência à compressão dos blocos de concreto intertravados com resíduos de pneus ocorre também uma diminuição da resistência. No entanto, vale ressaltar que o escopo deste trabalho não era a resistência mecânica e sim a diminuição de resíduos de pneus que são gerados em grandes escalas. Ademais, o cimento Portland utilizado foi o CP IV 32, devida a facilidade de encontrar esse no mercado local. Mas sabe-se que a produção de blocos de concretos intertravados são utilizados o cimento Portland CP VARI, que por si só, apresenta maior resistência inicial quando comparado com o CP IV.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9780: Peças de concreto para pavimentação – **Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS - ANIP. Disponível em: <http://www.anip.com.br/>. Acesso em 10 de janeiro de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. ABCP Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público. São Paulo, 2010.

ALBUQUERQUE, A. C.; ANDRADE, W. P.; HASPARYK, N. P.; ANDRADE, M. A. S.; BITENCOURT, R. M. A. **Adição de Borracha de Pneu ao Concreto Convencional e Compactado com Rolo**. In ANAIS DO ENTAC. 2006.

AMADEI, D. I. B. **Avaliação de blocos de concreto para pavimentação produzidos com resíduos de construção e demolição do município de Juranda/PR**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011.

BRAVO et al. **Concreto leve produzido com borracha de pneus e metacaulim**. 23°CBEiMat – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais, novembro de 2018.

CARVALHO, D. B. A. **Considerações sobre a utilização de pavimentos intertravados e betuminosos em áreas urbanas**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2011.

FIORITI, C. F. **Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo**. São Carlos. 202p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

FREITAS, C. **Estudo do desempenho mecânico do concreto com adição de partículas de borracha para aplicação como material de reparo em superfícies hidráulicas**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2007.

GIACOBBE, S.; Figueiredo, A. D. **Concreto de cimento portland com borracha de pneus**. Boletim Técnico – Série BT/PCC/513. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2008.

GRANZOTTO, L. **Concreto com adições de borracha: Uma alternativa ecologicamente viável**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2010.

METHE, P. Kumar e MONTEIRO, Paulo J.M. **Concreto Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 3ª Edição, 2008.

NEVILLE, Adam L. **Propriedades do Concreto**. Editora bookman, 5ª edição, 2016.

SANTOS, Rebeca Martins. **Sugestões de aplicação de concreto borracha em obras civis**. Trabalho de Conclusão de Curso. 91p. Boa Vista/RR. Universidade Federal de Roraima, 2018.

DISPONIBILIZAÇÃO DE RECURSOS E TAREFAS PARA A OTIMIZAÇÃO DO AMBIENTE CLOUD – BASE DE CONHECIMENTO HEURÍSTICA

Data de aceite: 18/03/2020

**João Victor Cordeiro Saulnier de
Pierrelevee Bragança**

Graduando do Curso de Engenharia Civil do ISL
Wyden

jvictor8@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0316-3414>

RESUMO: No ambiente Cloud, os recursos ficam disponíveis para o cliente sob a demanda de pagamento por uso. Um maior rendimento com tempo de execução mínimo, pode reduzir o custo do orçamento para o cliente, bem como nunca pode violar o Acordo de Nível de Serviço (SLA). Uma tarefa específica deve ser alocada para a máquina virtual adequada podendo gerar resultados eficientes. Este estudo sugere uma melhor abordagem para alcançar essa eficiência utilizando análise empírica para tarefa, gerando banco de dados de tarefas heurísticas de base de conhecimento. Na primeira etapa, nossa abordagem sugere, antes de alocar uma tarefa para execução na Máquina Virtual (MV), descobrir a característica da tarefa, estimar o tempo de execução combinando com o banco de dados heurístico autogerado. Durante a segunda etapa, será verificada, uma máquina virtual eficiente, que seja capaz de executar

essa tarefa com maior rendimento em tempo de execução mínimo. Melhor aprimoramento deve ser alcançado usando o valor limite adaptativo para comparar a tarefa com o banco de dados heurístico. Essa abordagem pode otimizar o equilíbrio entre a Qualidade de Serviço (QS) para a utilização de tarefas e recursos.

PALAVRAS-CHAVE: Cloud, Virtual, Network, SLA, QS

ABSTRACT: In the Cloud environment, resources become available to the customer on demand pay-per-use. Higher performance with minimal execution time can reduce the cost of the client's budget, and can never violate the Service Level Agreement (SLA). A specific task must be allocated to the appropriate virtual machine and can generate efficient results. This study suggests a better approach to achieve this efficiency using empirical analysis for task, generating database of knowledge-based heuristic tasks. In the first step, our approach suggests, before allocating a task for execution in the Virtual Machine (VM), to discover the characteristic of the task, to estimate the execution time in combination with the self-generated heuristic database. During the second step, discover an efficient virtual machine that is able to perform this task with

the highest throughput at minimal execution time. Improved enhancement should be achieved using the adaptive threshold value to compare the task with the heuristic database. This approach can optimize the balance between Quality of Service (QoS) for the use of tasks and resources.

KEYWORDS: Cloud, Virtual, Network, SLA, QS

INTRODUÇÃO

A computação na nuvem está pronta para revolucionar a tecnologia como um serviço em que a tecnologia da informação (TI) se torna um utilitário de computação fornecido pela Internet. A computação na nuvem utiliza abundantemente recursos de computação escalonáveis, fornecidos como um serviço usando tecnologias da Internet, o que permite que esses recursos computacionais sejam compartilhados entre um grande número de consumidores para permitir um menor custo de propriedade da TI.

Autoatendimento sob demanda:

O serviço de nuvem está disponível a qualquer momento sob demanda na base de aluguel para um período específico. Os recursos estão sempre disponíveis e baseados na demanda do cliente. Estes recursos podem ser CPU, armazenamento em rede, serviço de software atualizado.

Amplo acesso à rede:

O serviço de nuvem está disponível na internet. Ele fornece acesso ao serviço de nuvem para o cliente com várias plataformas heterogêneas. Os métodos de acesso são diversos, tanto em linguagem, meio de comunicação, acessos e outros.

Agrupamento de recursos:

Um provedor de serviços de nuvem contém enormes data centers que usam características de multilocação do ambiente de nuvem para atender aos requisitos de recursos sob demanda do cliente. A pesquisa de recursos é obtida dinamicamente usando a tecnologia de virtualização. O resultado de um modelo baseado em *pool* é que os recursos de computação física se tornam “invisíveis” para os consumidores.

Elasticidade rápida:

A expansão ou redução da configuração de recursos pode ser aplicada imediatamente devido à propriedade de elasticidade rápida do ambiente de nuvem. Para os consumidores, os recursos de computação tornam-se imediatos, em vez de persistentes: não há compromisso e contrato à vista, já que eles podem ser usados para aumentar a escala quando quiserem e liberá-los quando terminarem

de reduzir a escala. Além disso, o provisionamento de recursos parece ser infinito para eles, o consumo pode aumentar rapidamente a fim de atender às exigências de pico a qualquer momento. Enfatizamos: o *hardware* torna-se “invisível” para o consumidor.

Serviço medido:

Embora os recursos de computação sejam agrupados e compartilhados por vários consumidores (por exemplo, multilocação), a infraestrutura em nuvem é capaz de usar mecanismos apropriados para medir o uso desses recursos para cada consumidor individual por meio de seus recursos de mensuração e controle.

Ambiente Colaborativo:

O ambiente de nuvem fornece um ambiente de trabalho colaborativo para membros de uma mesma organização e/ou equipe localizados em locais geograficamente diferentes.

Modelo de serviço:

A computação em nuvem fornece um ambiente virtualizado em quatro principais formas de serviços em nuvem, conforme mostrado abaixo.

- Software como Serviço – SaaS (Google Apps, iCloud, Office 365)
- Plataforma como Serviço – PaaS (Google Engine, IBM Factory, Force.com)
- Infraestrutura como Serviço – IaaS (IBM Cloud, Amazon, Sun Grid)
- Armazenamento como Serviço – dSaaS (SDN, Amazon S3, Cleversafe)

Objetivos:

Nosso objetivo é selecionar a melhor VM para a melhor utilização da CPU. Os critérios de seleção de máquina virtual dependem da base de conhecimento disponível de tarefas semelhantes executadas no passado. Base de Conhecimento contém tempo de execução da tarefa, porcentagem de utilização da CPU para essa tarefa. Selecione a máquina virtual apropriada para executar o mesmo tipo de tarefa, analisando as informações disponíveis na base de conhecimento e gerando uma saída rápida para o usuário.

A lista de objetivos que precisam ser alcançados inclui:

- Estudo de Literaturas em Computação em Nuvem
- Projeto de arquitetura de sistema proposta
- Projetar algoritmo proposto
- Testando diferentes cenários
- Análise dos resultados do algoritmo proposto

MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia de Trabalho

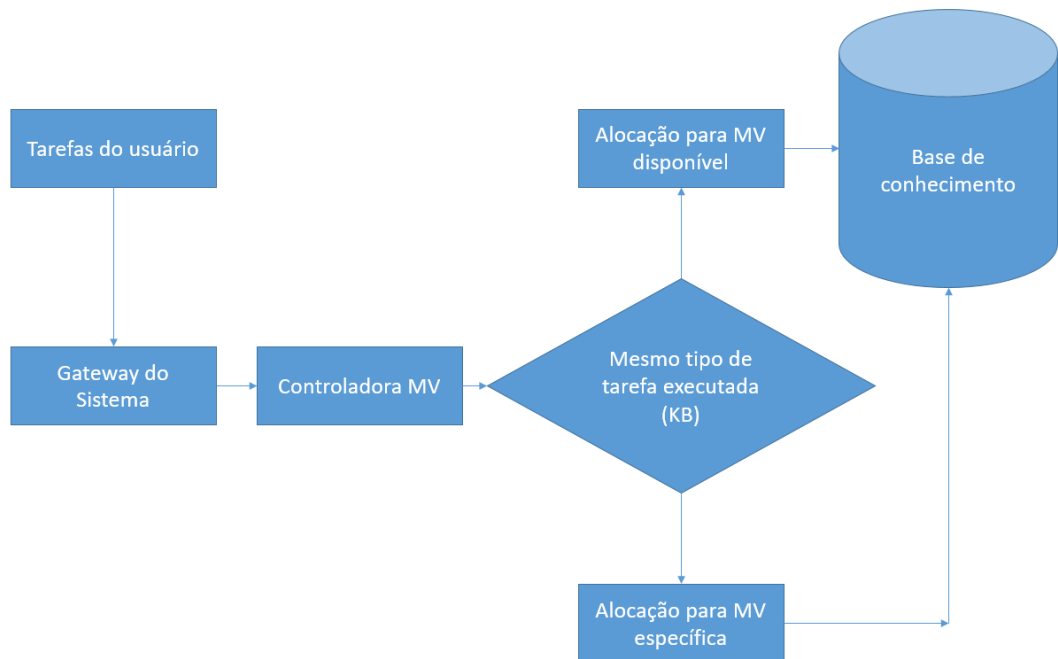


Figura 1 – Fluxo de Demanda

- **Funcionamento do sistema:**

Como mostrado na figura 1 anteriormente, quando o usuário envia a tarefa, o controlador manipula a tarefa recebida e verifica se o mesmo tipo de tarefa foi executado no passado, de acordo com a base de conhecimento disponível. Se o controlador encontrou os detalhes da tarefa, pode estimar o requisito da CPU e o tempo de execução da tarefa recebida. Com base nesses dados, o controlador selecionará Virtual Machine na lista disponível de Virtual Machine conforme a política do algoritmo.

Algoritmo Proposto:

1. Solicitação de tarefa por usuário (Busca as características da tarefa pelo nome da tarefa)
2. Busca tipos similares de tarefa que foi/foram executadas no passado
3. Se não encontrada, ir para o passo 4, caso contrário, passo 6
4. Arquia os detalhes da tarefa, e vai para o passo 5 (ID da Tarefa, Nome da Tarefa, Tempo de chegada da Tarefa)
5. Aloca MV disponível e vai para passo 10
6. Busca resumo de execução da tarefa da base de dados disponível
7. Recuperar detalhes disponíveis da Máquina Virtual em ordem de classificação decrescente com base na utilização atual da CPU, utilizando o critério:

- a. Se $Tarefa_Recursos_CPU_ < MV_CPU_Disponível$
 - b. Buscar o %CPU mais próximo disponível em combinação com o tempo estimado de execução da tarefa.
 - c. MV agenda tarefa
 - d. Caso $Tarefa_Recursos_CPU > MV_CPU_Disponível$
 - e. Calcular o tempo médio para conclusão da tarefa para MV disponíveis, para as que possuem menor tempo de resolução.
8. No fim da tarefa, salvar tempo de finalização da tarefa, recursos utilizados de CPU e tempo necessário para realização de tarefa.
 9. Sair

Observação: O registro de uso das CPU's é atualizado regularmente.

Suposição:

- Considere o cenário *SaaS* fornece serviços específicos com ambiente de nuvem privada.
- O número de máquinas virtuais tem o mesmo tipo de configuração de hardware.
- Todas as máquinas virtuais estão sempre ativas.

ANÁLISE DE RESULTADOS

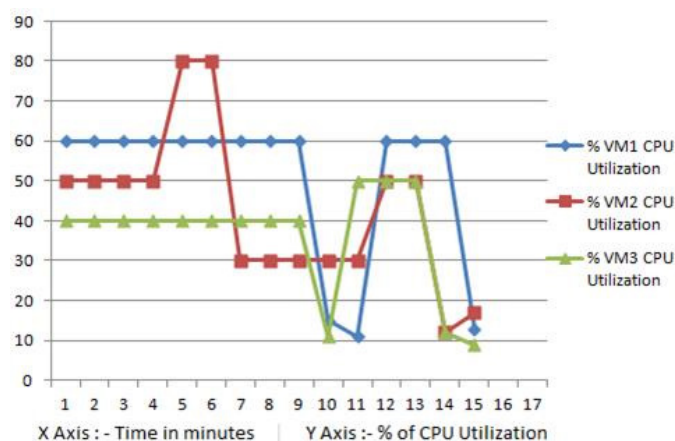


Figura 2 - $Tarefa_Recursos_CPU_ < MV_CPU_Disponível$

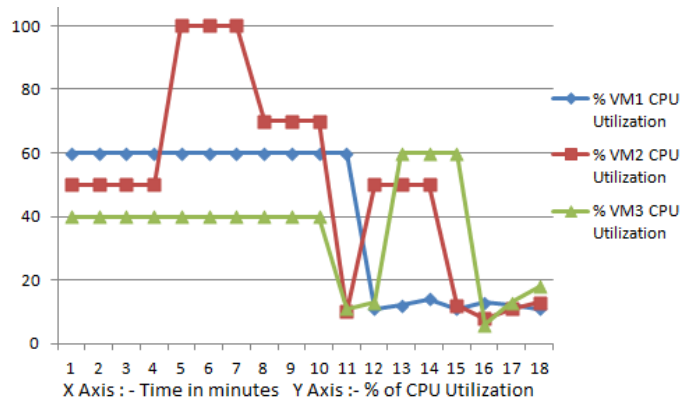


Figura 3 - Tarefa_Recursos_CPU > MV_CPU_Disponível

Comparação com a política de alocação de recursos existente

O efeito do service broker e das técnicas de balanceamento de carga são analisados

Observações

O efeito do *service broker* e das técnicas de balanceamento de carga são analisados definindo os parâmetros de simulação da seguinte forma:

Podemos analisar o efeito de vários agentes de serviços e balanceador de carga na computação em nuvem usando o Cloud Analyst. A saída de vários agentes de serviços e balanceador de carga é analisada para avaliar o desempenho do algoritmo.

Podemos observar, a partir dos resultados dos casos de teste de análise, que:

- O balanceador de carga baseado em limite fornece balanceamento de carga eficiente.
- O balanceador de carga baseado em limite resulta em menos tempo de resposta com a seleção adequada do valor limite.
- O balanceador de carga baseado em limite requer menos tempo de processamento.
- O balanceador de carga baseado em limite é menos dispendioso.
- balanceador de carga limitado com o agente de serviço de tempo de resposta otimizado resulta em menos tempo de resposta enquanto os data centers têm capacidade igual.
- balanceador de carga limitado com o intermediário de serviços do Centro de dados mais próximo resulta em menos tempo de resposta, enquanto os data centers mais próximos têm capacidade diferente / menor do que outros.
- Em ambos os casos indicados acima, o balanceador de carga limitado fornece melhores resultados. Também podemos configurar diferentes cenários usando mais número de Data Centers e VMs para testar os resultados.

CONCLUSÕES

A computação em nuvem é um paradigma novo e promissor, fornecendo serviços de TI como utilitários de computação. Como as nuvens são projetadas para fornecer serviços a usuários externos, os provedores precisam ser compensados por compartilhar seus recursos e capacidades. Neste artigo, eles propuseram arquitetura para alocação de recursos orientada para o mercado dentro das Nuvens. Eles também apresentaram uma visão para a criação de troca global de nuvem para serviços de negociação. Além disso, eles discutiram algumas plataformas representativas para computação em nuvem que abrangem o estado da arte.

Os Data Centers são conhecidos por serem caros de operar e consomem grandes quantidades de energia elétrica. Por exemplo, o data center do Google consome energia tanto quanto uma cidade como São Francisco.

À medida que as nuvens estão surgindo como data centers de próxima geração e pretendem oferecer suporte a aplicativos orientados a serviços onipresentes, é importante que eles sejam projetados para economizar energia, reduzindo tanto a conta de energia quanto a pegada de carbono no ambiente.

Para conseguir isso em nível de sistemas de software, precisamos investigar novas técnicas de alocação de recursos para aplicativos, dependendo das expectativas de qualidade de serviço dos usuários e dos contratos de serviços estabelecidos entre consumidores e provedores.

À medida que as plataformas de nuvem se tornam onipresentes, esperamos a necessidade de internetworking para que elas criem trocas de nuvem globais orientadas para o mercado para serviços de negociação. Vários desafios precisam ser abordados para concretizar essa visão.

Eles incluem: *market-maker* para trazer provedores de serviços e consumidores; registro de mercado para publicação e descoberta de provedores de serviços em nuvem e seus serviços; câmaras de compensação e corretores para mapeamento de solicitações de serviços para fornecedores que possam atender às expectativas de QoS; e gestão de pagamentos e infraestrutura de contabilidade para serviços de negociação.

Algumas dessas questões são exploradas em paradigmas relacionados, como Grids e sistemas de computação orientados a serviços. Portanto, em vez de competir, esses desenvolvimentos anteriores precisam ser aproveitados para o avanço da computação em nuvem. Além disso, a computação em nuvem e outros paradigmas relacionados precisam convergir para produzir plataformas unificadas e interoperáveis para fornecer serviços de TI como o 5º utilitário para indivíduos, organizações e corporações. Cenários usando mais número de Data Centers e Máquinas Virtuais para testar os resultados.

REFERÊNCIAS

- W. Smith, I. Foster, and V. Taylor**, “Predicting application run times using historical information,” in Job Scheduling Strategies for Parallel Processing. Springer, p. 122.
- A. Ganapathi, Y. Chen, A. Fox, R. Katz, and D. Patterson**, “StatisticsDriven Workload Modeling for the Cloud,” Technical Report
- F. Berman, R. Wolski, S. Figueira, J. Schopf, and G. Shao**, “Applicationlevel scheduling on distributed heterogeneous networks,” in Proceedings of the 1996 ACM/IEEE conference on Supercomputing (CDROM). IEEE Computer Society, 1996, p. 39.
- David Candeia, Ricardo Araújo, Raquel Lopes, Francisco Brasileiro**, “Investigating Business-Driven Cloudburst Schedulers for e-Science Bag-of-Tasks Applications”. 2nd IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science. Pages 343-350.

BLINDAGEM MULTILAMINADA APLICADA A UM REATOR MODULAR DE PEQUENO PORTE HIPOTÉTICO

Data de aceite: 18/03/2020

Data de submissão: 18/11/2019

Alberto Teixeira Neto

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/5003720096027010>

Cláudio Luiz de Oliveira

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/6159469224775854>

Domingos D’Oliveira Cardoso

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/4264729606472762>

Gabriela Martins Duarte

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/7524570647983843>

João Domingos Talon

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/5061227513161318>

João Vitor Mendes da Silva

Instituto Militar de Engenharia – Seção de

Engenharia Nuclear

Rio de Janeiro – RJ

<http://lattes.cnpq.br/0407382381518121>

Ronaldo Glicerio Cabral

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/6850661314064509>

Rudnei Karam Morales

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/9813801149303422>

Sergio Gavazza

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/7484635543989153>

Sergio de Oliveira Vellozo

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/1654947885559242>

Thomaz Jacintho Lopes

Instituto Militar de Engenharia – Seção de Engenharia Nuclear
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/8134708363721663>

RESUMO: Neste trabalho, o núcleo de um reator modular de pequeno porte (SMR) hipotético do tipo PWR, com enriquecimento do combustível de 20% e potência de 50MWe/150MWt (50 megawatt elétrico/150 megawatt térmico), foi simulado usando o *software* SCALE sob a condição de criticalidade de funcionamento. A 300cm do vaso de pressão do SMR foi medida a taxa de dose de 191,83mSv/s, que mostrou a necessidade de calcular e instalar uma blindagem no contexto do plano de proteção radiológica da instalação nuclear para fins de licenciamento e cumprimento das diretrizes pertinentes. Os dados disponíveis foram utilizados no dimensionamento do projeto básico do serviço de proteção radiológica dessa instalação, além da possibilidade de serem aplicados na elaboração do respectivo PSAR (*Preliminary Safety Analysis Report*).

PALAVRAS-CHAVE: SMR, SCALE, dose, blindagem, radioproteção.

MULTILAMINATED SHIELDING APPLIED TO A HYPOTHETICAL SMALL MODULAR REACTOR

ABSTRACT: In this work, the core of a hypothetical PWR type Small Modular Reactor (SMR) with 20% fuel enrichment and 50MWe/150MWt power was simulated using the SCALE *software* under operational criticality condition. A rate dose of 191,83mSv/s was measured at 300cm from the SMR pressure vessel which showed the need to calculate and install a shield in the context of the nuclear facility radiological protection plan for licensing purposes and compliance with the related guidelines. The available data were used for the sizing of the facility radiological protection service basic project, besides can be applied to elaborate the power plant PSAR.

KEYWORDS: SMR, SCALE, dose, shield, radioprotection.

1 | INTRODUÇÃO

O estudo apresenta a modelagem de um reator modular de pequeno porte (SMR), de potência 50MWe/150MWt (50 megawatt elétrico/150 megawatt térmico), que pode ser utilizado para geração de energia com a finalidade de uso comercial, dessalinização da água do mar, ou mesmo em propulsão naval. Esta versatilidade se deve ao baixo custo de investimento inicial, grande flexibilidade de localização e alta eficiência quando comparado aos reatores nucleares tradicionais (United States Department of Energy - DOE).

O objetivo do trabalho foi determinar as espessuras necessárias de uma blindagem considerando a operação diária do SMR, levando em consideração toda radiação proveniente do seu núcleo. O núcleo deste SMR foi modelado e simulado utilizando, como ferramenta, o *software* SCALE[7].

Os resultados referentes à radiação da instalação nuclear foram analisados, as

doses efetivas calculadas e verificou-se a necessidade de implementação de uma blindagem multilaminada. As camadas desta blindagem são constituídas por ar, concreto ordinário, alumínio, ferro e chumbo na instalação nuclear a fim de atender aos limiares normativos estipulados pelo órgão regulador para a radioproteção dos IOE (indivíduos ocupacionalmente expostos).

2 | METODOLOGIA

É fundamentada na definição da blindagem multilaminada para a instalação nuclear da Figura 1, que ilustra apenas o vaso do SMR e parte da blindagem a ser instalada. Inicialmente, foi definido o núcleo do SMR, conforme as Figuras 2 e 3. Utilizou-se os módulos KENO VI e TRITON (T6-DEPL), do *software* SCALE, com a finalidade de modelar a geometria do núcleo e obter as atividades médias, respectivamente, decorrentes dos radionuclídeos provenientes das reações nucleares ocorridas durante o *burn-up* do combustível ao longo de um dia de operação do SMR na condição de criticalidade.

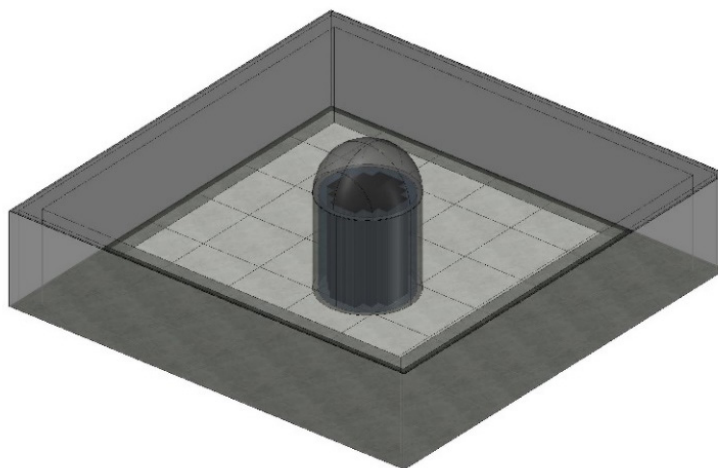


Figura 1: Ilustração simplificada da instalação nuclear.

Os parâmetros nucleares, considerando a condição de criticalidade de funcionamento do SMR no ciclo zero foram: temperatura do combustível e da água $T=613K$, 700ppm de Boro diluído no moderador e composição isotrópica do elemento combustível UO_2 , com enriquecimento a 20% do $^{235}U_{92}$. Considerou-se, também a presença de combustível queimável, $UO_2 + Gd_2O_3$, no núcleo do SMR.

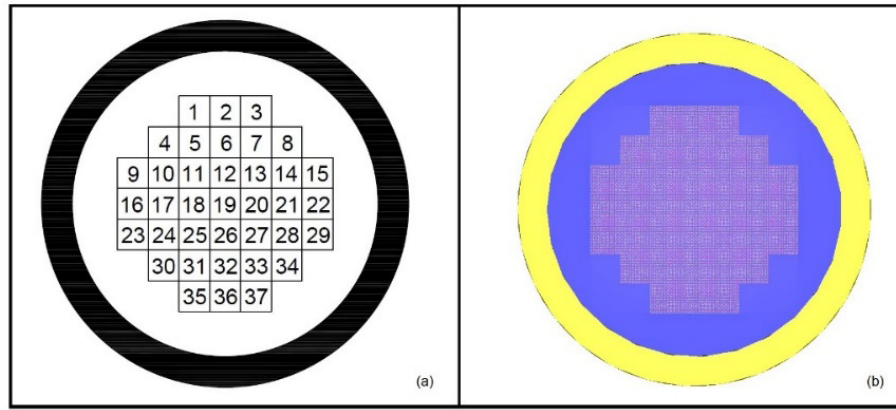


Figura 2: Vista superior ilustrativa do núcleo do SMR: (a) AutoCAD; (b) SCALE/KENO VI.

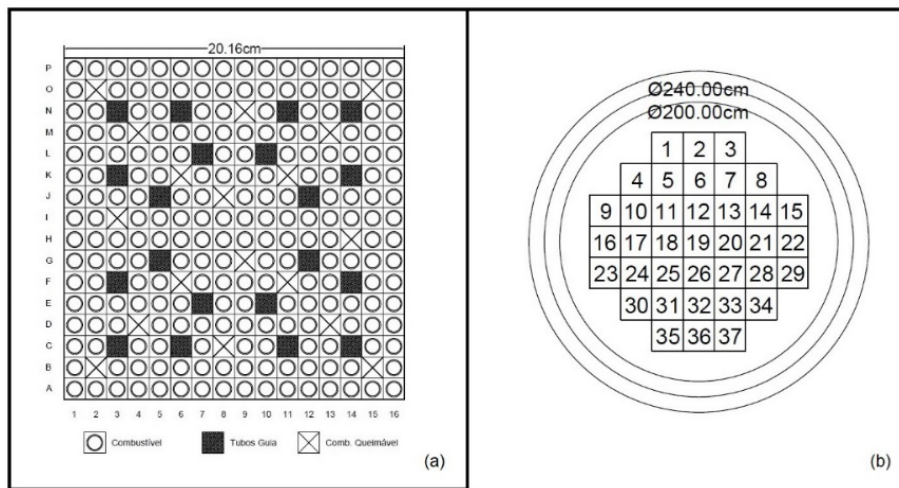


Figura 3: Vista superior ilustrativa: (a) Elemento combustível (EC); (b) Disposição dos EC no núcleo do SMR (fora de escala).

A partir dos resultados das atividades obtidas por meio do *software* SCALE, considerou-se uma fonte pontual e isotrópica emitindo fótons monoenergéticos localizada no *cladding* das varetas dos EC mais externos a partir do centro do núcleo do SMR, (1, 2, 3, 4, 8, 9, 15, 16, 22, 23, 29, 30, 34, 35, 36 e 37) conforme as Figuras 3 (b) e 4.

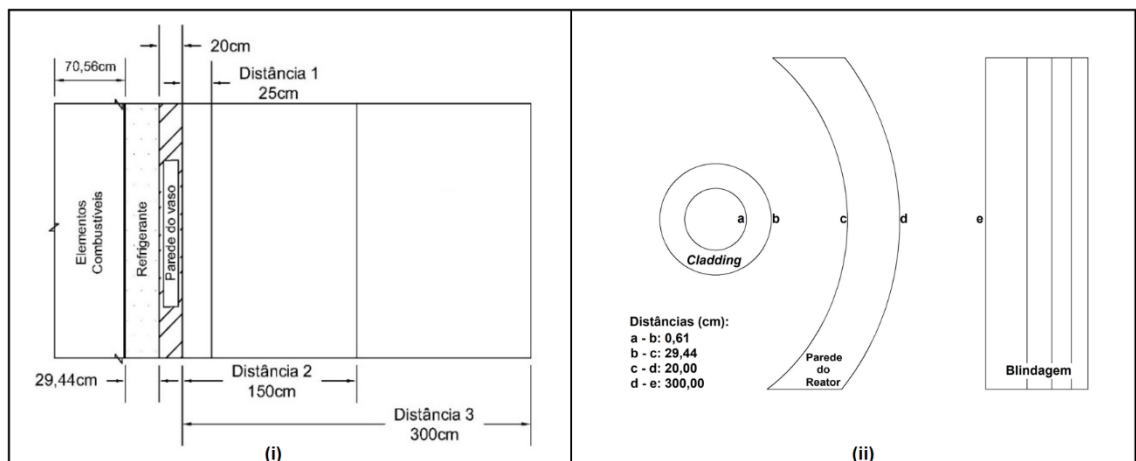


Figura 4: Vistas ilustrativas das camadas atravessadas pelos fótons: (i) Lateral e (ii) Superior (fora de escala).

A distância de 300cm da parede externa do vaso de pressão do SMR foi estipulada de forma a delimitar o espaço necessário para a sua instalação e seus acessórios. As demais distâncias (1 e 2) foram definidas aleatoriamente para os cálculos efetuados.

Admitindo-se o experimento de má geometria (devido ao feixe de radiação incidente não ser colimado ao longo de sua trajetória), foi computado o efeito de *build-up*[8] na trajetória dos fótons. Assim, foi utilizada a lei da atenuação exponencial descrita pela Equação (3.1).

$$I = I_0 e^{-\mu x} B(\mu x) \quad (3.1)$$

onde I e I_0 podem ser quaisquer grandezas radiológicas.

Para isso, foram utilizados os fatores de *build-up* individuais de Taylor $B_T(\mu x)$ [1,3], para meio infinito, considerando os diferentes materiais, individualmente, a partir da Equação (3.2).

$$B_T(\mu x) = A_1 e^{-\alpha_1 \mu x} + A_2 e^{-\alpha_2 \mu x} \quad (3.2)$$

sendo A_1 , α_1 e α_2 são coeficientes obtidos em função dos materiais e da energia da fonte; A_2 é determinado como $A_2 = 1 - A_1$ [3]; μ é o coeficiente de atenuação e x é a espessura do material.

A radiação atravessa diferentes camadas: *cladding* (considerado como estanho para efeito de cálculos), água e parede do vaso de pressão do SMR (considerado como ferro para efeito de cálculos), sendo desconsiderado o ar. Calculados os $B_T(\mu x)$, determinou-se de forma linear, para considerar o acréscimo total de radiação devido aos múltiplos espalhamentos Compton ocorridos nas interações da radiação com os materiais supracitados, o fator de *build-up* de Broder (B_B) mostrado na Equação (3.3).

$$B_B\left(\sum_{i=1}^N \mu_i x_i\right) = B\left(\sum_{i=1}^{N-1} \mu_i x_i\right) + \left[B_N\left(\sum_{i=1}^N \mu_i x_i\right) - B_N\left(\sum_{i=1}^{N-1} \mu_i x_i\right)\right] \quad (3.3)$$

onde N representa a quantidade de camadas, no caso três.

O fator de transmissão (FT) foi determinado por meio da relação I/I_0 e, a partir da atividade total inicial (A_0) na parede externa do *cladding* dos EC mais externos do núcleo, obtida por meio da simulação, foi calculada a atividade na

parede externa do vaso do SMR (A). Os valores calculados para o coeficiente de atenuação (μ) e coeficiente de atenuação de massa (μ_{en}/ρ) foram interpolados[5], tendo por referência a energia média ponderada em relação às atividades médias dos respectivos radionuclídeos do Quadro 1.

Deste modo, foi obtida a dose absorvida[1,2] por meio da Equação (3.4):

$$D = \frac{A}{4\pi r^2} \left[\sum_i^\infty E_i \left(\frac{\mu}{\rho} \right)_i \right] \quad (3.4)$$

sendo E_i a energia média ponderada da fonte radioativa.

A dose equivalente[8], em sievert (Sv), foi calculada pela Equação (3.5):

$$H = D Q \quad (3.5)$$

onde Q representa o fator de qualidade considerado igual a 1, pois foram considerados apenas fótons.

A dose efetiva[8] foi obtida por meio da Equação (3.6):

$$E = \sum_T W_T H_T \quad (3.6)$$

sendo W_T o fator de peso do tecido ou órgão T e H_T a dose equivalente no tecido ou órgão T .

Foi considerada a dose equivalente para o corpo inteiro; logo, a dose efetiva se iguala, matematicamente, à dose equivalente. Sabendo a dose efetiva inicial (E_0) na parede externa do SMR, calculou-se o FT da blindagem multilaminada por meio da Equação (3.7).

$$E = E_0 e^{-\sum_{i=1}^n (\mu_i x_i)} B_B \left(\sum_{i=1}^N \mu_i x_i \right) \quad (3.7)$$

onde n e N são iguais a 4, quantidade de materiais que compõem a blindagem multilaminada.

Adotou-se a hipótese de que nêutrons não atingem a blindagem multilaminada.

3 | RESULTADOS

Realizada a simulação na condição de criticalidade do SMR, considerando todos os emissores de fótons após o *burn-up*, foram obtidos os radionuclídeos e suas respectivas atividades médias (resultado da queima no núcleo do SMR ao longo de um dia) cujo somatório foi definido como atividade total (A_0). Com isso, obteve-se as respectivas energias por meio do LARAWEB[4], conforme descrito no Quadro 1.

Radionuclídeo	Atividade (Bq)	Energia (keV)	Radionuclídeo	Atividade (Bq)	Energia (keV)
Am241	9,45E+00	59,541	Pu241	8,82E+06	16,167
Am242m	5,96E-04	18,080	Pu242	1,86E-02	16,675
Am243	2,94E-03	74,660	Pu243	1,00E+03	84,000
Cm242	7,34E+01	17,595	Sm151	3,43E+10	6,483
Cm243	7,34E-01	277,599	Tc99	5,77E+07	89,520
Cm244	1,18E+00	17,055	U234	1,17E+10	15,311
Cm245	9,75E-07	103,734	U235	1,50E+10	185,720
Pu238	9,03E+04	16,167	U236	4,11E+07	15,359
Pu239	4,89E+09	16,167	U238	9,35E+09	15,311
Pu240	2,04E+07	16,167	Atividade Média Total (A_0) (Bq) = 7,53E+10		

Quadro 1: Radionuclídeos, atividades médias e energias para o SMR na condição de criticalidade.

No Quadro 2, são apresentados os resultados da taxa de dose (mSv/s) e a dose (mSv/ano), obtidas considerando o ano de trabalho com 240 dias, 8 horas por dia, 60 minutos por hora e 60 segundos por minuto, tendo por referência a parede externa do SMR como mostrado na Figura 4.

Distância (cm)	25	150	300
Taxa de Dose (mSv/s)	27623,07	767,31	191,83
Dose Anual (mSv)	1,91E+11	5,30E+9	1,33E+9

Quadro 2: Doses efetivas nos pontos de interesse para o SMR na condição de criticalidade.

Notou-se a necessidade da blindagem, entre a fonte e o IOE, quando se obteve uma dose efetiva anual de 1,33E+9mSv para a distância de 300cm. Para o cálculo da blindagem, foi considerado o limite máximo normativo (média de cinco anos) da dose efetiva anual de 20mSv para um IOE [6].

Visando otimizar a espessura, o custo e o peso, foi decidido instalar uma blindagem multilaminada definida por meio de simulações dos possíveis 24 arranjos sequenciais que podem ser obtidos utilizando-se os materiais alumínio, chumbo, concreto e ferro até se obter a combinação sequencial proposta que proporciona o menor FT.

Foram calculadas as espessuras dos materiais de blindagem para o SMR na condição de criticalidade, utilizando concreto ordinário, alumínio, ferro e chumbo, nesta ordem, no sentido fonte-detector, como apresentado na Figura 5. Este cálculo foi feito por tentativas a fim de se obter uma taxa de dose anual igual ou abaixo a 20mSv.

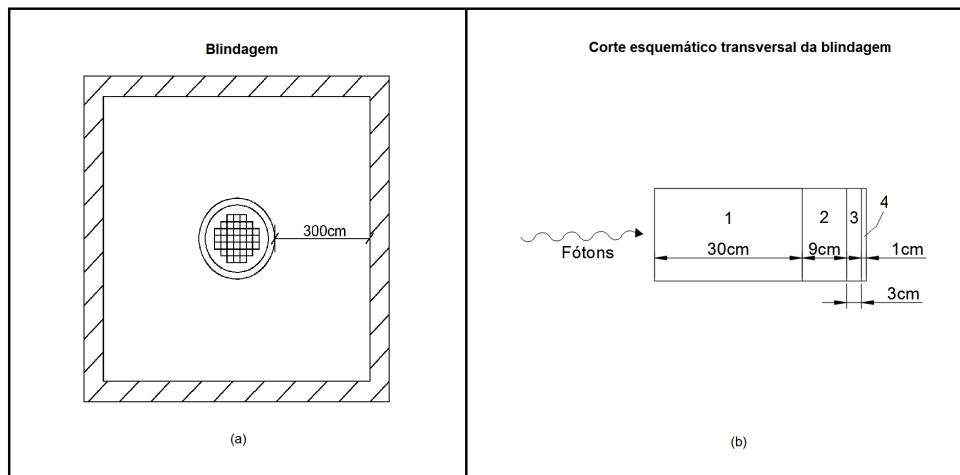


Figura 5: Desenho esquemático da blindagem: (a) Vista superior da instalação nuclear; (b) Arranjo da blindagem multilaminada.

Tais materiais foram utilizados na blindagem devido à disponibilidade e à facilidade de seus manuseios. Os resultados constam no Quadro 3.

Materiais de Blindagem	Concreto - 1	Alumínio - 2	Ferro - 3	Chumbo - 4	Espessura Total
Espessura (cm)	30	9	3	1	43

Quadro 3: Blindagem e espessuras.

Para a blindagem multilaminada proposta, a dose efetiva ocupacional calculada foi da ordem de 18,44mSv, a qual está 7,8% abaixo dos limiares normativos.

4 | CONCLUSÕES

Na condição de criticalidade do SMR, a partir do resultado da dose efetiva, constatou-se a eficiência da blindagem multilaminada a fim de atender aos limites estabelecidos na norma CNEN - NN 3.01 (Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica) [6]. O critério adotado para análise dessa blindagem foi o de menor FT; no entanto, poderiam ser adotados outros critérios, tais como: peso, custo e espessura da blindagem, sem acarretar o comprometimento dos limites normativos

estabelecidos.

Conforme o Quadro 2, o projeto do arranjo da blindagem multilaminada estabelecido considerou 300cm de distância entre a parede externa do vaso do SMR e o IOE. Para isso, obteve-se uma blindagem multilaminada de espessura de 43cm, sendo as espessuras de 30cm, 9cm, 3cm e 1cm para o concreto ordinário, alumínio, ferro e chumbo, respectivamente. Assim, essa blindagem proposta permitiu o cálculo da dose efetiva ocupacional, da ordem de 18,44mSv anual, inferior aos limites normativos estabelecidos.

Portanto, conclui-se que a metodologia aplicada no projeto de blindagem multilaminada atende às normas em vigor - no que tange à dose efetiva - e garante a segurança do IOE na instalação nuclear estudada.

REFERÊNCIAS

- [1] F.H. Attix. **Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry**. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2004.
- [2] A. B. Chilton, J. K. Shultis, R. E. Faw. **Principles of Radiation Shielding**. Prentice-Hall, INC. Englewood Cliffs, NJ, EUA, 1984.
- [3] A. Foderaro. **The Photon Shielding Manual**. University Park Pennsylvania, PA, EUA, 1976.
- [4] LARAWEB - Disponível em: <<http://www.nucleide.org/Laraweb/index.php>> Acesso em: 20 de maio de 2019.
- [5] NIST - National Institute Standards and Technology. Disponível em: <<https://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/tab3.html>> Acesso em: 25 de julho de 2019.
- [6] Norma Cnen 3.0.1: **Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**, Rio de Janeiro, RJ, aprovada pela resolução 164/14, março de 2014.
- [7] PRIMER SCALE - B. T. Rearden, M. A. Jessee, **Code Systems ORNL/TM-2005/39 Version 6.2**, Oak Ridge, TN, abril de 2016.
- [8] L. Tauhata, I. Salati, R. Di Prinzio, A. R. Di Prinzio. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**. Comissão Nacional de Energia Nuclear, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro, RJ, 10ª rev-2014.

SOBRE O ORGANIZADOR

HELENTON CARLOS DA SILVA - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acessibilidade 12, 13, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 27
Acordo de nível de serviço 41
Agregado 29, 31, 32
Ambiente 12, 14, 17, 19, 25, 27, 31, 41, 42, 43, 45, 47, 58
Análise 1, 2, 8, 9, 10, 12, 41, 43, 45, 46, 56
Aterro 29
Avaliação 29, 40

B

Blindagem 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57
Bloco de concreto intertravado 29, 38

C

Concreto 16, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 51, 55, 56, 57

D

Depósito clandestino 29
Dose 50, 54, 55, 56, 57

E

Edifício público 12, 13
Eficiência 41, 50, 56
Equilíbrio 41
Estudo 1, 2, 5, 6, 7, 10, 13, 40, 41, 43, 50

I

Incorporação 29, 31, 33, 36, 37, 38, 39
Industrial 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Integração 12

M

Máquina virtual 41, 43, 44
Mobilidade 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 27

O

Otimização 1, 10, 41

P

Pavimentação 29, 30, 31, 39, 40

Perspectivas 1, 3

Pesquisas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 27, 29

Proteção radiológica 50, 56, 57

Q

Qualidade de serviço 41, 47

R

Radioproteção 50, 51, 57

Relações interpessoais da cidade 12

Rendimento 41

Resíduo de pneu 29, 32, 33, 39

Resíduos 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40

S

Sistemas inteligentes 1, 6, 9, 10

Substituição de agregado natural por resíduo 29

T

Tecnologia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 42

Tecnologia da informação 1, 2, 4, 5, 9, 10, 42

Tendências 1, 4

V

Virtual 41, 42, 43, 44

 **Atena**
Editora

2 0 2 0