

Revista UniAraguaia

NÚMERO: 15

VOLUME: 1

ANO: 2020

ISSN: 2676-0436



UniAraguaia
Centro Universitário

REVISTA UNIARAGUAIA

v. 15 n. 1 jan./abr. 2020

REVISTA UNIARAGUAIA

DIRETOR GERAL

Me. Arnaldo Cardoso Freire

EDITORA CHEFE

Ma. Rita de Cássia Rodrigues Del Bianco

EDITORA ACADÊMICA

Dr^a. Nelia Rodrigues Del Bianco

CONSELHO EDITORIAL

Dr. Milton Silva Junior

Dr^a. Ressiliane Ribeiro Prata Alonso

Me. Hamilcar Pereira e Costa

COMISSÃO EXECUTIVA

Dr. Fernando Ernesto Ucker

Me. Ronaldo Rosa dos Santos Junior

Ma. Soraya Pedroso

CONSELHO CONSULTIVO INTERNO

Dr^a. Tatiana Carilly Oliveira Andrade
Dr Fernando Ernesto Ucker
Dr^a Ressiliane Ribeiro Prata Alonso
Dr^a Elaine Nicolodi
Dr^a Sandra Maria de Oliveira
Dr. Sebastião Alves de Almeida
Dr. Gabriel Carvalho Bungenstad
Dr Nelson Silva Pinto
Dr. Thiago Livio Pessoa Oliveira de Souza

Dr^a Mayara Wesley Da Silva
Dr. André Luiz Silveira
Dr. Fernando Cruvinel Damascena
Dr. Célio Antônio de Paula Júnior
Dr^a Ana Carolina Marques
Dr. Paulo Henrique Asfora
Dr. Fábio Marques de Almeida
Dr^a Paola Regina Carloni

AVALIADORES DESTE NÚMERO

Dr ^a . Elaine Nicolodi	UniAraguaia	Goiânia - GO
Dr. Fábio Marques de Almeida	UniAraguaia	Goiânia - GO
Dr. Fernando Ernesto Ucker,	UniAraguaia	Goiânia - GO
M.e Isabelle Rocha Arão	UniAraguaia	Goiânia - GO
Dr. Jácomo Divino Borges	Universidade Federal de Goiás	Goiânia - GO
Me. Joaquim Orlando Parada	UniEvangélica	Goiânia - GO
Dr ^a Mayara Wesley Da Silva	UniAraguaia	Goiânia - GO
Dr. Nelson Silva Pinto	UniAraguaia	Goiânia - GO
Dr ^a Ressiliane Ribeiro Prata Alonso	UniAraguaia	Goiânia - GO
Dr ^a Sandra Maria de Oliveira	UniAraguaia	Goiânia - GO
Dr ^a . Tatiana Carilly Oliveira Andrade	UniAraguaia	Goiânia - GO

REVISTA UNIARAGUAIA

15

nº 1

Jan/Abr

2020

REVISTA UNIARAGUAIA é uma publicação eletrônica quadrimestral da UniAraguaia. Seu objetivo consiste em publicar, mediante avaliação por pares do Conselho editorial ou pareceristas ad hoc, artigos, pontos de vista, resumos, resenhas, ensaios relevantes e resultantes de estudos teóricos e pesquisas nas áreas de Administração, Arquitetura e Urbanismo, Ciências Biológicas, Ciências Contábeis, Direito, Educação Física (Bacharelado), Educação Física (Licenciatura), Engenharia Ambiental, Engenharia Agrônoma, Engenharia Civil, Gestão Comercial, Gastronomia, Jornalismo, Nutrição, Pedagogia e Publicidade e Propaganda, abrangendo temáticas ou linhas de pesquisa multidisciplinares com enfoque direcionado ao aperfeiçoamento da educação, geração de solução para problemas da sociedade, desenvolvimento do senso crítico profissional como fonte de recursos para a construção do conhecimento.

Circulação: a partir de dezembro de 2011

Publicação Eletrônica Gratuita

Projeto gráfico da capa: Bruno Adan Vieira Haringl / Carlos Roberto Maurílio

Acesso em:

<http://www.faculdearaguaia.edu.br/sipe/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA>

Editada em Abril de 2020. Última edição em Dezembro de 2019. Publicada em Maio de 2020.

Esta obra está licenciada com uma Licença *Creative Commons* Atribuição 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

A REVISTA UNIARAGUAIA tem seus artigos catalogados e indexados em:

Internacional:

Bielefeld Academic Search Engine (BASE)
Biola University Library
Boston University (USA)
Brandeis University (USA)
CiteFactor
CORE - The world's largest collection of open access research papers
EZB Electronic Journals Library
IE Library
Indiana Library WorldCat
Indiana University East (campuslibrary (USA))
ISSUU
IUPUI Libraries
Journals4Free
Latindex - México [Sistema Regional de Información em Línea para Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal.
MIAR (Universitat de Barcelona)
MIT Libraries
Northeastern University (USA)
PKP Index (Public Knowledge Project)
REDIB
Roderic Bowen Library and Archives (United Kingdom) -
Scinapse- Academic Search Engine
Semantic Scholar
SHERPA/RoMEO
The Mount Library
The Mount Library
Tilburg University (The Netherlands)
Tufts University (USA)
University Of Arizona (USA)
University of Connecticut (USA)
University of Skövde Library
Williams College (USA)
WZB Berlin Social Science Center
ZDB Zeitschriften Datenbank

Nacional:

Portal de Periódicos CAPES
DIADORIM [(Diretório de Acesso Aberto de Revistas Científicas Brasileiras
ibict oasisbr
R2B - Rede de Revistas Brasileiras
Rede CARINIANA
Sumários.org
LIVRE Revistas de livre acesso
Google Acadêmico

Ficha Catalográfica

REVISTA UNIARAGUAIA, v. 15 nº 1 (2020) - Goiânia: Editora Centro Universitário Araguaia.

v. 15, nº 1 (Jan./Abr., 2020).

Quadrimestral.

ISSN (online): 2676-0436

1. Centro Universitário Araguaia – Periódicos.

Centro Universitário UniAraguaia

Av. T-10, 1047

Bairro Bueno

CEP: 74223-060 Goiânia – GO

Telefone: +55 (62) 3923-5400

<http://www.faculdadearaguaia.edu.br/sipe/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA>

REVISTA UNIARAGUAIA

Volume 15 Número 1

Jan./Abr.2020

SUMÁRIO
Table of Contents

ARTIGOS
Articles

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE CURA PARA O CONCRETO PRÉ-MOLDADO
Cure's influence for precast concret

E. B. da Silva, L. N. Borges, A. G. de Castro, G. A. de Oliveira, J. S. A. Tome, T. C. da Silva.....1-11

LIOFILIZAÇÃO DE VASOS DE ORIGEM SUÍNA PARA MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO

Liophilization of swine pots for maintenance and conservation

G. M. Soares, N. N. Guimarães.....12-20

ANÁLISE DA FORMAÇÃO DO PROFESSOR PARA ATENDER ALUNOS COM DEFICIÊNCIA NA REDE REGULAR DE ENSINO

Analysis of the teacher's training to attend students with disabilities in the regular teaching network

I. S. O. de Souza, M. C. de O. Lopes, I. M. da Silva, V. Sarpedonti.....21-27

INCLUSÃO EDUCACIONAL: UMA REFLEXÃO FREIRIANA

Educational inclusion: a freirian reflection

R. F. da Silva, E. T. Kobori.....28-37

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA NO DIMENSIONAMENTO DE EDIFÍCIOS MULTIPAVIMENTOS EM CONCRETO ARMADO

Analysis of the influence of soil-structure interaction on the sizing of multi-floor buildings in reinforced concrete

R. O. P. Montes, D. S. M. Gontijo.....38-61

ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Study on the reuse and recycling of solid waste from civil construction

A. B. Teixeira Júnior, D. A. do Prado, M. G. da Silva Junior, J. O. Parada, A. Caetano Feliciano.....62-84

USO DA BORRACHA DE PNEUS INSERVÍVEIS COMO ADIÇÃO NO ASFALTO PARA MANUTENÇÃO DE ESTRADAS

Use of inservable tire rubber as addition to asphalt for maintenance of roads

G. Nogueira, A. P. de Oliveira, D. de A. Marques, S. B. de Castro, A. S. Budelon.....85-91

ESCOLA E PREVENÇÃO DA VIOLÊNCIA: UMA LEITURA CRÍTICA

School And Violence Prevention: A Critical Reading

F. L. Silva.....	92-99
EDUCAÇÃO SEXUAL NA HISTÓRIA BRASILEIRA: UM OLHAR SOBRE OS ESTUDOS CIENTÍFICOS NAS ÚLTIMAS DÉCADAS <i>Sexual education in the brazilian history: a glance on the scientific studies in the last decades</i> C. T. de Souza, D. M. M.Favaro.....	100-107
ANÁLISE NUMÉRICA DA INTERAÇÃO ALVENARIA-ESTRUTURA <i>Numerical analysis of the masonry-structure interaction</i> R. O. P. Montes, A. R. P. dos Santos, K. M. Cavalcante.....	108-129
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM NASCENTE DA FAZENDA PANORAMA MUNICÍPIO DE GUAPÓ-GO <i>evaluation of environmental impacts in born of the farm panorama município de Guapó-GO</i> W. F. de Sousa, M. G. da Silva Júnior, F. E. Ucker, R. R. P. Alonso, M. W. da Silva.....	130-140

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE CURA PARA O CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Erlucivânia Bueno da Silva¹¹
Laryssa Nogueira Borges²
Alan Gonzaga De Castro²
Guilherme Alves De Oliveira²
Jackeliny Stephanie Alves Tome²
Thyago Cirqueira Da Silva²

RESUMO

As estruturas de concreto pré-moldado são constituídas por elementos estruturais (pilares, vigas, lajes e outros) moldados fora de seu local de utilização definitivo. Em todo o processo de fabricação do elemento pré-moldado faz-se necessário um bom controle de qualidade, e uma boa escolha de métodos e materiais, começando pela dosagem do concreto até a escolha da cura ideal. Usualmente na construção civil, as peças pré-moldadas são liberadas para desforma no primeiro dia após a concretagem. Para que as peças possam ser transportadas é necessário que se tenha a resistências mínima especificada em projeto. Este trabalho visa analisar a influência do tipo de cura na resistência à compressão de um concreto pré-moldado. Foram moldados 40 corpos de prova separando-os em lotes e expondo-os a cinco diferentes métodos de curas: ambiente, ambiente com molhagem, abafamento, abafamento com molhagem e imersão. Considerando a facilidade de execução do processo de cura e a evolução das resistências à compressão, as curas ambientes com abafamento e abafamento com molhagem proporcionaram os melhores resultados.

Palavras-chave: Pré-moldado, cura, resistência à compressão.

CURE'S INFLUENCE FOR PRECAST CONCRET

ABSTRACT

Precast concrete structures are made up of structural elements (columns, beams, slabs and others) cast out of their definitive place of use. Throughout the manufacturing process of the precast element, good quality control and a good choice of methods and materials are required, starting with the dosage of the concrete until the choice of the ideal cure. Usually in construction, precast parts are released for deformation on the first day after concreting. For the parts to be transported it must have the minimum strength specified in the design. This work aims to analyze the influence of the type of cure on the compressive strength of a precast concrete. Forty specimens were molded into batches and exposed to five different cure methods: environment, wet environment, muffling, wet damping and soaking. Considering the ease of execution of the curing process and the evolution of compressive strengths, dampening and dampening wet cures provided the best results.

Keywords: Precast, cure, compressive strength.

Recebido em 07 de janeiro de 2020. Aprovado em 03 de março de 2020.

¹¹ Engenheira Civil, Mestrado em Estruturas pela UFG – Doutorando em Estruturas pela UFG.

² Graduado em Engenharia Civil –Universidade Paulista – Campus Flamboyant.

INTRODUÇÃO

Estruturas executadas em concreto armado são usuais na construção civil. No entanto, essas obras geralmente apresentam baixo controle de qualidade, gasto excessivo de materiais e pouca produtividade. Em virtude disso, novas técnicas de construção que visam equilibrar o custo-benefício e a velocidade de execução da obra são continuamente incorporadas ao mercado. A utilização da pré-moldagem busca redução do tempo de obra, economia de escala, otimização dos elementos estruturais, limpeza do canteiro, eliminação de cimbramentos e agilidade da produção.

Segundo El Debs (2000), o concreto pré-moldado no Brasil é pouco explorado. Dentre os motivos tem-se: instabilidade econômica, que dificulta o planejamento e os investimentos em longo prazo, a falta de conhecimento de alternativas em concreto pré-moldado e escassez de oferta de equipamentos.

O concreto é um material heterogêneo resultante da mistura de aglomerantes (cimento), agregados e água devidamente dosados sendo um grande aliado para o desenvolvimento da construção civil, devido ao seu fácil manuseio e sua matéria prima em abundância. O concreto fresco molda-se as formas e dimensões das fôrmas por possuir consistência plástica e quando endurecido possui alta resistência à compressão (HELENE, 2009).

A cura do concreto é um conjunto de medidas que visa evitar a rápida evaporação da água de hidratação do cimento, sendo essa última responsável pela pega e endurecimento. A finalidade da cura é manter o concreto o mais saturado possível para que os espaços inicialmente ocupados pela água sejam preenchidos pelos produtos de hidratação do aglomerante (NEVILLE, 1997).

O processo da cura do concreto influencia a resistência adquirida pelo concreto principalmente nos seus primeiros dias. Diante disso o presente trabalho busca realizar uma análise da interferência dos procedimentos de cura na resistência à compressão axial do concreto submetendo quarenta corpos de prova, divididos em cinco lotes - provenientes do mesmo traço de concreto, a cinco métodos de cura: ambiente, molhagem, abafamento, abafamento com molhagem e imersão, visando obter a cura com a qual o concreto atinja a resistência mínima à compressão requerida pelo projeto, no menor tempo (menor idade), o que permite então, a liberação da peça para desforma, transporte e utilização na obra, agilizando um mercado promissor, que é o ramo dos pré-moldados dentro da construção civil.

Concreto pré-moldado

Segundo Vasconcellos (2002) o elemento pré-moldado é caracterizado por ter sua fabricação em um local fora da sua posição final na construção, entretanto apenas por essa característica é fácil cometer o erro de relacioná-lo ao pré-fabricado.

Uma peça pré-fabricada, de acordo com a NBR 9062/2017 (ABNT, 2017), é produzida em uma fábrica ou instalações adequadas com recursos para garantir a qualidade da peça, dispondo de pessoal, organização de laboratório e demais instalações para controle de qualidade, que devem abranger todas as etapas de fabricação da peça, começando pela confecção das armaduras e formas até o transporte e montagem, passando pelo amassamento e lançamento do concreto. Essas peças devem ser catalogadas individualmente ou por lotes de produção, onde conste a data de fabricação, tipos de aço e concreto utilizados além das assinaturas dos responsáveis de cada etapa. As peças pré-moldadas perdem esse rigor na sua produção, sendo fiscalizadas pelo próprio construtor, dispensando assim o uso de laboratórios.

As principais vantagens do uso de elementos pré-moldados segundo Brumatti (2008) estão relacionadas a seguir: Qualidade: devido ao controle de qualidade na produção das peças pré-moldadas, as obras que as utilizam elevam o padrão se comparada com as obras convencionais. Tempo de construção: uma obra pré-moldada garante maior velocidade na construção, devido a opção

de produzir peças em grande escala e com antecedência. Por exemplo, podem ser fabricados pilares e vigas pertencentes ao 5º pavimento, enquanto o 3º pavimento está sendo construído. Precisão dimensional: em uma obra pré-moldada tem-se uma precisão milimétrica, o que evita qualquer tipo de adequação na obra, fato recorrente em obras convencionais devido à disparidade entre medidas de projeto e medidas in loco. Reutilização: apesar de não ser uma característica muito utilizada, as peças pré-moldadas podem ser remanejadas, essa característica é importante devido à necessidade de rearranjo de espaços já construídos. Organização da obra: a qualidade mais visível no emprego da pré-moldagem deriva-se do menor acúmulo de resíduos gerados pelo desperdício de matéria prima, garantindo uma maior limpeza e organização no canteiro de obra, uma obra mais racionalizada e com menor agressão ao meio ambiente. Vida útil: devido ao controle de qualidade que é realizado durante todas as etapas de produção das peças pré-moldadas, tem-se uma maior vida útil da obra. Viabilidade econômica: o uso de elementos pré-moldados proporciona uma grande economia para a obra se comparada a outros métodos de construção, pois há uma redução significativa no tempo de construção da obra, garantindo uma economia em mão de obra e despesas com maquinário.

De acordo com Brumatti (2008) as estruturas executadas com peças pré-moldadas também possuem algumas desvantagens, se comparadas aos métodos de construção mais utilizados. Entre elas pode-se citar: Custo inicial: as peças pré-moldadas possuem um custo inicial superior aos outros tipos de construção, sendo necessário fazer uma análise do valor da mão de obra, tempo de execução e outros fatores, para que a escolha do tipo de obra seja mais econômica. Popularidade: apesar do uso crescente na construção civil os elementos pré-moldados ainda não são totalmente aceitos pelo mercado. Mão de obra: devido à grande fiscalização para garantir a qualidade da peça, o valor da mão de obra para a execução de peças pré-moldadas é elevado. Transporte: como os elementos pré-moldados não são produzidos na sua posição final na estrutura, há a necessidade de transporte, o que pode aumentar os custos da obra.

Processo construtivo

De acordo com Melo (2007) o processo de produção do pré-moldado segue passos esquemáticos. A Figura 1 apresenta resumidamente as etapas.



Fonte: Melo, 2007- adaptado.

O controle tecnológico da armação e das fôrmas é regido pela NBR 9062/2017 (ABNT, 2017) e tem por objetivo garantir que o projeto estrutural seja executado, desde as bitolas, cortes e dobras até o espaçamento no caso da armação e escolha ideal do material da fôrma, dimensões e locais onde as mesmas são apoiadas para evitar deformações. No caso do concreto aplica-se também a ABNT NBR 6118/2014 (ABNT, 2014) que regulariza os projetos e a execução de estrutura de concreto armado.

Para o dimensionamento dos elementos estruturais é necessário levar em consideração as forças atuantes no estado final da peça assim como as diversas forças que atuam durante todo seu processo de fabricação devendo-se verificar os esforços existentes durante a desforma, o manuseio da peça, a estocagem (podendo ou não existir peças empilhadas), e o transporte da peça até seu destino final.

Visando evitar a ocorrência de problemas na peça é necessário a constante observação da resistência à compressão do elemento. De acordo com a análise do projetista determina-se a resistência à compressão mínima ideal para cada etapa do processo sendo usual 10 MPa para a

desforma das peças e 15 MPa para movimentação das mesmas. Segundo a NBR 9062/2017 (ABNT, 2017) não se admite a liberação das peças pretendidas com uma resistência inferior a 21 MPa, a resistência final necessária também é definida no projeto.

Cura

A cura é um conjunto de procedimentos que promovem a hidratação da pasta de cimento controlando a temperatura de hidratação e evitando a evaporação prematura da água. Os processos de cura têm como objetivo: evitar a evaporação precoce da água, mantendo o concreto saturado, ou mais próximo possível dessa condição; garantir a temperatura necessária, durante tempo suficiente, para alcance do nível de resistência desejado, e também minimizar os efeitos de retração, reduzindo a ocorrência de fissuras.

Segundo Neville (1997) a necessidade de cura está relacionada ao fato de que a hidratação da pasta de cimento pode ocorrer somente em capilares preenchidos com água, tendo que haver a prevenção da perda de água pelos poros.

Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais visando evitar a perda de água pela superfície exposta, assegurar uma superfície com resistência adequada e garantir a formação de uma capa superficial durável.

De acordo com a ABNT NBR 14931/2004 (ABNT, 2004) os agentes deletérios que mais ocorrem no concreto no início da vida são: mudança brusca de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, congelamento, agentes químicos, bem como choques e vibrações de intensidade tal que possam produzir fissuras na massa de concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.

Métodos de cura

Existem diversos métodos para realizar a cura do concreto podendo eles ser divididos em: cura úmida, cura física, cura química e cura térmica.

Cura térmica

A cura térmica tem como principal objetivo tornar o processo de cura mais rápido visando atingir a resistência mínima especificada em projeto em menor tempo, o que permite o uso mais frequente de formas e leitos de equipamentos de cura, reduzindo assim as áreas destinadas a estocagem (CAMARINI, 1995).

Segundo El Debs (2000), o processo da cura térmica é procedido por: Vapor atmosférico;

- Vapor e pressão (autoclave); Circulação de água em tubos junto às formas; Resistência elétrica;

Na cura térmica a vapor atmosférico, a temperatura varia entre 40 °C e 100 °C, sendo a forma de cura térmica mais utilizada em peças pré-moldadas.

Para atender as exigências da NBR 9062/2017 (ABNT, 2017), a cura térmica deve ser controlada de forma criteriosa a fim de garantir a qualidade da peça, devendo ser consideradas os seguintes itens que são estabelecidos por meio de ensaios: Tempo de espera: período entre o fim da concretagem e o início da aplicação de calor; Velocidade máxima da elevação de calor; Temperatura máxima; Tempo de aplicação de calor; Esfriamento: período que ocorre a diminuição da temperatura. Deve-se também considerar o fator água/cimento, tipos de aglomerantes, agregados e aditivos, além da resistência mínima desejada.

Cura química

A cura química é uma técnica que consiste na aplicação de produto químico sobre a superfície do concreto, tendo por finalidade não deixar o concreto desidratar, formando uma membrana na superfície do concreto, e obtêm processo de secagem sem formação de fissuras e perda de resistência (BAUER, 2016). É um método utilizado em grandes superfícies, como pavimentos de concretos,

pistas e pátios de aeroporto, e em superfícies verticais como paredes de concreto, com a finalidade de manter a peça de concreto o mais saturada possível.

Para que se tenha uma economia na realização desse tipo de cura, deve se levar em consideração a marca do agente de cura, a área concretada e as condições meteorológicas. Para alcançar a eficiência desejada, deve-se ter uma aplicação bem distribuída e controlada, para que suas propriedades de cura possam ser cumpridas. Devido ao seu custo reduzido, a cura química está sendo cada vez mais utilizada nas obras, até mesmo residenciais.

Os agentes de cura são produtos com bases químicas capaz de prevenir a perda de água do concreto, podendo ser de dois tipos: Agentes formadores de película: O produto quando aplicado forma uma película superficial no concreto. Agentes não formadores de película: Este produto atua na região interna do concreto, e por possuir em sua base silicatos, penetra na capilaridade do concreto, reagindo com os hidróxidos de cálcio. Por ser algo que ocorre na parte interna do concreto, o agente não forma película.

Cura por imersão

A cura por imersão consiste na imersão completa da peça evitando o contato com qualquer outra superfície, protegendo de agentes agressivos externos, perda de umidade e retrações. Quando se utiliza este tipo de cura é necessário se atentar a temperatura, mantendo-a próxima aos 25°C, pois mudanças de temperatura podem causar fissuras.

Cura por molhagem

A cura por molhagem consiste em umedecer o concreto durante o tempo estabelecido. Para obter uma cura eficiente é necessário que o concreto esteja em contato com a água continuamente (BAUER, 2016).

A molhagem pode ser realizada por espalhamento, com pulverizadores ou mangueiras. Outra forma de realizar a cura é utilizando sacos de aniagem, sacos de cimento, colchões de areia e de serragem, que devem ser periodicamente umedecidos impedindo a saída prematura da água e evitando o contato direto da água com a superfície de concreto.

Inicia-se o procedimento de molhagem quando ocorrer o endurecimento superficial da estrutura de concreto (uma a quatro horas após a aplicação). O processo de molhagem deve ser realizado no mínimo três vezes ao dia.

METODOLOGIA

A Figura 2 apresenta um fluxograma das etapas de trabalho.



Fonte: Autores.

Para a realização da pesquisa obteve-se uma parceria com uma empresa de pré-moldado da região de Goiânia que doou o concreto. Os procedimentos para moldagem e cura dos corpos de prova obedeceu aos critérios estabelecidos na NBR 5738/2015 (ABNT, 2015). O ensaio de compressão dos corpos cilíndricos seguiu as especificações da NBR 5739/2018 (ABNT, 2018).

A identificação dos corpos de prova foi realizada considerando os tipos de cura e a idade de ruptura, sendo assim os mesmos foram separados em cinco lotes com oito exemplares em cada. Para a nomeação segundo os tipos de cura foram utilizados números: 1- para a cura ambiente, 2- para a cura com molhagem, 3- para a cura por abafamento, 4- para a cura por abafamento com molhagem e 5- para cura por imersão. Visando diferenciar os dias de rompimento, a identificação dos corpos de prova foi complementada utilizando as letras: 1 - A e B para o rompimento com um dia, 2 - C e D para o rompimento com três dias, 3 - E e F para o rompimento com sete dias, 4 - G e H para o rompimento com 28 dias.

A Tabela 1 apresenta a identificação dos corpos de prova.

Tabela 1 - Identificação dos corpos de prova								
Tipo de cura	Ruptura com 01 dia		Ruptura com 03 dias		Ruptura com 07 dias		Ruptura com 28 dias	
Ambiente	C1-A	C1-B	C1-C	C1-D	C1-E	C1-F	C1-G	C1-H
Molhagem	C2-A	C2-B	C2-C	C2-D	C2-E	C2-F	C2-G	C2-H
Abafamento	C3-A	C3-B	C3-C	C3-D	C3-E	C3-F	C3-G	C3-H
Abafamento com molhagem	C4-A	C4-B	C4-C	C4-D	C4-E	C4-F	C4-G	C4-H
Imersão	C5-A	C5-B	C5-C	C5-D	C5-E	C5-F	C5-G	C5-H

Fonte: Autores.

A identificação dos corpos de prova foi realizada com etiquetas contendo o tipo de cura, o nome do CP (corpo de prova), a data e horário da moldagem, sendo complementada com a marcação com giz de cera, dos respectivos nomes na lateral (Figura 3).

Figura 3 - Identificação dos corpos de prova tipo C1 com giz de cera



Fonte: Autores.

A Tabela 2 apresenta o traço do concreto utilizado na moldagem dos corpos de prova com resistência característica à compressão especificada em 40 MPa considerando 0% de umidade dos agregados.

Tabela 2 - Traço do concreto de fck 40 MPa (por m³)

Cimento CPIIF-40 (kg)	Metacaulim (kg)	Aditivo (L)	Água (L)	Areia artificial (kg)	Areia natural (kg)	Brita 0 (kg)	Brita 1 (kg)
380	39,9	2,47	186	411	345	320	659

Fonte: Empresa de pré-moldado da região de Goiânia, 2019.

Após o teste de abatimento do concreto (Figura 4-a) realizou-se a moldagem dos CPs (Figura 4- b), sendo desmoldados no dia seguinte a concretagem. Os processos de cura realizados nos CPs foram:

- Cura ambiente para o CP1 (Figura 4-c) – não houve qualquer mudança de exposição a agentes ou formadores de película;
- Cura por molhagem para o CP2 (Figura 4-d) – foi realizada a molhagem dos CPs durante os três primeiros dias, três vezes ao dia;
- Cura por abafamento para o CP3 (Figura 4-e) – houve o abafamento total do lote com lona durante os três primeiros dias;
- Cura por abafamento com molhagem para o CP4 – foi realizado o abafamento dos CPs com lona e molhagem três vezes ao dia;
- Cura por imersão para o CP5 (Figura 4-f) – houve a imersão total dos CPs após a desmoldagem (os CPs rompidos no primeiro dia não foram imergidos).
- As rupturas dos corpos de prova por compressão axial (Figura 5) foram realizadas nas idades de um, três, sete e 28 dias, sendo rompidos dois CPs de cada lote por dia de ruptura. Os ensaios foram realizados na máquina MCT 200T da LR Equipamentos que possui prensa eletro hidráulica servo-hidráulica e computadorizada. A máquina possui calibração na faixa de 20000 kgf a 200000 kgf sem substituição da célula de carga.

Figura 4 – Etapas do processo de moldagem e curas dos corpos de prova



(a) Teste de abatimento



(b) Adensamento do corpo de prova



(c) Cura ambiente – CP1



(d) Cura por molhagem – CP2



(e) Cura por abafamento – CP3



(f) Cura por imersão – CP5

Fonte: Autores.

Figura 5 – Ensaio de ruptura do corpo de prova



Fonte: Autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a realização dos ensaios nas respectivas idades, foram obtidas as forças de ruptura de cada CP sendo posteriormente divididas pela área da superfície em contato com a prensa para se obter a tensão última em MPa. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resistências à compressão de prova (em MPa)

Tipo de cura	Ruptura com 01 dia		Ruptura com 03 dias		Ruptura com 07 dias		Ruptura com 28 dias	
	A	B	C	D	E	F	G	H
Ambiente-CP1	23,68	26,43	28,75	29,51	31,02	29,83	34,53	39,13

Molhagem-CP2	21,43	19,52	35,66	34,19	29,28	28,62	38,67	31,68
Abafamento - CP3	23,80	19,21	29,50	32,57	46,36	36,11	45,39	43,35
Abafamento com molhagem - CP4	24,78	20,80	32,70	27,87	31,17	31,07	39,43	44,74
Imersão - CP5	20,3	20,84	25,53	28,25	37,59	38,68	47,58	51,11

Fonte: Autores.

Observando a Tabela 3 e atendendo as especificações da NBR 5739/2018 (ABNT, 2018) considerou-se o maior valor de resistência entre os dois corpos de prova para cada cura e idade conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de resistências à compressão para cada lote de prova (em MPa)

Tipo de cura	Idade (dias)			
	01	03	07	28
Ambiente-CP1	26,43	29,51	31,02	39,13
Molhagem-CP2	21,43	35,66	29,28	38,67
Abafamento - CP3	23,8	32,57	43,36	45,39
Abafamento com molhagem - CP4	24,78	32,7	31,17	44,74
Imersão - CP5	20,84	28,25	38,68	51,11

Fonte: Autores.

Analisando os dados apresentados na Tabela 4, observa-se que todos métodos de cura apresentaram resistências maiores que 15 MPa no primeiro dia após a concretagem o permite que as peças pré-moldadas sejam liberadas para desforma e transporte.

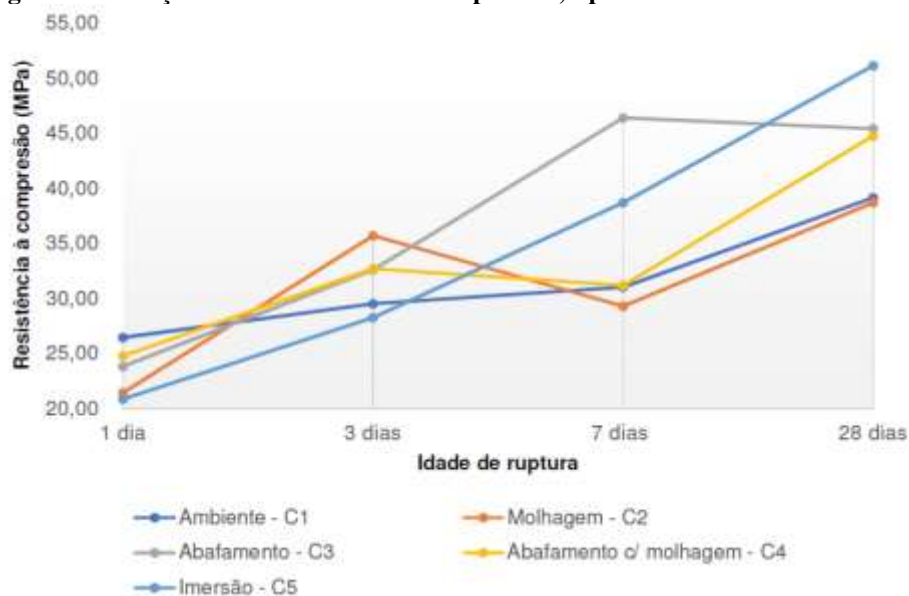
A cura ambiente é bastante utilizada quando se requer menores exigências de desempenho para o concreto (Tango, 1994). Essa afirmação ainda pode ser considerada como justificativa ao presente trabalho, levando em conta que o corpo de prova exposto a esse tipo de cura não atendeu a exigência de resistência do concreto aos seus 28 dias (40 MPa).

No sétimo dia, a maior resistência à compressão foi obtida utilizando o método de cura por abafamento (43,36 MPa). Segundo Terzian (2005) esse tipo de cura é utilizado para acelerar as reações de hidratação do cimento com o objetivo de obter ganhos de resistências mecânicas nas primeiras idades.

Verifica-se na Tabela 4 que a maior resistência aos 28 dias corresponde a cura por imersão. De acordo com Bauer (2016) esse é o método de cura ideal para obter maiores resistências mesmo não sendo o mais usual.

Com a análise dos resultados da Tabela 4 obteve-se o gráfico apresentado na Figura 6. Nota-se, que nas idades de 1, 3, 7 e 28 dias, as maiores resistências à compressão obtidas foram respectivamente curas; ambiente, ambiente com molhagem, abafamento e imersão.

Figura 6 – Relação entre a resistência à compressão, tipo de cura e idade do concreto



Fonte: Autores.

Analisando o ganho de resistência durante as idades iniciais do concreto, percebe-se que a cura por imersão apresentou o maior aumento de resistência (145,25%) em relação ao primeiro dia, no entanto, esse tipo de cura não seria indicado para as peças protendidas devido a desforma na idade de um dia.

CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou analisar a influência do tipo de cura na resistência à compressão de elementos pré-moldados visando identificar qual método proporciona maior resistência nas primeiras idades do concreto uma vez que ao atingir a resistência mínima especificada em projeto para cada etapa, a peça pode ser liberada para manuseio e transporte com menor risco do aparecimento de patologias.

Considerando a evolução das resistências, seus valores aos 28 dias e os procedimentos para realizar as curas, os métodos com abafamento e abafamento com molhagem são as curas mais indicadas pois são de fácil execução, principalmente se comparados ao método de cura por imersão e ainda atingem resistência satisfatórias nas primeiras idades o que permite desforma, manuseio e transporte garantindo agilidade na produção das peças pré-moldadas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5739: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura do corpo-de prova**. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção 1**. Editora LTC 5ª Ed. Rio de Janeiro, 2016.
- BRUMATTI, D. O. **Uso de pré-moldado – estudo e viabilidade**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- CAMARINI, G. **Desempenho de misturas de cimento Portland de escória de alto-forno submetidas à cura térmica**. Tese (Doutorado). EPUSP. Escola Politécnica de Universidade de São Paulo. São Paulo, 1995.
- EL DEBS, M.K. **Concreto pré-moldado: Fundamentos e Aplicações**. São Carlos: EESC-USP, 2000.
- HELENE, P., **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. Ed. Pini, São Paulo, 2009.
- MELO, Carlos Eduardo Emrich. **Manual munte de projetos em pré-fabricados de concreto**. 2. ed. São Paulo, SP: Pini, 2007.
- NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto**. Editora Bookman. 2.ed Porto Alegre, 1997.
- TANGO, Carlos E. de S. **Fundamentos de dosagem de concreto para blocos estruturais**. (Internacional Seminar ON Structural Mansory For Developing Countries) – IPT: São Paulo, 1994.
- TERZIAN, P. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realização – Concreto para Estruturas Pré Fabricadas**. v. 2, ed. G. C. Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005. 1579p.
- VASCONCELOS, A.C., **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. Studio Nobel. São Paulo, 2002.

LIOFILIZAÇÃO DE VASOS DE ORIGEM SUÍNA PARA MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO

Guilherme Mesquita Soares¹
Nilza Nascimento Guimarães²

RESUMO

No presente trabalho foram testadas as técnicas de liofilização em vasos extraídos de suínos, para a verificação da integridade dos tecidos após a reidratação. Foram utilizados segmentos de artéria aorta e veia cava retirados de um suíno de pequeno porte, para compreender os processos de liofilização, e aplicar técnicas liofilização em vasos sanguíneos de suínos; analisara integridade e/ou possíveis alterações morfológicas e histológicas, antes e após a reidratação analisando posteriormente se os mesmos averiguação da viabilidade do mesmo para armazenamento em longo prazo, mantendo suas condições histológicas próprias para uso em transplantes e auto implantes e principalmente, para acervos de peças anatômicas naturais para estudo. A liofilização é um meio de conservação comprovadamente barato em relação à criopreservação, ela se dá como um processo de secagem de um produto previamente congelado, onde o solvente é removido por sublimação. Os vasos liofilizados sofreram perda de massa considerável vista a olho nu, suas estruturas se tornaram delgadas a nível celular, aumentando o espaço extracelular, porém não houve o comprometimento das estruturas primordiais celulares. Os vasos reidratados tiveram boa recuperação, tornando-se novamente pesados e maleáveis, com suas células de tamanho natural e redução do espaço extracelular, tornando o aspecto geral macroscópico e microscópico, muito similar ao de vasos *in natura*. O estudo demonstrou resultados favoráveis ao desenvolvimento da liofilização em relação a manutenção e conservação de tecidos biológicos, abrindo um leque de possibilidades para futuros estudos revistarem a técnica, podendo assim evoluir o procedimento, para que se possa obter peças com qualidade ainda mais superior.

Palavras chave: Liofilização, Vasos, Conservação, Peças, Naturais.

LIOPHILIZATION OF SWINE POTS FOR MAINTENANCE AND CONSERVATION

ABSTRACT

In the present work the freeze-drying techniques were tested in pots extracted from pigs, to the verification of the integrity of tissues after rehydration. Artery segments were used in aorta and inferior vena cava removed a small pig, to understand the processes of lyophilizing, freeze-drying techniques and application in blood vessels of pigs; analyze the integrity and/or possible morphological and histological changes before and after rehydration analyzing later if the same investigation of the feasibility for long-term storage, keeping your own histological conditions for use in transplants and implants and especially for collections of natural anatomical parts for study. Freeze-drying is a means of preservation arguably cheap in relation to cryopreservation, it occurs as a process of drying of a previously frozen product, where the solvent is removed by sublimation. The lyophilized vessels suffered considerable mass loss seen with the naked eye, its structures have become thin on the cellular level by increasing the extracellular space, but there was no commitment of primordial cell structures. The rehydrated vessels had good recovery, becoming heavy again and malleable, with in nature size cells and reduction of the extracellular space, making the macroscopic and microscopic General aspect, very similar to fresh vessel. The study showed favorable results for the development of freeze-drying in relation to maintenance and conservation of biological tissues, opening up a range of possibilities for future studies search technique, and thus develop the procedure, in order to obtain even more superior quality parts.

Key words: Lyophilizing, Vessels, Conservation, Parts, Natural.

Recebido em 12 de fevereiro de 2020. Aprovado em 06 de março de 2020.

¹ Biomedico – PUC - GO

² Professora, Fisioterapeuta – PUC - GO

INTRODUÇÃO

Existe uma grande dificuldade enfrentada por alunos, professores de anatomia e profissionais da saúde, que dependem da viabilidade de órgãos e tecidos conservados, para a realização de determinados procedimentos cirúrgicos e didáticos. Conservar cadáveres e peças naturais com qualidade é uma tarefa árdua e potencialmente perigosa para a saúde humana, pois as técnicas mais utilizadas atualmente exigem formaldeído em seu protocolo. Esse formaldeído, de odor forte, já tem seus efeitos tóxicos conhecidos como, por exemplo, a capacidade de irritar mucosas e risco de efeito carcinogênico já comprovado (VIEIRA *et al.*, 2013).

Segundo Taniguchi e colaboradores (2012), a liofilização é um processo de secagem de um produto previamente congelado, onde o solvente é removido por sublimação. Por meio desse processo podem ser obtidos produtos desidratados de alta qualidade, preservando-se as estruturas e minimizando a perda de produtos voláteis, que não são observados durante a secagem por meios convencionais. A técnica de liofilização, revisada neste trabalho visa mudar este cenário, com o intuito de melhorar a qualidade de vida das pessoas envolvidas nos estudos de anatomia e também melhorar a qualidade das peças. Além da utilização na preparação de peças anatômicas para estudo. A liofilização de tecidos tem um grande potencial na conservação de estruturas e órgãos para transplantes, como forma segura e barata de manutenção de tecidos em bancos de órgãos. O trabalho proposto por Dantas e Aguillar (2001) relata que a técnica de liofilização já está sendo usada com grande sucesso em transplantes ósseos.

A utilização de vasos sanguíneos é interessante para estabelecer protocolos e a viabilidade da liofilização, para a conservação de tecidos, pois estas são estruturas relativamente simples, de fácil entendimento anatômico e que possibilitam a padronização de métodos adequados para a manutenção de peças liofilizadas. A viabilidade das peças liofilizadas após a reidratação pode vir a ser de grande interesse para aplicações futuras em bancos de tecidos e para utilização em autotransplantes. Como em cirurgias de revascularização do miocárdio (CRM) por pontes de safena, que necessitam de vasos íntegros e saudáveis para sua execução (FILHO *et al.*, 1996).

Este tipo de cirurgia exige um período de recuperação pós-operatório ativo, no qual é recomendada atividade física regular, com boa movimentação e deambulação, para evitar a formação de trombos em veias profundas pela imobilidade dos membros inferiores (DANTAS e AGUILLAR, 2001). Nestas condições o paciente necessita executar as atividades de reabilitação com seus membros inferiores debilitados pela retirada de um vaso de calibre considerável e cicatrizes cirúrgicas de tamanho relativamente grande. A recuperação no pós-operatório torna-se um desafio para profissionais da saúde e para o próprio paciente, uma vez que, infelizmente para muitos pacientes a reincidência de obstruções em outros ramos coronários conduz à necessidade de novos procedimentos de revascularização e, conseqüentemente, em novas incisões nos membros e outra longa jornada de recuperação (FILHO *et al.*, 2010).

Neste contexto, o desenvolvimento de bancos de tecidos poderia suprir a necessidade de estruturas para autotransplantes, preservando os pacientes dos inconvenientes de uma nova incisão nos membros inferiores para a retirada de novos vasos.

Atualmente a criopreservação é um dos poucos métodos utilizados para manter células e tecidos viáveis para transplante, nos bancos de tecidos. Infelizmente, segundo Junior (2008), essa técnica apresenta dois grandes problemas: (i) os tecidos crio preservados podem sofrer interferências histológicas e morfológicas, no início do processo de congelamento e no processo de descongelamento, no ato de seu uso; (ii) o alto custo de manutenção, armazenamento e transporte do material em temperaturas muito baixas (em torno de -90 a -196°C), o que muitas vezes inviabiliza a crio conservação de determinados tecidos.

Deste modo, a liofilização pode vir a ser uma boa alternativa para a conservação de vasos e peças anatômicas para diversas finalidades.

O Trabalho teve como objetivo compreender como processos desidratação por meio da liofilização, afeta os vasos sanguíneos de suínos.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada nos laboratórios de anatomia humana e laboratório de estudo e pesquisa de produtos naturais da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Foi utilizado um segmento de 10 cm de vasos retirados de um suíno de pequeno porte. O animal utilizado na presente pesquisa foi doado pelo laboratório de técnicas operatórias da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. O projeto da pesquisa foi previamente apresentado ao Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) e aprovado, sendo registrado sob protocolo nº 009-1. Conforme a resolução nº 714, de 20 de junho de 2002 do comitê de ética em pesquisa animal, foi administrado no suíno drogas pré-anestésicas (Cloridrato de Cetamina + Acepromazina 33mg/kg + 1,1mg/kg IM) e anestésico (Pentoarbital 20-40 mg/kg IV 3-6 mg/kg/h em infusão contínua IV) para proporcionar maior conforto ao animal, que posteriormente foi sacrificado pela veterinária responsável pelos animais utilizados no curso de medicina, nas dependências do laboratório de técnica operatória, após a sua utilização nas aulas práticas de cirurgias.

Foram usados para esse procedimento luvas e máscaras descartáveis, bisturis, pinças cirúrgicas, lâminas para microscopia 26 por 72 mm, tubo de ensaio de vidro (diâmetro 20 a 150 mm), seringa descartável 5 ml e agulhas descartáveis tamanho 30 por 10 mm.

O processo de liofilização foi executado segundo o protocolo estabelecido por Taniguchi e colaboradores (2012). Para o procedimento de liofilização foi utilizado um Liofilizador de Bancada (Marca Terroni - 100% em aço inox LS3000) e um freezer comum para congelamento das peças e condicionamento do material pré e pós-liofilizado. A montagem das lâminas histológica seguiu o protocolo de TIMM (2005), e foi utilizado um microscópio binocular óptico, da marca Nikon, modelo eclipse E200 para observação das lâminas e comparação dos tecidos.

Após a retirada dos segmentos de vasos, as peças foram lavadas com soro fisiológico (solução de ringer 0,9%). Imediatamente após este procedimento os vasos foram divididos em segmentos menores, de aproximadamente 2,5 cm de comprimento, preenchidos com gaze ou algodão cirúrgico, mergulhados no soro fisiológico e acondicionados em freezer comum, para congelamento.

As amostras foram divididas em 2 grupos: um grupo para controle, que foi mantido apenas em congelamento até o momento da análise histológica e um grupo que foi desidratado pelo sistema de liofilização que foi reidratado com soro fisiológico e observado em microscópio.

Para o controle, as amostras foram descongeladas e, seguindo as diretrizes do processo de corte e montagem de lâminas histológicas, descrito por Timm (2005), foram processadas para a visualização e comparação no microscópio. As outras partes sofreram a desidratação no liofilizador, seguindo o protocolo de Taniguchi e colaboradores (2012). As amostras foram resfriadas a -41°C e acomodadas na câmara de vácuo para a liofilização. Para completar o processo foram necessárias 72 horas de no liofilizador, com pressão atmosférica de 160mTorr.

Em seguida os vasos foram armazenados em um freezer, por 30 dias, para avaliar a viabilidade do tecido submetido a um tempo de conservação prolongado. Após esse período os vasos foram encaminhados para o laboratório histológico para o preparo de lâminas histológicas. Uma parte dos vasos foi reidratada em soro fisiológico 0,9%, durante 2 horas e depois processada para a preparação das lâminas histológicas. A outra parte dos vasos foi processada sem nenhum tipo de reidratação, para a análise da estrutura liofilizada. No final foram obtidos 3 grupos de laminas histológicas: grupo do controle não liofilizado, grupo da

amostra liofilizada reidratada e grupo da amostra liofilizada sem reidratação. A análise histológica comparativa foi feita para averiguar as diferenças a nível celular entre as lâminas das amostras.

RESULTADOS

Após o processo de liofilização, pôde-se observar que os vasos estudados não sofreram grandes modificações na estrutura histológica, apresentando uma boa viabilidade na conservação dos mesmos.

O aspecto macroscópico das amostras liofilizadas se mostrou condizente com a realidade das mesmas *in natura* (fig. 1 e 2). As estruturas morfológicas não sofreram alterações, exceto pela massa diminuída observada a olho nu, em decorrência da ausência de líquidos nos compartimentos intracelulares e extracelulares.



Figura 1 – Estrutura macroscópica de uma artéria liofilizada.



Figura 2 – Estrutura macroscópica de uma veia liofilizada.

O aspecto dos vasos liofilizados que sofreram o processo reidratação com soro fisiológico, não se mostrou diferente, em termos morfológicos, com relação aos vasos em estado natural, pois grande parte do líquido perdido no processo de liofilização foi recuperado (fig. 3). Os compartimentos hídricos dos tecidos apresentaram uma aparência natural, muito semelhante aos vasos que não passaram pelo processo.

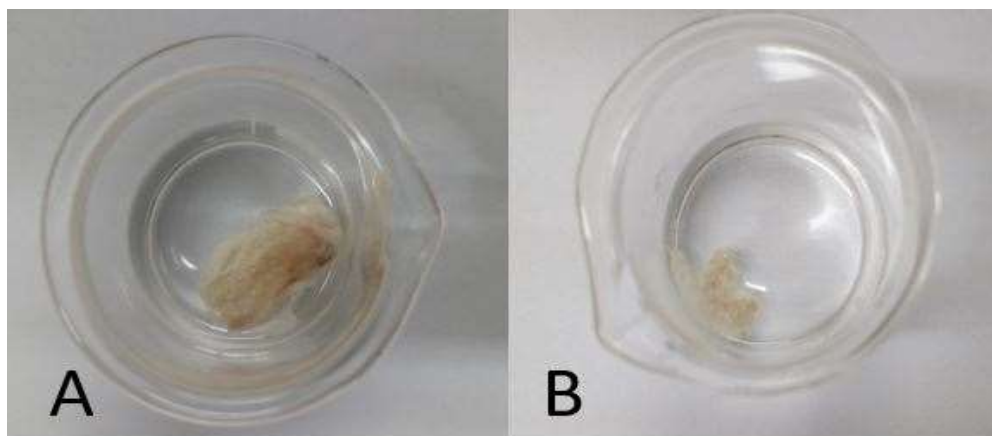


Figura 3 – Vasos liofilizados em processo de reidratação. A – Artéria e B – veia.

A conservação bem-sucedida das veias, para esse trabalho, é essencial, pois um dos objetivos dessa pesquisa é o desenvolvimento de um protocolo viável para o processo de liofilização, visando futuras técnicas de conservação de vasos para reimplantes.

A amostra de veias retiradas de um suíno jovem demonstra as características anatômicas e morfológicas usuais, com túnica íntima delgada, túnica média bem conservada e adventícia alongada, figura 4.

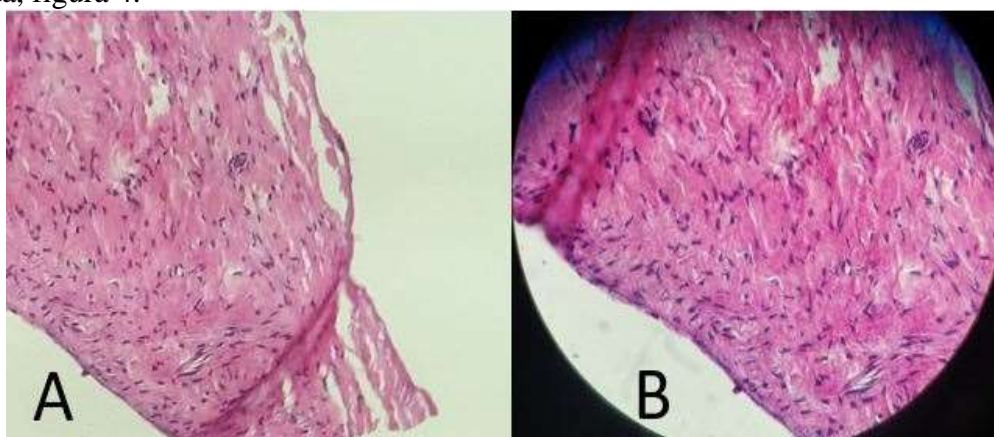


Figura 4 – Corte histológico de veia *in natura* corado H&E. Seção transversal. A – aumento de 40x e B- aumento de 100x.

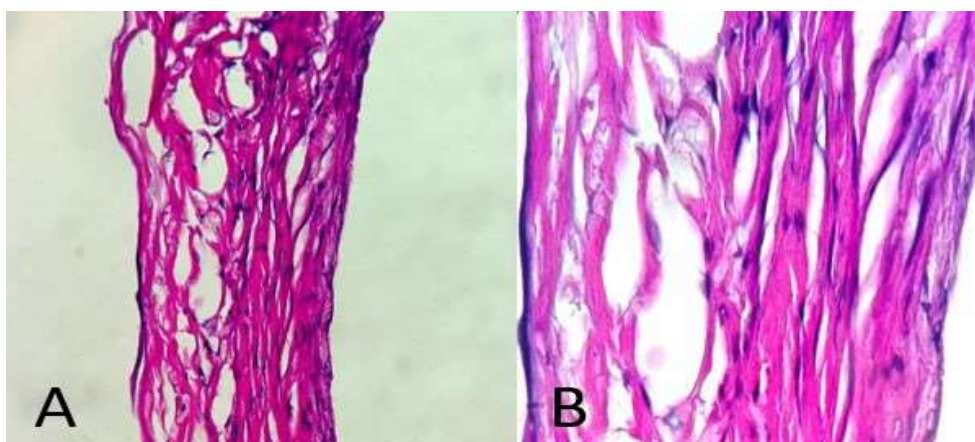


Figura 5 – Corte histológico de veia liofilizada corado H&E. Seção transversal. A – aumento de 40x e B- aumento de 100x.

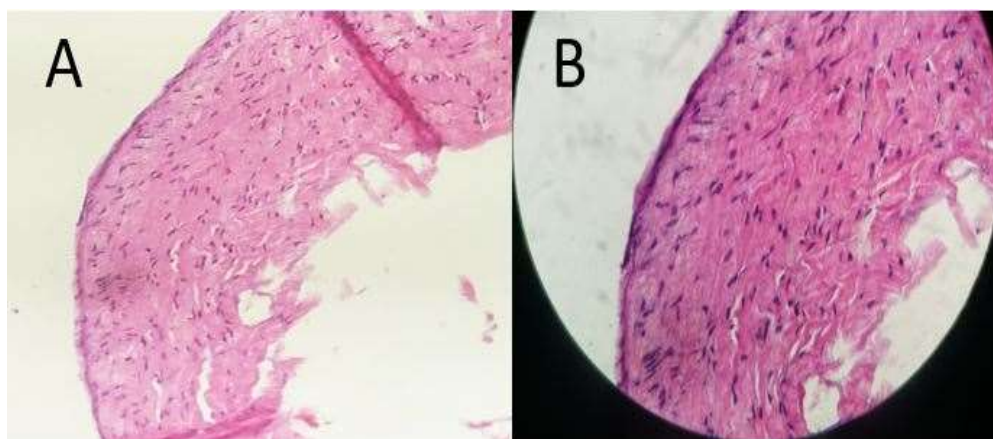


Figura 6 – Corte histológico de veia reidratada em soro fisiológico, corado H&E. Secção transversal. A – aumento de 40x e B- aumento de 100x.

A veia liofilizada apresentou as características morfológicas naturais dos vasos (fig. 5). Só que a nível celular, foi observada uma modificação nas suas células, que se tornam mais delgadas em virtude da retirada de líquidos, aumentando também o espaço extracelular. Alguns pontos do tecido mostraram perda de contato entre as células, sugerindo a perda das junções entre as membranas.

Após a reidratação com soro fisiológico (fig. 6) o vaso se tornou mais pesado e maleável, suas células retornaram ao tamanho natural e o espaço extracelular diminuiu, tornando o aspecto geral macroscópico e microscópico muito similar ao das veias *in natura*.

O resultado da liofilização nos segmentos arteriais foi muito semelhante em relação aos obtidos em veias. A figura 7 mostra um corte histológico arterial *in natura*, em que se evidenciam todas as estruturas morfológicas de uma artéria saudável, com túnicas íntima, média e adventícia bem delimitadas, células e espaço extracelular preservados.



Figura 7 – Corte histológico de artéria *in natura* corado H&E. Secção transversal. Aumento de 40x



Figura 8 – Corte histológico de artéria liofilizada, corado H&E. Secção transversal. Aumento de 40x

A figura 8 mostra um corte histológico da artéria aorta liofilizada, evidenciando a conservação dos aspectos morfológicos deste vaso, porém, com redução já esperada do volume das células e um aumento sutil do espaço extracelular.

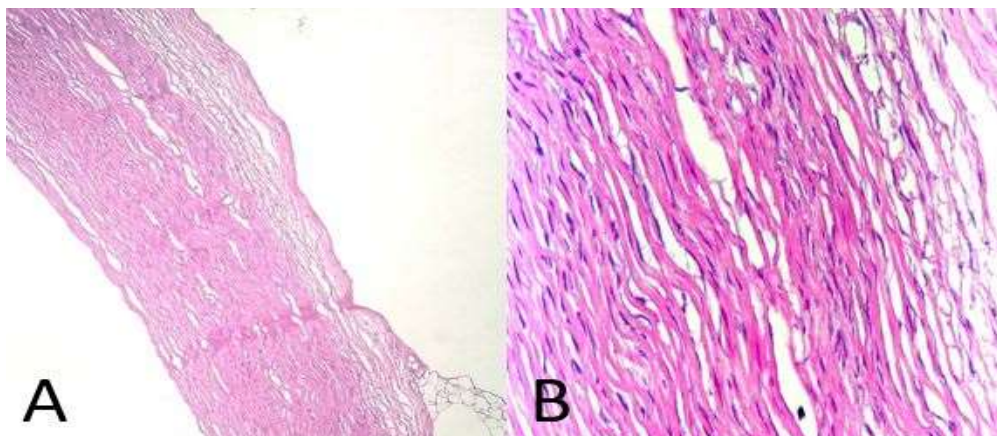


Figura 9 – Corte histológico de artéria reidratada, Soro fisiológico, corado H&E. Secção transversal. A – aumento de 40x e B- aumento de 100x.

Após todo o processo, seguido pela reidratação com soro fisiológico (fig. 9), o vaso tornou-se mais pesado e maleável, suas células recuperaram o volume natural e o espaço extracelular diminuiu, tornando o aspecto geral macroscópico e microscópico, muito similar ao vaso *in natura*.

DISCUSSÃO

Segundo Silva e colaboradores (2000), em um estudo comparativo sobre duas técnicas de armazenamento de enxertos de ossos, os enxertos homogêneos estão sendo utilizados na prática clínica com bons resultados. Alguns centros médicos criaram serviços específicos, denominados de “Banco de Ossos”, para o desenvolvimento dessa nova modalidade de reconstrução óssea. Isso demonstra a quão promissora é a técnica de liofilização.

Como um dos objetivos, o presente estudo visa disseminar o desenvolvimento da liofilização em relação à preservação de tecidos viáveis para bancos de armazenamento de tecidos. A ideia de um banco de dados para autotransplante e um acervo de peças que podem ser reidratadas a qualquer momento para estudos em anatomia, pode mudar o modo de conservação de peças anatômicas para estudos. No presente trabalho os resultados foram

positivos, uma vez que os vasos liofilizados mantiveram seu estado morfológico satisfatório, apesar da retirada de todo o compartimento líquido dos tecidos.

No trabalho, testou-se o protocolo proposto por Taniguchi e colaboradores (2012), com adaptações para o processo de liofilização de tecido vascular. O procedimento retirou até 95% da água, e proporcionou amostras desidratadas com qualidade. Em nosso estudo usamos soro fisiológico a 0,9% para lavar as estruturas e retirar o máximo de resíduos de sangue possível. As amostras foram acondicionadas em freezer comum e para preparar a reidratação das mesmas, após o processo de liofilização foi utilizado o soro fisiológico a 0,9%. No ato da execução dos trabalhos, foi percebido como foi demonstrado nos resultados o seu alto grau prosperidade, abrindo espaço para trabalhos futuros revisitarem a técnica e possivelmente alterar alguns aspectos da mesma como por exemplo o tempo de exposição da peça liofilizada em relação a solução hidratante, e o própria solução hidratante para procurar sempre aumentar a qualidade das peças.

CONCLUSÃO

Os vasos liofilizados sofreram perda de massa considerável, visível a olho nu, devido às estruturas que tornarem delgadas a nível celular, aumentando o espaço extracelular, porém não houve o comprometimento das estruturas primordiais celulares.

Porém a resposta dos vasos ao procedimento de reidratação foi muito interessante, correspondendo ao que se esperava dos experimentos, com aparência histológica muito similar ao de vasos *in natura*.

Com base nestas observações concluímos que o procedimento tem muito potencial no campo da produção de peças para estudo de anatomia e requer a continuidade em suas investigações, para avaliar as características fisiológicas das células após a reidratação, para a análise da viabilidade destes tecidos para o objetivo de autotransplante.

REFERÊNCIAS

- DANTAS, R.A.S., AGUILLAR, O.M. **Problemas na recuperação de pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio: o acompanhamento pelo enfermeiro durante o primeiro mês após a alta hospitalar.** Rev latino-am enfermagem 2001 novembro-dezembro;9(6):31-6.
- SILVA, A.B.D., RODRIGUES, L., JORGE, T. T. I. W., BESTEIRO, J.M., FERREIRA, M.C., GONÇALVES, C.G., DOS REIS, L.M. **Alterações histológicas em enxerto de osso homogêneo preparado e armazenado com duas técnicas diferentes.** Acta cir bras 2000, 15 (supl 3): 74-77.
- TANIGUCHI, F.P., MAIZATO, M.J.S., AMBAR, R.F., PITOMBO, R.N.M., LEINER, A.A., MOREIRA, L.F.P., CESTARI, I.A., STOLFN, A.G. **Estudo in vivo do comportamento de bioprótese liofilizada: seguimento de 3 meses em carneiros jovens.** Rev bras cir cardiovasc 2012, 27(4):592-9.
- FILHO, J.G. L., LOBO FILHO, H.G., MESQUITA, F.J.C., LINHARES FILHO, J.P.P. **Enxerto composto de artéria torácica interna esquerda e veia safena magna: estudo angiográfico após oito anos.** Rev bras cir cardiovasc 2010, 25(1): 118-121.
- FILHO, J.G. L., OLIVEIRA, F.M., CIARLINE, C., FEITOSA, J.A., ROLIM, A.V., FAÇANHA, J.E., LOBO, R.A.C.M., DANTAS, M.C.B.R., LIMA, R.C., ESCOBAR, M.A.S., MENDONÇA, J.T., WANDERLEY NETO, J. **Cirurgia de revascularização do miocárdio através de minitoracotomia ântero-iateral esquerda.** Rev bras cir cardiovasc 1996, 11 (3):143-7.

JUNIOR, V.T. (2008). **Etapas críticas na liofilização do pericárdio bovino**. São paulo, são paulo, brasil.

NEVES, M.F.T., SOUZA, J. F., OIGMAN, W. **Alterações morfológicas na parede de artéria muscular em pacientes hipertensas**. *Arq bras cardiol* 1998, volume 70 (nº 1), 19-23.

TIMM, L.L. **Técnicas rotineiras de preparação e análise de lâminas histológicas**. *Caderno lasalle xi2005 , canoas*, 231 - 239.

VIEIRA, I.I.F., DANTAS, B.P.A., FERREIRA, F.C.M., CARVALHO, R.B.A.C., FREIRE, I.B., NETO, E.J.S. **Efeitos da utilização do formaldeído em laboratórios de anatomia**. *Ciênc. Saúde Nova Esperança* 2013, 11(1):97-105.

ANÁLISE DA FORMAÇÃO DO PROFESSOR PARA ATENDER ALUNOS COM DEFICIÊNCIA NA REDE REGULAR DE ENSINO

Iodayse Suanne Oliveira de Souza¹
Maria Clara de Oliveira Lopes²
Ivoneide Maria da Silva³
Valerie Sarpedonti⁴

RESUMO

A implantação da Lei Brasileira de Inclusão (LBI) em janeiro de 2016, foi um grande avanço no que tange os direitos das pessoas com deficiência (PcD), garantindo, entre outros, o direito à matrícula nas escolas de ensino regular. Quatro anos depois, a pertinência dessa medida se encontra novamente em pauta no governo, além de suscitar inúmeros debates nos âmbitos sociais e escolares. A formação dos professores é um dos critérios amplamente questionado. De forma a providenciar dados atuais sobre o assunto, esse estudo analisou a opinião de 33 professores de escolas públicas da região metropolitana de Belém em relação à capacitação profissional, o atendimento dado a esse alunado e posicionamento sobre a LBI, levando em consideração o ano de formação dos profissionais. Os resultados indicaram que os professores formados há menos de 10 anos possuem melhor formação e demonstram maior envolvimento no atendimento de PcD. Uma análise da estrutura curricular de três universidades federais brasileiras indicou que essas instituições ainda não adequaram a proposta de disciplina para formar professores capacitados. Apesar de reconhecer a importância da inclusão e não presenciar atos de bullying, 43% dos professores entrevistados se posicionaram contra a LBI.

Palavras-chave: Lei Brasileira de Inclusão, educação inclusiva, capacitação de professores.

ANALYSIS OF THE TEACHER'S TRAINING TO ATTEND STUDENTS WITH DISABILITIES IN THE REGULAR TEACHING NETWORK

ABSTRACT

The implementation of the Brazilian Inclusion Law in January 2016 was a major step forward in terms of the rights of people with disabilities (PwD), guaranteeing, among others, the right to enroll in regular schools. Four years later, the relevance of this measure is once again on the government's agenda, in addition to provoking numerous debates in the social and school spheres. The teacher's training is one of the criteria widely questioned. In order to provide current data on the subject, this study analyzed the opinion of 33 public school teachers in the metropolitan region of Belém regarding professional training, the care given to this student and their position on the LBI, taking into account the year of training of professionals. The results indicated that teachers who graduated less than 10 years ago have better training and demonstrate greater involvement in PwD services. An analysis of the curricular structure of three Brazilian Federal Universities indicated that these institutions have not yet adapted the proposed discipline to train qualified teachers. Despite recognizing the importance of inclusion and not witnessing acts of bullying, 43% of the professors interviewed were against the Brazilian Inclusion Law.

Keyword: Brazilian Inclusion Law, inclusive education, teacher training.

Recebido em 19 de março de 2020. Aprovado em 11 de abril de 2020.

¹ Graduanda da Faculdade de Biologia da Universidade Federal do Pará, Belém (PA). E-mail: iodayse.souza21@gmail.com;

² Graduanda da Faculdade de Biologia da Universidade Federal do Pará, Belém (PA). E-mail: lopsmaria18@gmail.com

³ Prof.^a Dra.do Instituto de Ciências Biológicas, coordenadora do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Biologia (LAPENBIO), Universidade Federal do Pará, Belém (PA). E-mail: ivisilva8@yahoo.com.br;

⁴ Prof.^a Dra.do Instituto de Ciências Biológicas, coordenadora do Grupo de Estudos em Educação Inclusiva e Ambiental (GEIA), Universidade Federal do Pará, Belém (PA). E-mail: valerie@ufpa.br.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história as pessoas com deficiência (PcD) foram vítimas de preconceito e exclusão social. Muitas vezes, a sociedade associa a deficiência à incompetência. Como consequência desta construção sócio-histórica, as pessoas com deficiência foram privadas de oportunidades e direitos, sendo vítimas de discriminação no mundo do trabalho ou ainda no âmbito escolar (SILVA, 2015; ANTUNES, 2016). A constituição Federal Brasileira garante a educação como direito de todos, instituindo no inciso III, do art.28, do capítulo III, que o atendimento especializado às pessoas com deficiência seja realizado preferencialmente na rede regular de ensino (BRASIL, 1988). No entanto, raros eram os alunos que conseguiam se matricular nas turmas regulares; nas escolas, o processo de ensino/aprendizagem era conduzido de forma unilateral, tendo o professor como transmissor de informações e os alunos como sujeitos passivos que memorizavam o conteúdo, sem criticidade e autonomia. Não eram desenvolvidos trabalhos diferenciados para atender às necessidades especiais do alunado e promover a inclusão, nem eram realizadas avaliações diferenciadas (OLIVEIRA, 2014; SILVA e ARRUDA, 2014). Foi apenas em janeiro de 2016, quando entrou em vigor a Lei Brasileira de Inclusão da pessoa com Deficiência (LBI), também conhecida como Estatuto da Pessoa com Deficiência, que as escolas tiveram obrigatoriedade de matricular as PcD, prover as medidas de adaptações necessárias e assegurar um sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo da vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem (BRASIL, 2015). Por conseguinte, o ingresso dos alunos com deficiência, transtornos globais de desenvolvimento, alta habilidade ou superdotação na rede pública de ensino aumentou rapidamente, desestabilizando tanto as escolas quanto os professores que tiveram que se adaptar para receber esse alunado. Dentro das problemáticas, destacou-se o papel do professor. O artigo 13 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, 1996) não contempla o atendimento às PcD e apenas descreve as funções do professor da seguinte forma:

- I. participar da elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino;
- II. elaborar e cumprir plano de trabalho, segundo a proposta pedagógica do estabelecimento de ensino;
- III. zelar pela aprendizagem dos alunos;
- IV. estabelecer estratégias de recuperação dos alunos de menor rendimento;
- V. ministrar os dias letivos e horas-aula estabelecidos, além de participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional;
- VI. colaborar com as atividades de articulação da escola com as famílias e a comunidade.

Por outro lado, o Atendimento Educacional Especializado (AEE), criado pela Constituição Federal de 1988 para incluir os alunos ‘especiais’, não deixou claro seus objetivos e as atribuições dos diferentes profissionais envolvidos (FRAULOB e BUYTENDORP, 2011). E, apenas recentemente, com a implantação de várias leis e diretrizes, tais como a Política Nacional de Educação Especial, em 2008 (BRASIL, 2008), as Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado, em 2009 (BRASIL, 2009) e o Plano Nacional de Educação, em 2014 (PNE - BRASIL, 2014), que foram definidas as funções do AEE e diversos profissionais atuando junto com esse público. Infelizmente,

muitas escolas não possuem ainda salas de recursos multifuncionais e, com a falta de professores de apoio educacional especializado, de monitores de apoio à pessoa com deficiência (SANTOS *et al.*, 2017), os professores são os únicos responsáveis para o atendimento das PcD. Para que a educação inclusiva promova efetivamente o desenvolvimento dos ‘especiais’, é imprescindível que o professor esteja atento às necessidades do aluno e adapte suas abordagens pedagógicas. De acordo com o psicólogo bielo-russo Vygotski, mediante a estímulos e ensino adequados, é possível criar processos adaptativos que superam os impedimentos e dificuldades que a deficiência impõe. Ele escreveu (Vygotski, 1997):

“Se uma criança cega ou surda alcança no desenvolvimento o mesmo que uma criança normal, então as crianças com deficiência alcançam de um modo diferente, por outra via, com outros meios e para o pedagogo é muito importante conhecer a peculiaridade da via pela qual ele deve conduzir a criança”.

A falta de professores capacitados e de infraestrutura adequada levou a novos questionamentos sobre a presença de alunos ‘especiais’ em turmas regulares. Possíveis mudanças na Política Nacional de Educação Especial estão sendo discutidas, considerando a possibilidade de tornar optativo o ingresso de alunos com deficiência intelectual, física, transtorno do espectro autismo ou superdotação, em turmas regulares. A família, em conjunto com a escola e equipes multidisciplinares que acompanham o aluno, poderiam optar entre permanecer na instituição de ensino regular, ser transferido para uma escola especial ou atender uma classe especial na escola onde se encontra matriculado (BOND, 2019). Enquanto alguns veem nessa opção um modo de atender melhor às necessidades educacionais do alunado em foco, outros consideram essa medida retrograda e indo de encontro aos movimentos de inclusão social que prevalecem no Brasil e no mundo.

Diante desses questionamentos, o presente trabalho teve como objetivo analisar a capacitação de professores da rede regular de ensino na região metropolitana de Belém (PA) para atender o público com necessidades especiais, o atendimento dado a esse alunado na escola, além de levantar a opinião desses educadores sobre a LBI. O estudo levou em consideração o ano de formação do professor.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em maio de 2019, por meio de aplicação de questionários com 16 perguntas fechadas e semifechadas. Participaram 33 professores de várias escolas de ensino fundamental e ensino médio, localizadas na região metropolitana de Belém (PA), com número igual de professores atuando há menos de 10 anos (chamados de recém-formados), entre 10 e 20 anos e há mais de 20 anos. As questões abordaram a formação do profissional, o número de alunos com necessidades especiais atendidos por estes ao longo dos últimos cinco anos, a presença de monitores e do AEE, a preparação do material adaptado, a qualidade da aula em presença de PcD, o bullying e, finalmente, a pertinência da LBI. Os dados coletados foram planilhados e analisados com auxílio do programa Home Office Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados coletados indicou que metade dos professores ‘recém-formados’ (< 10 anos) se consideraram capacitados para atender o público com deficiência; essa porcentagem baixou para 37% e 21% para os professores com 10 - 20 e >20 anos de atuação, respectivamente. Essa formação deve normalmente ser adquirida ao longo do curso de licenciatura ou, posteriormente, através de cursos de especialização ou aperfeiçoamento. A inclusão de

conteúdos e disciplinas de Educação Especial nos cursos de formação de professores é imprescindível e recomendada desde 1994, através da portaria 1793/94 (BRASIL, 1994). No entanto, poucos são os cursos que adotaram tais medidas.

Com a implementação da LBI, as universidades passaram por um processo de adequação dos projetos político-pedagógicos (PPP), de forma a incluir na formação inicial dos licenciados, disciplinas a respeito da educação especial e inclusiva (GARCIA, 2013; SILVA, 2018). No entanto, essas adaptações curriculares requerem tempo. Foi analisada a estrutura curricular dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas e Letras (língua portuguesa) de três universidades federais, a Universidade Federal do Pará (UFPA), a Universidade Federal do Ceará (UFC) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Essa pesquisa mostrou que os cursos de letras (2006) e de ciências biológicas (2006) da UFC e de ciências biológicas (2008) da UFMG, apresentam apenas uma disciplina voltada especificamente para a educação especial. Na UFPA, tanto o curso de letras (2006) quanto de ciências biológicas (2008), não oferecem disciplinas sobre o tema em foco, enquanto que o curso de letras (2017) da UFMG oferta duas disciplinas: ‘Libras’ e ‘Fundamentos de Educação Especial e Inclusiva’.

A prevalência do ensino de Língua Brasileira de Sinais é decorrente da promulgação do decreto n. 5.626 (BRASIL, 2005) que, ao mesmo tempo em que tornou obrigatório o ensino de LIBRAS nos cursos de formação de professores para o exercício do magistério em nível médio e superior e nos cursos de Pedagogia e de Fonoaudiologia, recomenda sua inclusão progressiva nas demais licenciaturas do ensino superior. A oferta de apenas essa disciplina, por ser obrigatória, demonstra o desinteresse das instituições de ensino em promover a capacitação dos professores para o atendimento de alunos com necessidades específicas. De acordo com Rodrigues (2012), cursos que oferecem apenas uma disciplina sobre a educação especial não formam professores capacitados, mas apenas transmitem algumas informações sobre o tema. As competências necessárias para atender a diversidade desse alunado requerem uma formação continuada e interdisciplinar ao longo do curso. Os estágios também são de extrema importância, pois “representam uma oportunidade de articulação entre a dimensão teórica e prática que são indispensáveis a formação docente” (LUDKE, 2009). De acordo com Silva (2018), é necessário inserir os graduandos para que futuramente eles saibam lidar com os desafios da educação inclusiva. Um estudo conduzido junto aos formandos do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da UFPA de 2017, apontou a insegurança dos futuros docentes em relação ao atendimento das PcD. Todos se disseram despreparados para assumir tal responsabilidade, apontando novamente à falta de subsídios das disciplinas pedagógicas e vivência com o alunado em foco (SILVA, 2018).

Frente a essa realidade, alguns professores buscam informações ‘por conta-própria’; que foi o caso de 64% dos professores entrevistados neste estudo, que disseram consultar livros (78%), a internet (43%) ou realizar cursos online (29%). Os termos procurados com mais frequência referem-se à identificação dos tipos de deficiência/transtornos globais de desenvolvimento e à preparação de material pedagógico especializado. Essa preocupação foi maior no grupo dos professores que atuam há menos de 10 anos, talvez em decorrência da maior mediatização da deficiência ocorrido nesses últimos anos que acabou sensibilizando mais o público jovem. Sem essas fontes de informações adicionais, os professores encontram dificuldades para atender alunos com desenvolvimento atípico, especialmente na ausência de monitores ou de professores do atendimento especializados, o que foi o caso para 47% dos professores entrevistados nesse estudo. O desenvolvimento de estratégias pedagógicas e materiais didáticos especializados representam um grande desafio para os professores. De acordo com a LDB (BRASIL, 1996):

Art. 59. Os sistemas de ensino assegurarão aos educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação:

I - currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades [...] (BRASIL, 1996)

Dos 42% dos professores que disseram não receber materiais pedagógicos adaptados, 70% fabricavam os seus. Sendo assim, mesmo amparados pela lei, como alternativa para suprir a escassez de material pedagógico nas escolas, os professores, em especial os recém formados, preparam o seu próprio material, de acordo com as especificidades de cada aluno. Segundo Stella e Massabni (2019):

“A falta de materiais educativos apropriados às escolas que possuem tais alunos em salas regulares, entre outros motivos, dificulta a efetivação da inclusão, na prática. Ainda que tenham sido elaborados, cabe aos professores apropriarem-se destes materiais em sua metodologia de ensino, ajustando-os aos processos de aprendizagem dos conteúdos escolares em sala de aula.”

A falta de infraestrutura adequada nas escolas (de acordo com 78% dos professores), de monitores (53%) e de material didático adaptado (43%), foram os principais motivos para 42% dos professores se posicionarem contra a LBI e obrigatoriedade de incluir PcD nas turmas regulares. Essa rejeição, no entanto, foi menor (30%) no grupo dos professores formados há menos de 10 anos. Vale ressaltar que, independentemente do tempo de atuação dos professores, 60% disseram que os PcD prejudicam a qualidade da aula, uma vez que esse alunado requerer muita atenção e atrasar o andamento da aula. A presença de PcD nas turmas não parece, no entanto, incomodar os outros alunos já que 90% dos professores disseram que eles não sofrem bullying e não são rejeitados. Cautela é necessária com a interpretação desses resultados, pois a percepção dos atos de bullying nem sempre é clara aos professores; o excesso de alunos que diminui o controle do professor em sala de aula, a falta de preparo para lidar com a inclusão de PcD, a percepção do bullying como sendo apenas uma brincadeira de criança, são fatores que podem enganar o julgamento do professor (LEÃO, 2010; MORAES e SILVA, 2012; DIAS, 2013). Assim, as medidas preventivas contra o bullying devem iniciar pela capacitação dos profissionais de educação, para que possam identificar, distinguir e diagnosticar o bullying, e conhecer as estratégias de intervenção e de prevenção. Um outro estudo conduzido por Gustavo e colaboradores (2017) em 21 escolas da região metropolitana de Belém, indicou presença de bullying em 25% das escolas; 4% afirmaram possuir, mas por parte dos professores e não de alunos, enquanto que 28% das escolas preferiram não se pronunciar. De acordo com Fante (2005), os portadores de necessidades físicas e especiais têm mais chances de se tornarem vítimas de bullying devido à falta de representação e ao menor repertório das competências sociais. A fim de lutar de uma forma mais efetiva contra a prática do bullying, a lei antibullying foi sancionada em 14 de maio de 2018 (BRASIL, 13.663/18), responsabilizando as escolas na promoção de medidas de conscientização, prevenção e combate a todos os tipos de violência nos estabelecimentos de ensino, promovendo a cultura da paz.

CONCLUSÃO

Esse estudo demonstra claramente que, apesar dos professores mais novos se demonstrarem mais favoráveis e engajados no processo de educação inclusiva, a presença de PcD em turmas regulares gera conflitos e não atendeu ainda às expectativas criadas com a promulgação da LBI. No entanto, negar esse direito a uma pessoa com necessidades educacionais especiais seria um retrocesso que levaria a uma forma de segregação do direito

de convívio com os demais alunos garantidos na Constituição, além de prejudicar o desenvolvimento dessas pessoas.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, S. **A percepção da comunidade escolar sobre a realidade das pessoas com deficiência intelectual ou múltipla**. 2016. 28f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação – Educação e Direitos Humanos) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina, 2016.
- BOND, L. **Governo deve publicar nova Política de Educação Especial**. Agência Brasil, São Paulo, 01 de dez. 2019. Disponível em: <<http://agenciabrasil.abc.com.br/educacao/noticia/2019-12/governo-deve-publicar-nova-politica-de-educacao-especial>>. Acesso em: 11 dez. 2019.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.
- BRASIL. Lei nº 13. 663, de 14 de maio de 2018. **Altera o art. 12 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, para incluir a promoção de medidas de conscientização, de prevenção e de combate a todos os tipos de violência e a promoção da cultura de paz entre as incumbências dos estabelecimentos de ensino**. Diário Oficial da União, Brasília, DF., 15 de maio de 2018. Seção I, p. 1.
- BRASIL. Lei n.13.005, de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF., 26 jun 2014.
- BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Estatuto da pessoa com deficiência: Lei brasileira de inclusão**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 127, 7 jul. 2015. Seção I, p. 2.
- BRASIL. MEC. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional: Lei n. 9.394/96**. Brasília, DF: MEC, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Portaria nº 1.793, de 27/12/94**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28/12/1994. Seção 1. p. 20767. Brasília, Imprensa Oficial, 1994.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução CNE/ CEB n.º 4, 2 de outubro de 2009. **Institui Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica**, modalidade Educação Especial. Diário Oficial da União, 5 de outubro de 2009.
- BRASIL. Decreto Federal n 5.626 de 22 de dezembro de 2005. **Regulamenta a Lei no 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei no 10.098, de 19 de dezembro de 2000**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva**. MEC; SEEP; 2008.
- DIAS, F. B. G. **Bullying na educação especial**. 2013. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Pedagogia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.
- FANTE, C. **Fenômeno bullying: como prevenir a violência nas escolas e educar para a paz**. 2. Ed. rev. ampl. Campinas, São Paulo: Verus Editora, 2005.
- FRAULOB, E. F. A. M.; BUYTENDORP, A. A. B. M. **O Atendimento Educacional Especializado para o deficiente intelectual em seu aspecto complementar: uma análise da legislação**. Diálogos Educ. R., v2, n.2,p.1-14. Campo Grande, MS. Novembro, 2011.
- GARCIA, R. M. C. **Política de educação na perspectiva inclusiva e a formação docente no Brasil**. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 18, n. 52, p. 101-119, 2013.
- GUSTAVO, K. S.; OLIVEIRA, J. V. F.; SARPEDONTI, V. **A cultura inclusiva: Entre Ciências e mitos**. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia, v. 11: p. 208-232, 2017.

- LEÃO, L. G. R. **O fenômeno bullying no ambiente escolar**. Revista FACEW. Vila Velha, Jan./Jun. 2010, n.4, p. 119-135.
- LUDKE, M. **Universidade, escola de educação básica e o problema do estágio na formação de professores**. Formação Docente, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 95-108, 2009.
- MORAES, M. A. B.; SILVA, L. C. A. **Bullying e inclusão escolar: A percepção de professores**. In: Seminário de Nacional de Educação especial, 5., 12f, Uberlândia, Minas Gerais, 2012.
- OLIVEIRA, W. M. **Uma abordagem sobre o papel do professor no processo ensino/aprendizagem**. Inesul, Londrina, p. 01 - 12, 30 jan. 2014.
- RODRIGUES, S. M. **Educação inclusiva e formação docente**. Diversa: educação inclusiva na prática. 012009, 2012.
- SANTOS, J. O.L dos. *et al.* **Atendimento Educacional Especializado: Reflexões sobre a demanda de alunos matriculados e a oferta de salas de recursos multifuncionais na rede municipal de Manaus-AM**. Rev. Bras. Ed. Esp., Marília, v.23, n.3, p.409-422, Jul.-Set., 2017.
- SILVA, A. P. M. da; ARRUDA, A. L. M. M. **O Papel do Professor Diante da Inclusão Escolar**. Revista Eletrônica Saberes da Educação – Volume 5 – nº 1 – 2014.
- SILVA, L. F. **A inclusão da pessoa com deficiência no mercado de trabalho: Desafios e Superações no Ambiente de Trabalho**. 2015. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso (Serviço Social) – Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2015.
- SILVA, L. G. **Formação de professores de Ciências Biológicas na perspectiva da educação inclusiva: Avaliação da formação inicial e contribuições de uma prática em educação especial**. 2018. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
- Stella, L. F.; Massabni, V. G. **Ensino de Ciências Biológicas: materiais didáticos para alunos com necessidades educativas especiais**. Ciênc. Educ., Bauru, v. 25, n. 2, p. 353-374, 2019.
- UFC. **Estrutura Curricular do Curso de Ciências Biológicas modalidade Licenciatura**. Fortaleza, 2006. Disponível em: <https://si3.ufc.br/sigaa/public/curso/curriculo.jsf?lc=pt_BR&id=657427>. Acesso: 08 fev. 2019.
- UFC. **Estrutura Curricular do Curso de Letras modalidade Licenciatura**. Fortaleza, 2006. Disponível em: <https://si3.ufc.br/sigaa/public/curso/curriculo.jsf?lc=pt_BR&id=657461> Acesso: 08 fev. 2019.
- UFMG. **Estrutura Curricular do Curso de Letras modalidade Licenciatura**. Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://grad.letras.ufmg.br/arquivos/Licenciatura_Projeto%20completo.pdf> .Acesso em: 19 nov. 2019.
- UFMG. **Estrutura Curricular do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas**. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://www.ufmg.br/ead/wp-content/uploads/MatrizesCursos/curriculo_biologia.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2019.
- UFPA. **Estrutura Curricular do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas**. Belém, 2008. Disponível em: <<http://www.biologia.ufpa.br/arquivos/DESENHO%20CURRICULAR%20%20LIC%202001%20DIURNO.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2019.
- UFPA. **Estrutura Curricular do Curso Licenciatura Plena em Letras**. Belém, 2006. Disponível em: <<https://sigaa.ufpa.br/sigaa/link/public/curso/curriculo/153258>>. Acesso: 19 nov. 2019.
- VIGOTSKI, L. S. **Fundamentos de defectologia**. Obras Escogidas V. Madri: Visor, 1997.

INCLUSÃO EDUCACIONAL: UMA REFLEXÃO FREIRIANA

Rita Ferreira da Silva¹
Eduardo Toshio Kobori²

RESUMO

O presente artigo tem como escopo trazer à luz algumas considerações frente ao processo de inclusão escolar de pessoas com deficiência na rede regular de ensino fundamental. Partimos do pressuposto de que nas últimas décadas o processo de inclusão educacional vem aumentando significativamente, possibilitando o rompimento de paradigmas sociais, como por exemplo, a ideia de que as pessoas com deficiência são incapazes de participar ativamente do contexto sociocultural. Sendo este rompimento paradigmático de suma importância para todos aqueles que lutam pela igualdade social e política das pessoas com deficiência, este trabalho buscou investigar o seguinte questionamento: Será que este processo de inclusão acadêmico das pessoas com deficiência está realmente sendo um procedimento inclusivo? Para tentarmos responder tal indagação, nos utilizamos da teoria de Paulo Freire, assim como das leis que garantem e protegem o processo de inclusão educacional brasileiro, a Lei Nº 9.394 de dezembro de 1996, a (LDB) *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira*, e a Lei Nº 13.146 de julho de 2015, LIB, *Lei Brasileira de Inclusão*. Tal reflexão tem como ponto de partida, explicitar um apontamento das leis citadas, como um aporte que vai ao encontro da teoria freiriana, em relação ao processo educacional de inclusão. Tais apontamentos descritos neste artigo visam contribuir para uma maior reflexão da inclusão na *práxis*. Nossa hipótese consiste no fato de que em muitos casos, os conceitos teóricos ainda estão distanciados da atuação escolar. Nosso intuito aqui, não é apontar apenas lacunas ou culpados para as possíveis falhas ainda vistas nos processos de inclusão, mas trazer à luz, pela teoria freiriana, que todos os estudantes, independente de serem pessoas com deficiência ou não, necessitam de um olhar integral para o seu processo educativo.

Palavras chaves: educação inclusiva; Paulo Freire; desenvolvimento integral.

EDUCATIONAL INCLUSION: A FREIRIAN REFLECTION

ABSTRACT

This article aims to bring to light some considerations regarding the process of school inclusion of people with disabilities in the regular elementary school. We assume that in the last decades the process of educational inclusion has been increasing significantly, allowing the breaking of social paradigms, such as the idea that people with disabilities are unable to actively participate in the socio-cultural context. As this paradigmatic disruption is of paramount importance to all those who struggle for the social and political equality of persons with disabilities, this paper sought to investigate the following question: Is this process of academic inclusion of persons with disabilities really being an inclusive procedure? To try to answer this question, we use Paulo Freire's theory, as well as the laws that guarantee and protect the process of Brazilian educational inclusion, Law No. 9,394 of December 1996, the (LDB) Law of Guidelines and Bases of Brazilian Education, and Law No. 13,146 of July 2015, LIB, Brazilian Inclusion Law. Such reflection has as a starting point, to make a note of the laws mentioned, as a contribution that meets the Freire's theory, in relation to the educational process of inclusion. These notes described in this article aim to contribute to a greater reflection of inclusion in praxis. Our hypothesis is that in many cases the theoretical concepts are still distanced from school performance. Our aim here is not only to point out gaps or culprits for the possible flaws still seen in the inclusion processes, but to bring to light, by Freire's theory, that all students, regardless of whether they are people with disabilities or not, need an integral look for your educational process.

Key-words: Inclusive education; Paulo Freire; integral development.

Recebido em 31 de março de 2020. Aprovado em 20 de abril de 2020.

¹ Graduação em Pedagogia pela Faculdade Paulista São José(2018), graduação em Psicologia pelo Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos(2011), especialização em Educação Especial Inclusiva pela Faculdade Corporativa Cespi(2014) e especialização em Psicopedagogia Clínica e Institucional pela Universidade Estadual do Norte do Paraná(2013). Atualmente é Professor da Aprove Cursos e Psicóloga e Equoterapeuta do Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais de Bernardino de Campos.

² Mestrado em Filosofia pela Universidade Federal de São Paulo (2017), Especialização em História, Arte e Cultura pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2015), Formação, Licenciatura e bacharelado em Psicologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2009). Atualmente é doutorando em Filosofia pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e professor do curso de Psicologia no Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos. E-mail: toshio_kobori@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

Na atualidade a educação vem sendo cada vez mais inserida no contexto da ideologia neoliberal, sendo vista como um objeto de comercialização, formando trabalhadores para suprir a mão de obra necessária para manter a roda da economia³ funcionando. Esta formação do capitalismo humano, que transforma o sujeito em um produto para ser “vendido” para o mercado de trabalho, em muitos casos, como uma mão de obra barata, não está preocupada com as necessidades integrais do desenvolvimento dos indivíduos. Mas sim com as competências necessárias que este sujeito deverá ter para se enquadrar no padrão socialmente esperado pelo sistema capitalista, como por exemplo, aceitar todas as imposições do chefe, dentro de uma empresa, sem questionamentos, visando apenas manter a sua vaga de emprego para não ficar sem renda.

Nesse sentido, pensar uma educação que vá de encontro a essa ideologia, que perceba o sujeito em sua totalidade, como um ser biopsicossocial, que atenda às necessidades da população excluída dos direitos básicos da existência humana e dos princípios da formação de sujeitos críticos, conscientes e construtores de sua história, ativos em seu contexto social, requer um aprofundamento sobre os fundamentos dessa educação. Direcionando assim a sua prática como uma forma libertadora, visando atender as necessidades do povo, a partir da sua realidade.

Para falarmos sobre a educação como um ato de coragem, que permite a transformação da realidade do homem, se faz necessário pontuar Paulo Freire, sobre a prática libertadora. Justamente por entender que as minorias, mais conhecidas como as classes populares, são detentoras de um saber não valorizado socialmente, sendo estas excluídas do conhecimento historicamente acumulado, Paulo Freire aponta a importância de se construir uma educação a partir do conhecimento prévio destes sujeitos, ou seja, do conhecimento popular. Assim como explicita Paulo Freire em sua obra *Pedagogia do Oprimido* os homens devem ser aptos a realizarem uma leitura da realidade, para desenvolverem habilidades que sejam pertinentes ao seu modo de vida e a sua cultura. A ótica do oprimido⁴ deve ultrapassar as fronteiras daquilo que já lhe foi pré-determinado socialmente, através da aprendizagem formal, e se construir nas relações históricas e sociais. Não obstante, o oprimido deve sair desta condição de oprimido imposta pelos opressores, e construir sua própria história, modificando não apenas a sua vida, mas o meio social ao qual ele pertence (PAULO FREIRE, 2014).

Sendo assim, quando falamos em educação especial inclusiva, este tema converge com o olhar freiriano, pois as pessoas com deficiência são minoria na nossa sociedade, e justamente por este fato, na maioria dos casos, por pertencerem a grupos sociais populares, acabam sendo deixados à margem da sociedade e dos pensamentos reflexivos em educação.

Desta forma, buscaremos entrelaçar o olhar freiriano com a educação especializada inclusiva brasileira, visando assim compreender o lugar que a educação especial inclusiva

³ A roda do capitalismo, ou também conhecida como roda da economia, refere-se ao fato do homem vender sua mão de obra para as empresas em troca de um salário (dinheiro). Este dinheiro foi adquirido pelo trabalho para comprarmos bens de consumo, que foram produzidos por indústrias ou empresas. Ou seja, o dinheiro que ganhamos trabalhando, retorna para as grandes empresas em forma de lucro, quando compramos os seus produtos. Esta é a dinâmica do capitalismo (SICSÚ; CASTELAR, 2009).

⁴ Para o autor Paulo Freire (2011), os oprimidos são todos aqueles que têm sua cultura, seus valores, sua subjetividade, seu conhecimento sociocultural e sociohistórico desvalorizado pela sociedade capitalista. O estudioso pontua que vivemos numa sociedade dividida em classes, sendo que os privilégios de uns, impedem que a maioria, usufrua dos bens produzidos e, coloca como um desses bens produzidos e necessários para concretizar a vocação humana do ser mais, a educação, da qual é excluída grande parte da população do Terceiro Mundo. Desta forma para ele, existe dois tipos de pedagogia: a pedagogia dos dominantes, onde a educação existe como uma prática de dominação e a pedagogia do oprimido, que precisa ser realizada, na qual a educação surgiria como prática da liberdade.

ocupa no Brasil, bem como refletir qual o papel da educação para as pessoas com deficiência para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

Educação: o olhar de Paulo Freire.

Para problematizarmos a educação brasileira, assim como já pontuado no item introdução, nos apoiaremos na obra *Pedagogia do Oprimido* do autor Paulo Freire. Segundo o estudioso, a aprendizagem é um processo pertencente à sociedade, desde o início de sua construção civilizatória. Isto, pois todas as relações interpessoais são permeadas por trocas de experiências, ou seja, ensino e aprendizagem. Contudo, a instituição escolar foi eleita socialmente como o lugar para o ensino da aprendizagem formal: leitura e escrita.

Na sociedade atual, esta aprendizagem formal⁵, se sobrepõe a outras formas de saber, o que acaba desvalorizando o conhecimento sociocultural prévio que o aluno já possui quando ingressa na escola, como por exemplo: cultivo de terra para a produção, crenças e hábitos culturais. O movimento educacional de imposição de conteúdos pedagógicos pré-estabelecidos como legítimos, ao desvalorizar o conhecimento cultural do aluno, reafirma o seu lugar de oprimido dentro da sociedade elitista, transformando-o em um sujeito acrítico e reafirmando o seu lugar de impotência em uma realidade social injusta. Por consequência, o movimento educativo torna-se uma pedagogia do oprimido, através da concepção bancária⁶ da educação. Isto ocorre, de acordo com o autor supracitado, pois coloca o mestre na posição daquele que tudo sabe, e o aluno na posição daquele que não sabe nada, promovendo uma prática educacional de imposição de conteúdos. Conteúdos estes massificados, tidos como verdades absolutas, que devem ser repetidas sem uma reflexão crítica por parte do educando. Desta forma, esta concepção educacional que percebe o aluno como um “depósito” de informações, limita e oprime professor e aluno, no processo de ensino e aprendizagem, gerando falta de criatividade e crítica, assim como ausência de transformação e reinvenção social e política (2011).

Paulo Freire, na contramão destas ideias, propõe uma prática pedagógica libertadora⁷, que quebre a alienação do sujeito, levando-o a pensar sobre seu contexto social, através da aprendizagem. Para promover esta libertação do sujeito a educação deve despertar a conscientização e autonomia dos educandos, capacitando o aluno como um sujeito crítico e com opinião própria, capaz de realizar ações transformadoras no universo em que vive.

Não obstante, para que esta prática pedagógica ocorra, o pensador brasileiro, explicita que a educação só pode ser uma educação libertadora se for uma educação integral do ser humano, que contemple a sua totalidade e não apenas a aprendizagem formal. Neste sentido, assim como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), em seu relatório intitulado *Educação um tesouro a descobrir*, Paulo Freire propõe uma educação embasada no pensamento de coletividade, por meio dos quatro pilares

⁵ A aprendizagem formal, ao que se refere o ensino básico brasileiro, está ligada a aquisição das habilidades de leitura, escrita e cálculo.

⁶ A educação bancária é o ato de transmitir, de passar, de expor o conteúdo programático escolar aos educandos, esperando que estes “decorem” aquilo que lhe esta sendo dito, sem a realizarem uma reflexão frente ao conteúdo narrado. Assim como diz, Freire em sua obra *A pedagogia do Oprimido*: “Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo [...]” (FREIRE, 2011, p. 81). Desta forma, o autor pontua que a educação bancária é apenas a prática de “depositar” ou de “encher” o aluno com um conhecimento que se acredita ser fidedigno, sem realmente realizar uma atividade educativa.

⁷ Na obra *Pedagogia do Oprimido*, o pensador da educação Paulo Freire, aponta-nos que o ensino e a aprendizagem, através da pedagogia, devem ser uma prática libertadora, ou seja, educador e educando devem pensar juntos sobre as práticas e os conteúdos teóricos que estão ali sendo transmitidos. Os alunos devem ser chamados a conhecer o conteúdo, e refletir sobre este, e não apenas memorizar o que lhe está sendo dito: “[...] a educação problematizadora, de caráter autenticamente reflexivo, implica um constante ato de desvelamento da realidade” (2011, p. 97).

fundamentais para a educação do futuro: aprender a conhecer, aprender a conviver, aprender a fazer, aprender a ser.

O conceito desta educação firma-se na importância de considerar o aluno como ser integral, afirmando que estes quatro pilares são fundamentais para a transmissão da educação e da comunicação adaptadas a sociedade. O primeiro pilar, aprender a conhecer, refere-se à aquisição da aprendizagem escolar como um instrumento de conhecimento. Este conhecimento está vinculado ao aspecto do raciocínio lógico, da capacidade de compreensão, do pensamento dedutivo e da memória. Neste pilar o importante não é apenas levar o conhecimento acadêmico para os estudantes, mas despertar nestes o desejo em aprender e motivá-los a desenvolver suas habilidades.

Já o segundo pilar, aprender a conviver, refere-se ao domínio da aprendizagem de valores, ou seja, atua no campo das atitudes das relações sociais e culturais, envolvendo a conscientização contra o preconceito de qualquer espécie e as rivalidades diárias que se apresentam no desafio de viver em ambientes compartilhados.

Não obstante, o terceiro pilar da educação para o futuro, de acordo com a teoria freireana, refere-se ao aprender a fazer, que confere ao estudante uma formação verdadeiramente aplicada na prática do seu cotidiano. Em outras palavras, é ir além do conhecimento teórico e entrar no setor prático. Aprender a fazer faz com que o ser humano passe a saber lidar com situações recorrentes no seu ambiente social, cultural e futuramente de trabalho, estando assim preparado verdadeiramente para modificar a realidade ao seu redor. Este pilar é essencial para auxiliar o aluno na formação da sua opinião e para que ele (re)descubra o mundo que está ao seu redor.

O último pilar, mas não menos importante que os demais, tratamos do aprender a ser, este último pilar é co-dependente dos outros três, pois se trata do desenvolvimento da autonomia, da criatividade, da subjetividade construindo nos estudantes o sentido ético e estético perante a sua própria aprendizagem e na sociedade em que vive. Este pilar visa desenvolver junto ao aluno o senso de responsabilidade, não apenas por si, mas por tudo aquilo que o cerca.

Todavia, o escritor Paulo Freire, vai além dos apontamentos da UNESCO e acrescenta o quinto pilar: aprender por que. O aprender por que, que nada mais é do que o aluno saber o porquê ele está aprendendo aquele determinado conteúdo curricular, e para que ele será importante no seu desenvolvimento integral. O aprender por que, juntamente com os demais pilares citados, permitirá que o indivíduo coloque em prática a sua curiosidade e seu pensamento crítico, realizando uma reflexão para a transformação do mundo que está ao seu redor, e se colocando como pessoa ativa no ambiente em que vive (2011).

Ser curioso, questionador e mais do que isto, estar ávido para modificar a realidade. Para Paulo Freire, esta seria uma aprendizagem autêntica, que leva o aluno a pensar na finalidade do aprender. Nas palavras do educador:

A educação autêntica, repetamos, não se faz de A para B, ou de A sobre B, mas de A com B, mediatizados pelo mundo. Mundo que impressiona e desafia a uns e a outros, originando visões ou pontos de vista sobre ele. Visões impregnadas de anseios, de dúvidas, de esperança ou desesperanças que implicam temas significativos, à base dos quais se constituirá o conteúdo programático da educação (Freire, 2011, p.116)

Esta é a ideia da pedagogia como uma prática libertadora. Uma pedagogia que está em constante construção, que coloca o sujeito como protagonista da sua vida, que consegue refletir e realizar ações transformadoras em prol de mudanças para a sua vida e para o bem comum. Quando a educação consegue realizar este papel, a pedagogia deixa de ser do oprimido e passa

a ser uma pedagogia dos homens, permitindo um processo integral de desenvolvimento do sujeito e promotora de transformação social, educacional e política.

Educação inclusiva

Iniciamos a nossa reflexão a respeito da educação especial inclusiva, explicitando alguns pontos da Lei Nº 9.394 de dezembro de 1996, a (LDB) *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira*, e da Lei Nº 13.146 de julho de 2015, LIB, *Lei Brasileira de Inclusão*. A LDB, *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira* (1996), mais precisamente no capítulo V, sendo este composto pelos artigos 58 ao 60, legitima que a educação especial é uma modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino⁸, para alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento⁹ e altas habilidades¹⁰. Sendo garantida desde o ensino infantil até o ensino superior, com apoio de metodologias, técnicas e recursos materiais e humanos que se façam necessários para atender o aluno dentro de suas necessidades específicas. Entre estes recursos, está a garantia em ter um professor com especialização adequada para o seu atendimento singular, visando assim, que a pessoa com deficiência tenha efetiva integração educacional, social e interpessoal, explorando suas habilidades e capacidades. Assim como explicitado na forma da lei, mais precisamente no Artigo 59 da *LDB* (1996):

Art. 59. Os sistemas de ensino assegurarão aos educandos com necessidades especiais:

I - Currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades;

II - Terminalidade específica para aqueles que não puderem atingir o nível exigido para a conclusão do ensino fundamental, em virtude de suas deficiências, e aceleração para concluir em menor tempo o programa escolar para os superdotados;

III - professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns;

IV - educação especial para o trabalho, visando a sua efetiva integração na vida em sociedade, inclusive condições adequadas para os que não revelarem capacidade de inserção no trabalho competitivo, mediante articulação com os órgãos oficiais afins, bem como para aqueles que apresentam uma habilidade superior nas áreas artística, intelectual ou psicomotora;

V - Acesso igualitário aos benefícios dos programas sociais suplementares disponíveis para o respectivo nível do ensino regular.

⁸ De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira, entende-se por rede regular de ensino, a escola de educação básica, ou seja, escolas públicas ou privadas que prestam atendimento educacional para crianças e adolescente, e que realizam o processo de inclusão escolar de pessoas com deficiência.

⁹ Assim como descreve a *Classificação de Transtornos Mentais e de Comportamento* da CID – 10 (1993), o transtorno global do desenvolvimento, é um grupo de transtornos caracterizados principalmente por anormalidades nas esferas de interação social e comunicação, com aparecimento de comportamentos estereotipados e repetitivos. As pessoas acometidas por este transtorno, também podem deparar variados graus de comprometimento cognitivo, mas esta comorbidade não é condição para tal diagnóstico.

¹⁰ A altas habilidades ou a superdotação segundo o artigo 5º, parágrafo III, da Resolução CNE/CEB Nº 2, de 2001, que instituiu as Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica educandos com altas habilidades/superdotação são aqueles que apresentam grande facilidade de aprendizagem, levando-os a dominar rapidamente conceitos, procedimentos e atitudes. Como consequência, estes alunos apresentam condições de aprofundar e enriquecer conteúdos escolares, necessitando de ambiente educacional adequado e adaptado as suas habilidades, assim como acompanhamento de professores devidamente capacitados.

Já a LBI Lei Brasileira de Inclusão (2015), é parte integrada do Estatuto da Pessoa com Deficiência. Esta lei visa à garantia integral dos direitos das pessoas com deficiência, sendo composta por 127 artigos, subdividida em II livros, com seus capítulos e títulos. Referente ao tema que estamos abordando, a educação inclusiva, nos atemos ao Livro I, Título II, Capítulo IV, *Do Direito a Educação*, sendo composto pelos artigos 27 ao 30. Nestes artigos, encontramos apontamentos similares aos citados na LDB, afirmando que a educação é um direito da pessoa com deficiência em todas as camadas educacionais, ensino infantil, fundamental, médio, técnico e superior, sendo um dever do Estado e da sociedade brasileira promover esta inserção da pessoa com deficiência nestas esferas educativas, com o apoio técnico e científico necessários para o seu desenvolvimento e ampliação dos seus conhecimentos. Tais artigos, também garantem o atendimento preferencial da pessoa com deficiência dentro dos ambientes escolares, assim como a disponibilidade das instituições de ensino para fornecer formulários e materiais adaptados para exames, provas e estudos acadêmicos, dentro das especificidades de cada indivíduo, como por exemplo, exames impressos em braile, ou maior tempo para a execução de uma determinada tarefa ou avaliação com tempo pré-determinado para terminar. Assim como descrito no artigo 27 da respectiva lei:

Art. 27. A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem. Parágrafo único. É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação.

Mediante as diretrizes apontadas pela Lei Nº 9.394 à LDB, e a Lei Nº 13.146 à LBI, ao que se refere à educação inclusiva na rede regular de ensino, podemos pontuar, que ambas visam garantir um atendimento educacional de excelência para as pessoas com deficiência, levando sempre em consideração a singularidade de cada indivíduo, mesmo que para isto se faça necessário uma avaliação e acompanhamento multidisciplinar¹¹. Perante tais leis, o sistema educacional inclusivo está garantido e amparado legalmente, onde a ideia fundamental de igualdade e equidade dos cidadãos brasileiros estão garantidas.

Na atualidade, quando olhamos para as escolas de ensino infantil, fundamental, médio e superior é possível notar que a prática de inclusão educacional das pessoas com deficiência está ocorrendo com maior incidência do que em décadas anteriores a esta. De acordo com Vera Maria Candau (2008), no ensaio *Interculturalidade e educação escolar*, tal fato pode ocorrer devido a uma reflexão social realizada na educação brasileira. Reflexão esta que permitiu a afirmação de uma perspectiva intercultural no ambiente escolar, onde as relações sociais, culturais e individuais começaram a perpassar o ambiente escolar. A escolar deixou de ser um espaço monocultural¹² e passou a ser multicultural¹³, ou seja, este ambiente escolar, antes destinado apenas para um seletivo grupo de pessoas, hoje é ofertado para todos os cidadãos brasileiros.

¹¹ A equipe multidisciplinar é constituída por profissionais formados e devidamente capacitados em áreas diferentes, e que prestam seus serviços para um determinado público em específico. Por exemplo, uma equipe multidisciplinar de âmbito educacional pode ser composta por: psicóloga, pedagoga, enfermeira, assistente social, fisioterapeuta, terapeuta ocupacional, fonoaudióloga, entre outros profissionais que se façam necessários.

¹² Terminologia que explicita a valorização de uma homogeneidade cultural e social. Ou seja, onde todos possuem igual natureza ou apresentam semelhanças significativas dentro de um contexto sociocultural.

¹³ Proveniente ou composto por várias culturas.

Entretanto, apesar da inclusão ser uma prática cada vez mais realizada e aceita pela sociedade brasileira, muitas vezes os métodos de inclusão acabam distanciando-se destes ideais apontados pela lei. Em alguns casos torna-se evidente a insatisfação dos envolvidos em um processo de inclusão criança/adolescente, jovem, adultos, pais, familiares e profissionais da educação que esperavam por um atendimento especializado e individualizado para as pessoas com deficiência.

Concentrando o nosso olhar para o ensino básico, assim como relata Arruda e Almeida (2014) na *Cartilha da inclusão escolar*, os motivos deste distanciamento do processo inclusivo com a lei da inclusão podem ser ocasionados por fatores variados como: profissionais despreparados para o atendimento especializado, gestores que se sentem desamparados de recursos e metodologias ativas para o atendimento da demanda, falta de recursos materiais, falta de recursos humanos, ausência de equipe multidisciplinar na rede regular (assistente sociais, psicólogos, fonoaudiólogos, terapeutas ocupacionais), entre outros aspectos. Assim quando falamos de educação inclusiva já encontramos logo de início uma dualidade: primeiramente, as leis e os princípios da inclusão que garantem os direitos das pessoas com deficiência, e em segundo lugar as tensões que ocorrem no ambiente escolar com o processo de inclusão na prática.

Na primeira, ao que se refere às leis que garantem o atendimento integral e singular das pessoas com deficiência e altas habilidades, é possível constatar que esta minoria populacional, encontra seus direitos garantidos pela legislação vigente. A partir desta garantia da inclusão na rede regular de ensino, a inclusão, vem sendo cada vez mais estudada nas últimas décadas, o que auxilia na quebra de paradigmas sociais, frente ao processo de inserção das pessoas com deficiência na sociedade. Esta busca por uma ampliação dos olhares pedagógicos frente o processo de inclusão, nos mostra que a sociedade acadêmica está assumindo a sua responsabilidade social em auxiliar nesta efetivação da lei, pois a lei só conseguirá ser cumprida de modo eficaz se no ambiente escolar houver recursos teóricos, práticos e metodológicos de como realizar este ensino com igualdade e equidade.

Já na segunda, quando nos referimos às tensões que ocorrem no ambiente escolar com o processo de inclusão, de acordo com Arruda e Almeida (2014), este processo deve ser capaz de atender a todos, indistintamente, incorporando as diferenças no contexto escolar, ou seja, transformando o cotidiano escolar em um ambiente inclusivo, propiciando novas formas educacionais que favoreçam o desenvolvimento integral da pessoa com deficiência e quebrando paradigmas sócio históricos de séculos (ARRUDA; ALMEIDA, 2014). Para que esta inclusão ocorra de modo efetivo, os professores e demais colaboradores educacionais devem ser devidamente capacitados dentro do que tange os aspectos do atendimento educacional especializado, passando por constante processo de formação e educação continuada para a execução desta proposta de lei. Assim como as instituições de ensino devem ser adaptadas para este público. No entanto, mediante a tamanha complexidade, para efetivação “real” o processo de inclusão na prática, nos deparamos ainda, no final da segunda década do século XXI, com frequentes segregações das pessoas com deficiências no ambiente educacional, principalmente quando falamos de atividades extraescolares e na adaptação dos recursos materiais para o uso da pessoa com deficiência.

Outrossim, é importante pontuar, que muitos profissionais da área da educação, mais precisamente aqueles que estão a frente do processo de inclusão escolar, realizam ações e parcerias profissionais frutíferas, buscando sempre o êxito do trabalho inclusivo. Mas, assim como reafirma Arruda e Almeida (2014), ainda existem muitas barreiras a serem quebradas frente ao processo de inclusão, como, por exemplo, uma barreira que vai além da escola, uma barreira atitudinal e social, que é a rotulação da criança ou adolescente incluído. Estes rótulos, adjetivos ou nomes vinculados sempre à deficiência do educando, reafirmam o preconceito que este sofre no contexto sócio histórico brasileiro.

Portanto, a proposta de uma educação inclusiva coloca-nos frente a estes conflitos aqui expostos: as leis, versus a prática inclusiva. Para que este grande desafio possa ser enfrentado e vencido, salientamos a necessidade de uma mudança comportamental, social e histórica, que vá além das páginas das leis e seja efetuada nas brechas sociais. Como nos diz Paulo Freire no livro *Educação como prática da liberdade*, a pluralidade do homem é um desafio para ser superado a cada dia, no contexto educacional. As relações humanas transformam-se, modificam-se e influenciam umas as outras, de maneira unidimensional, dando sentido para cada vivência e promovendo consequências. Desta forma, visto que o ambiente escolar, muitas vezes é o primeiro ambiente social e compartilhado no qual a criança é inserida, esta transformação escolar deve ser iniciada pela formação e educação continuada dos professores, que são o verdadeiro pilar para a construção da inclusão escolar. Esta formação pode ser considerada condição *sine qua non* para a fundamentação de uma educação inclusiva de qualidade.

A teoria freiriana e a educação inclusiva

Diante da sucinta exposição aqui realizada sobre o olhar educacional de Paulo Freire e a educação inclusiva, pode-se inferir que as reflexões pontuadas pelo autor em sua obra *Pedagogia do Oprimido* e *Educação como prática da liberdade*, trazem a luz um embasamento educacional dialético e político que antecede o movimento nacional de inclusão brasileira, visto que muito antes da homologação das leis LDB e LBI, Freire já pontuava a necessidade de se considerar o aluno como ser integral, biopsicossocial, que adentra ao ambiente escolar com necessidades únicas e conhecimentos previamente adquiridos.

Frente a este fato, é possível levantar a hipótese que Paulo Freire nos apresenta por meio de sua teoria educacional uma reflexão inicial sob a educação inclusiva, pois ele vai de encontro à homogeneização dos educandos através de práticas educativas tradicionais. O estudioso aponta como alternativa pedagógica para se trabalhar com os alunos de acordo com suas singularidades a prática libertadora por meio da educação dialógica. Esta atuação educacional consiste em construir o conhecimento pedagógico juntamente com os alunos, por meio do diálogo, do pensamento crítico frente ao mundo e das trocas de experiências. Tal procedimento pode ser considerado mais significativo para o aprendente do que um ensino depositário (Freire, 2011). Pois assim como nos diz o autor no livro *Pedagogia da autonomia*, (1996, p. 29):

Se discrimino o menino ou a menina pobre, a menina ou o menino negro, o menino índio, a menina rica; se discrimino a mulher, a camponesa, a operária, não posso evidentemente escutá-las e se não as escuto, não posso falar com eles, mas a eles, de cima para baixo. Sobretudo, me proíbo entendê-los. Se me sinto superior ao diferente, não importa quem seja, recuso-me escutá-lo ou escutá-la. O diferente não é o outro a merecer respeito, é um isto ou aquilo, de tratável ou desprezível.

Assim, Paulo Freire defende uma educação para todos, sem discriminações de qualquer natureza, ou seja, uma educação inclusiva, que realize um processo de inclusão educacional com todos os alunos, e que não fique apenas voltado para as pessoas com deficiência, pois aqueles que não têm uma deficiência, ainda têm suas próprias necessidades e singularidades, que também devem ser consideradas durante o processo educativo. Reiteramos que o nosso intuito ao realizar esta reflexão não é colocar a aprendizagem formal em uma posição de menor valia, mas sim, sugerir um pensamento que nos leve a considerar que o processo de inclusão do aluno com necessidades especiais na rede regular de ensino deve ir além de um pensamento formal, e tornar-se um ato criador de novas formas de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, de acordo com o olhar freiriano, quanto mais consciência tomamos que os seres humanos são singulares, mais abertos estamos para fazer parte do processo de transformação educacional e social, não apenas para as pessoas com deficiência, mas de todos os alunos que deparam especificidades em seu processo de desenvolvimento, ou seja, todas as minorias. Esta compreensão do universo educacional em sua prática real adentra causas mais profundas da desigualdade social como um todo, e, por conhecê-las, tende a comprometer-se com a realidade, sinalizando o tipo de sociedade e de mundo que se acha comprometido a construir. Assim, os oprimidos (as minorias) vão desvelando o mundo da opressão e vão comprometendo-se, na *práxis*, com a sua transformação. Talvez este pensamento proposto por Freire possa ser considerado utópico, pelo fato de propor um reinvenção da educação, ou melhor, uma educação específica para cada aluno, sobre os princípios da democracia, integralidade e equidade que não se restringem ao direito de alguns em contrapartida à exclusão de outros; ao contrário, deve ser desenvolvida pela construção de uma nova conjuntura sócio-político-cultural, na qual todos os educandos possam desenvolver seu processo educativo juntos, na mesma escola, permeados pela igualdade de oportunidades e pelo direito de acesso e permanência com sucesso a uma educação de qualidade para todos independentemente de suas características pessoais, onde não caibam mais discriminações ou preconceitos aos educandos especificamente com condições físicas, mentais ou sensoriais diferentes dos demais alunos.

CONCLUSÃO

Tomando por base o pensamento freiriano, aqui brevemente comentado, podemos tecer algumas considerações finais a respeito do processo de inclusão da pessoa com deficiência na rede regular de ensino.

Sabemos da importância do processo de inclusão de estudantes com deficiência na rede regular de ensino, não apenas para que eles possam usufruir do seu direito educacional, mas para que todos os alunos ali presentes possam aprender a conviver com as pluralidades da vida humana, sem nenhuma distinção. Aprender a conviver com as pluralidades culturais, subjetivas e motoras não é uma tarefa fácil. Pois para isso temos que descobrir que diferentemente do que nos é ensinado, existem várias formas de aprender e ensinar, várias formas de fazer a mesma coisa da maneira correta, e que padrões preestabelecidos não são necessariamente obrigatórios.

Incluir verdadeiramente a pessoa com deficiência no ambiente escolar é ajudá-la a desenvolver suas potencialidades e permitir que ela torne-se capaz de ser atuante em seu meio social, independente de suas limitações. Aqui nesta discussão, percebemos que para o educador o processo efetivo da inclusão é um grande desafio, devido às dificuldades institucionais, falta de recursos materiais, humanos e teóricos aos quais os profissionais enfrentam. Inserir um aluno com deficiência em sala de aula, sem realizar um processo adequado de participação deste novo membro grupal, não é inclusão, é apenas inserção. A pessoa está no ambiente escolar, mas ela não é atuante e participante integral das atividades realizadas.

Para que o processo de inclusão ocorra de modo satisfatório, além da *práxis* previamente estruturada, é necessário que o ambiente acadêmico quebre paradigmas sócios históricos que envolvem as pessoas com deficiência, como por exemplo, a carga social de que são incapazes de conviver e aprender em coletividade. Sabemos que na atualidade, após muitos esforços dos defensores da igualdade social e de pesquisas acadêmicas frente a este tema, várias barreiras têm sido derrubadas, não só nas escolares, mas na sociedade como um todo. Esta mudança simbólica tem ocorrido devido à multiplicação de informações fidedignas que estão sendo passadas pelos mais diversos meios de comunicação. A informação e o conhecimento acadêmico (pesquisas) sobre a deficiência, sem estereótipos previamente colocados, é que permite a quebra de barreiras sociais já construídas, para a formação de novos conceitos e oportunidades, para aqueles que sempre estiveram à margem social, simplesmente por serem diferentes.

É inegável que ainda temos um longo caminho social, cultural e acadêmico pela frente, para a inclusão das pessoas com deficiência sem nenhum tipo de preconceito e exclusão. Porém, podemos perceber que muitos passos já foram dados, apenas observando quantas crianças com algum tipo de deficiências já estão frequentando salas com apoio adequado; quantos jovens Pcds estão inseridos nas faculdades, universidade ou no mercado de trabalho, provando que são estudantes e profissionais excelentes tanto quanto uma pessoa sem deficiência, é somente com a multiplicação destas ações que vamos conseguir realmente uma sociedade inter e extra-muros escolares mais inclusiva.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA. M. A.; ALMEIDA. M. **Cartilha da inclusão escolar**: Baseada em evidências científicas. < http://feapaesp.org.br/material_download/138_cartilha_inclusao_escolar.pdf > 2014. Acesso em: 09 out 2018.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília : MEC, 1996.
- BRASIL. Ministério Público dos Estados. **LBI Lei Brasileira de Inclusão– Lei nº 13.146/15**. Estatuto da pessoa com deficiência, 2015.
- CANDAU. V. M. **Reinventar a escola**. 6 ed. Petrópolis RJ: Vozes,2008.
- Comunidade Aprender Criança. **Cartilha da Inclusão Escolar**: inclusão baseada em evidências científicas. Ed. Instituto Glia, 2014.
- DELORS, J. **Educação um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez Editora, 2010.
- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 14 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 5ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Classificação de transtornos mentais e de comportamento da CID-10**. Porto Alegre: Artmed, 1993.
- Secretaria do Estado da Educação do Distrito Federal. **Orientação pedagógica educação especial**. Brasília, 2010.
- SICSÚ. J.; CASTELAR.A. **Sociedade e economia**: estratégias de crescimento e desenvolvimento. Brasília: Ipea, 2009.

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA NO DIMENSIONAMENTO DE EDIFÍCIOS MULTIPAVIMENTOS EM CONCRETO ARMADO

Roger Otávio Pires Montes¹
Dayana Silva Moreira Gontijo²

RESUMO

Durante a elaboração de projetos estruturais e de fundações, por meio do método convencional, supõe-se que o conjunto de elementos de fundação seja capaz de garantir a indeslocabilidade da base dos pilares. Dessa forma, em geral o papel das fundações acaba sendo negligenciado na avaliação do comportamento estrutural. A análise da interação solo-estrutura (ISE) surge, então, como uma alternativa que visa integrar a superestrutura, fundações e solo em um único sistema, de maneira que seja possível verificar os efeitos ocasionados pela interação dos edifícios com o maciço de solos sobre o qual são construídos. O presente trabalho, portanto, tem por objetivo analisar a influência da consideração da ISE no dimensionamento da superestrutura, em comparação ao método convencional de dimensionamento estrutural, por meio do emprego do Sistema de Interação Solo-Estrutura (SISEs) desenvolvido pela TQS Informática ®. A partir dos resultados obtidos, percebe-se que há alterações no fluxo de cargas, ocasionando redistribuição dos esforços atuantes nos pilares. Além disso, nota-se que as condições de estabilidade global são alteradas, havendo aumentos nos valores do coeficiente γ_z e dos deslocamentos laterais dos edifícios após a consideração da ISE. Por fim, percebe-se, ainda, que os efeitos da ISE são diferentes para os dois tipos de fundação (blocos sobre estacas e sapatas) avaliados neste estudo.

Palavras-chave: interação solo-estrutura. Fundações. Redistribuição de esforços. TQS. SISEs.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF SOIL-STRUCTURE INTERACTION ON THE SIZING OF MULTI-FLOOR BUILDINGS IN REINFORCED CONCRETE

ABSTRACT

During the elaboration of structural and foundation designs by the conventional method, it is assumed that the set of foundation elements is capable of guaranteeing the non-dislocability of the base of the pillars. Thus, in general, the role of foundations is disregarded in the assessment of structural behavior. The soil-structure interaction (SSI) analysis, then, appears as an alternative that aims to integrate the superstructure, foundations and soil in a single system, so that it is possible to verify the effects caused by the interaction of buildings with the soil on which are built. Therefore, this paper aims to analyze the influence of the SSI consideration on superstructure sizing, compared to the conventional method of structural sizing, through the use of the Soil-Structure Interaction System (SSIS) developed by TQS Informática ®. From the results obtained, it can be seen that there are changes in the flow of loads, causing redistribution of efforts acting on the pillars. In addition, it is noted that the global stability conditions are changed, with increases in the values of the coefficient γ_z and the lateral displacements of buildings after the SSI consideration. Finally, it is also noticed that the effects of SSI are different for the two foundation types (pile foundation and isolated footing) evaluated in this study.

Keywords: soil-structure interaction. Foundations. Redistribution of efforts. TQS. SSIS.

Recebido em 02 de abril de 2020. Aprovado em 24 de abril de 2020.

¹ Engenheiro Civil, Mestrado em Estruturas pela UFG – Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Uruaçu. E-mail: rogerotaviopm@gmail.com

² Graduada em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Uruaçu. E-mail: dayanasmgontijo@gmail.com

INTRODUÇÃO

Por atuarem na sustentação da superestrutura, as fundações devem receber a devida atenção, sendo seu controle uma das tarefas mais pertinentes quando se trata da estabilidade estrutural de uma construção. Porém, em geral o papel das fundações acaba sendo negligenciado na avaliação do comportamento estrutural, ocorrendo uma dissociação entre super e infraestrutura.

Geralmente, na análise estrutural, pressupõe-se que os pilares estão engastados em sua base (solo), admitindo-se a hipótese de apoios rígidos indeslocáveis (GUSMÃO, 1990). Com isso, são geradas reações que são utilizadas pelo projetista de fundações no dimensionamento e verificação dos elementos de fundação.

No entanto, a consideração de apoios rígidos indeslocáveis é apenas uma idealização, já que em condições reais as estruturas estão suscetíveis a deslocamentos, em decorrência de deformações sofridas pelo solo. Sendo assim, nem sempre é possível retratar fielmente as transferências de esforços, uma vez que os deslocamentos da estrutura podem provocar modificações nos esforços inicialmente calculados (VELLOSO; LOPES, 2010).

Diante disso, a análise da interação solo-estrutura (ISE) surge com uma alternativa que visa à representação de todo o conjunto solo-fundação-estrutura como um sistema único (POULOS, 1975). Desse modo, torna-se possível quantificar de forma mais segura os deslocamentos reais da fundação e estrutura, além dos esforços internos associados (VELLOSO; LOPES, 2010).

A otimização dos procedimentos de cálculo estrutural, pela consideração da ISE, visa estimar com maior precisão os esforços atuantes sobre os elementos estruturais e de fundação. Como afirma Aoki (1997), o procedimento convencional reduz a consideração da ISE à adoção de valores admissíveis de recalques, baseados na experiência em outras obras semelhantes. Porém, em geral não há uma avaliação de como tais deslocamentos, inerentes ao maciço de solos, podem afetar a distribuição dos esforços nos elementos estruturais da superestrutura.

Além disso, os resultados da ISE também se modificam em função do local onde a obra será construída. Dessa maneira, ainda que seja utilizado o mesmo projeto estrutural, não é possível afirmar que o comportamento da estrutura se manterá. Isso porque, a depender do solo suporte, pode ser necessário adotar diferentes tipos de fundação, além de haver a possibilidade de ocorrer redistribuição dos esforços solicitantes na estrutura, podendo ser necessário realizar alterações no projeto estrutural.

Neste sentido, a partir do presente trabalho, pretende-se realizar análises comparativas entre estruturas dimensionadas por meio do método convencional e estruturas que levam em consideração a ISE no processo de dimensionamento. Com isso, busca-se avaliar as modificações na distribuição dos esforços nos pilares, nos parâmetros de estabilidade global e nos deslocamentos laterais, resultantes da consideração da presença do solo na análise estrutural, para diferentes tipos de fundação (sapatas e blocos sobre estacas).

Durante a elaboração de projetos estruturais e de fundações, por meio do método convencional, supõe-se que o conjunto de elementos de fundação seja capaz de garantir a indeslocabilidade da base dos pilares. Essa hipótese, apesar de gerar resultados satisfatórios em diversos casos, pode conduzir ao surgimento de consequências negativas relacionadas à prevenção de manifestações patológicas, segurança e economia, ao se desprezar a deformabilidade do solo na análise estrutural (ANTONIAZZI, 2011).

É prática recorrente que se faça uma decomposição das edificações em diferentes elementos, tratando-os isoladamente. Frente a isso, a análise da ISE, surge como uma alternativa à desconsideração da interconectividade entre tais elementos, sendo, portanto, uma metodologia que visa o estudo do mecanismo de interação superestrutura-infraestrutura-solo.

Dessa forma, trabalha-se com um sistema único, na tentativa de se aproximar das condições reais da construção (GUSMÃO, 1990; HOLANDA JÚNIOR, 1998).

Conforme Burland, Broms e De Mello (1977), os dois passos mais importantes da análise da ISE, consistem na estimativa da grandeza dos recalques e na determinação da distribuição dos esforços internos nos elementos estruturais. Os dois itens citados pelos autores estão intimamente ligados, uma vez que a perturbação ocasionada pela deformação do solo diante da aplicação de carregamentos provoca a alteração do fluxo de cargas na estrutura, modificando os esforços nos elementos estruturais (ANTONIAZZI, 2011).

No Brasil, Chamecki (1954) foi um dos pioneiros no estudo da ISE, ao propor a aplicação de um processo iterativo para o cálculo dos recalques da fundação, levando em consideração a rigidez da estrutura. Com base nas reações de apoio calculadas com o emprego da hipótese de apoios indeslocáveis, determinam-se os recalques correspondentes. Em seguida, tais recalques são impostos à estrutura, de forma que sejam obtidas novas reações e novos valores de recalque. O processo iterativo é, então, aplicado até que os resultados convirjam. Como conclusão, o autor afirma que ao se considerar a rigidez da estrutura na estimativa de recalques, percebe-se uma tendência de uniformização dos recalques, já que após a aplicação desse processo iterativo para considerar a ISE os recalques diferenciais tendem a ser minimizados (CHAMECKI, 1954).

Aoki (1997) afirma que a utilização prática de modelos de ISE demanda que estes sejam simples, considerem a estratificação do solo e levem em conta o efeito de grupo das fundações, para se considerar a continuidade do maciço e sua interação com a superestrutura. Recentemente, trabalhos como o de Almeida *et al.* (2018) demonstram que a consideração do efeito de grupo em fundações profundas por estacas pode afetar na estimativa de recalques e também na determinação da capacidade de carga das fundações. Nesse sentido, os autores afirmam que o efeito de grupo pode aumentar a capacidade de carga, por tornar mais rígido o solo confinado entre as estacas, ou reduzi-la, ocasionando maiores recalques. O tipo de solo, a solução técnica para as fundações e o espaçamento médio entre os elementos são tidos pelos autores como fatores que influenciam o efeito de grupo.

Com relação às fundações superficiais por sapatas, em Reis (2000) tem-se um estudo sobre a análise da ISE de um grupo de edifícios apoiados sobre argila mole, os quais são modelados como pórticos espaciais elástico lineares e o solo tomado com um meio elástico estratificado. Em suas conclusões, o autor afirma que a configuração final dos recalques é influenciada pela rigidez da estrutura, pelo efeito de grupo entre as fundações, pelo processo construtivo e pela presença de edificações vizinhas.

Além disso, devido à construção de edifícios cada vez mais altos e esbeltos, alguns autores têm se dedicado ao estudo da ISE em projetos de edifícios altos. Em Silva e Sales (2019), por exemplo, encontram-se análises realizadas para casos hipotéticos de edifícios com 50 pavimentos, modelados como pórticos espaciais, considerando três alternativas para as fundações (radier isolado e estaqueado, e estacas). Em seus resultados, os autores demonstram que com a ISE houve redução dos recalques nos pilares internos, enquanto os pilares de canto e extremidade apresentaram tendência a maiores recalques. Com relação às reações de apoio, Silva e Sales (2019) observaram uma tendência de alívio dos pilares centrais e sobrecarga dos pilares de canto e extremidade após a consideração da ISE.

Outro ponto que também merece destaque, especialmente quando se trata de edifícios altos, é a avaliação das condições de estabilidade global das estruturas. Em trabalhos como os de Jordão (2003) e Delalibera *et al.* (2005), é possível verificar que, ao se considerar a deformabilidade do maciço de solos na análise estrutural, tem-se um aumento nos deslocamentos laterais e, conseqüentemente, são afetadas as condições de estabilidade global. Com isso, os efeitos de 2ª ordem tornam-se mais significativos.

Em Antoniazzi (2011), por sua vez, a ISE é considerada em projetos estruturais de edifícios em concreto armado sobre fundações por sapatas isoladas, levando em conta a sequência construtiva na análise estrutural. Em suas conclusões, a autora afirma que para uma análise estrutural mais realista, é recomendado que a análise da ISE seja empregada juntamente com a sequência construtiva. Isso porque ao se aplicar os carregamentos de forma progressiva, simulando a aplicação de carregamentos a cada pavimento construído, a rigidez do edifício sofre alterações, que podem afetar na distribuição e intensidade dos recalques.

Fatores de Influência

Há uma série de fatores que influenciam os efeitos do mecanismo de ISE, dentre os quais podemos citar a rigidez relativa estrutura-solo (K_{ss}), o número de pavimentos e a presença de edificações vizinhas.

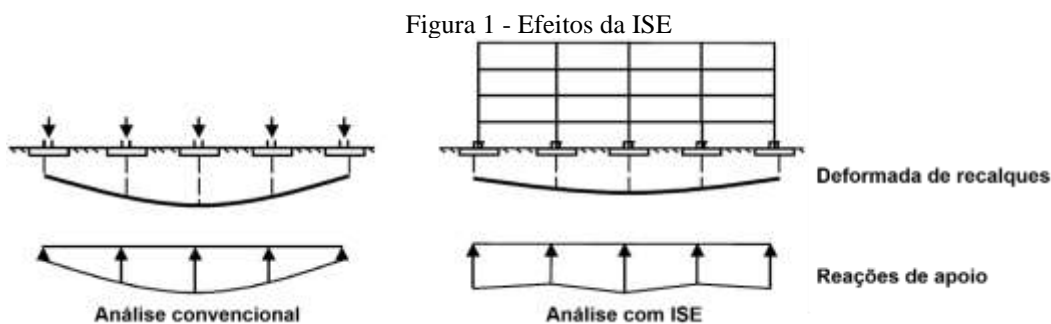
Rigidez relativa estrutura-solo

Definida como a relação entre a rigidez da superestrutura e a rigidez do solo, a rigidez relativa estrutura-solo (K_{ss}) influencia o mecanismo de ISE, uma vez que ao se elevar esse parâmetro ocorre uma redução dos valores dos recalques absolutos e diferenciais. No entanto, essa redução é mais significativa no caso dos recalques diferenciais, já que o aumento de K_{ss} conduz a uma tendência à uniformização dos recalques (GUSMÃO, 1990).

Gusmão (1990) conclui que os valores máximos dos recalques (absolutos e diferenciais), ao se considerar a ISE, são reduzidos à medida em que o valor de K_{ss} aumenta, ao passo que no processo convencional de estimativa de recalques a grandeza dos mesmos independe desse fator. Além disso, o autor observa que o recalque diferencial sofre maior influência da ISE do que o recalque absoluto.

Número de pavimentos

Fixando-se um valor para K_{ss} , Gusmão (1990) observou que à medida que se aumenta a quantidade de pavimentos há um aumento da rigidez global da estrutura, fazendo com que o nível dos recalques diferenciais seja reduzido, ou seja, há uma tendência à uniformização dos recalques, conforme Figura 1. Esse aumento na rigidez global se deve ao fato de que, com o aumento do número de pavimentos, a estrutura torna-se mais alta, fazendo com que a relação entre a altura do edifício e sua largura em planta seja também elevada.



Fonte: Gusmão (1990) – “Adaptada pelos autores”.

No entanto, nota-se que essa tendência à uniformização dos recalques não cresce de maneira linear com o número de pavimentos, mas recebe maior contribuição dos primeiros pavimentos (GUSMÃO, 1990). Segundo Moura (1995), as solicitações nos elementos estruturais, provenientes da redistribuição dos esforços gerada pela ISE, também são mais significativas nos primeiros andares, reduzindo-se nos pavimentos superiores.

Presença de edificações vizinhas

Com relação à presença de edifícios vizinhos, em trabalhos como o de Reis (2000), é possível notar que há um aumento nos recalques, devido à superposição de tensões gerada pela aplicação de carga dos prédios vizinhos sobre o solo suporte. Nota-se que, quanto mais próximos os edifícios, os recalques são maiores e conseqüentemente, aumenta a influência desse fator na configuração dos recalques e desaprumos da edificação.

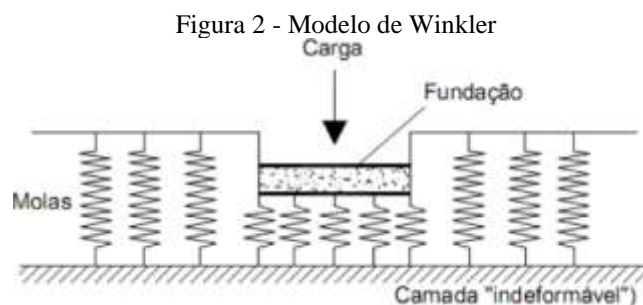
O estudo comparativo realizado por esse autor, permite visualizar a redução dos valores dos recalques induzidos pelas construções vizinhas à medida que se aumenta a distância entre os edifícios. Sendo assim, Reis (2000) afirma que esse aumento nos recalques ocorre nos pilares periféricos adjacentes ao edifício vizinho, ao passo que os pilares periféricos do lado oposto sofrem redução nos valores dos recalques. Neste presente trabalho, não será analisado a influência de edificações vizinhas.

Modelos para Representação do Solo

Para a análise da ISE, Velloso e Lopes (2010) apresentam dois modelos para a representação do maciço de solos: Hipótese de Winkler e meio contínuo. Tais modelos têm por objetivo representar a presença do solo em contato com a estrutura e serão brevemente comentados a seguir.

Hipótese de Winkler

Inicialmente proposta por Winkler (1867³ *apud* ANTONIAZZI, 2011), a representação do maciço como um conjunto de molas de resposta linear justapostas foi denominada como Hipótese de Winkler. Para este modelo, considera-se apenas as deformações ocorridas logo abaixo do elemento estrutural de fundação. Por esse motivo, essa hipótese não leva em consideração o efeito de carregamentos nas proximidades da estrutura (VELLOSO; LOPES, 2010; ANTONIAZZI, 2011). Na Figura 2, é possível visualizar a representação do solo conforme a proposição de Winkler.



Pela Hipótese de Winkler, as pressões de contato sobre o solo são proporcionais aos recalques. Assim, para se considerar a presença do solo, são definidas constantes de molas para cada tipo de solo e sistema de fundação, que representam a rigidez do maciço. Dessa forma, deve-se determinar o coeficiente de reação vertical (K_v), o qual consiste em um valor escalar que representa o coeficiente de rigidez do maciço, para resistir ao deslocamento mobilizado pela ação de uma tensão sobre o mesmo. Com isso, o K_v é análogo a um coeficiente de mola, porém não relacionado a uma força, mas sim a uma tensão (ANTONIAZZI, 2011).

Esse método possibilita considerar a presença do solo de forma simplificada a partir da substituição dos apoios indeslocáveis por molas. Apesar disso, possui limitações, especialmente no que se refere à desconsideração do efeito de grupo no cálculo dos recalques.

³ WINKLER, E. **Die lehre von der Elastizität und Festigkeit**. Domicius: Praga, 1867.

Meio Contínuo

Neste caso, considera-se o solo como um meio contínuo que possui parâmetros tais como módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson, relacionados com as características do maciço. Para este modelo, o solo pode ser considerado como um meio elástico ou elastoplástico.

No primeiro caso, utiliza-se da Teoria da Elasticidade para alcançar as soluções referentes à análise da ISE. Já o segundo caso, por demandar o emprego de soluções numéricas, é pouco usado na prática, uma vez que devem ser empregados métodos complexos como o Método dos Elementos Finitos (MEF) para a simulação do maciço (VELLOSO; LOPES, 2010).

Modelagem para Análise da ISE

O processo de análise da ISE demanda o emprego de modelos para a representação do conjunto superestrutura-infraestrutura-solo. Tais modelos buscam simular as condições de rigidez às quais o edifício está submetido na interface estrutura-solo. A seguir serão apresentados os modelos empregados na análise da ISE mencionados em Antoniazzi (2011).

Modelo A

Ao se empregar este modelo, os efeitos do mecanismo de ISE são determinados por meio de um procedimento iterativo, tal como o empregado por Chamecki (1954), o qual foi descrito anteriormente. Neste caso, é necessário determinar os valores das reações de apoio, estimar os recalques relacionados e, em seguida, impor tais recalques à estrutura para que novas reações de apoio sejam adquiridas. O processo, como já citado, deve prosseguir até que haja convergência satisfatória entre os valores determinados.

Modelo B

Este modelo, por sua vez, baseia-se na consideração da deformabilidade do maciço a partir do emprego de molas discretizadas ao longo da fundação. Para este modelo, a superestrutura e a infraestrutura trabalham com um sistema integrado, que interage com o maciço de solos que contorna os elementos estruturais de fundação.

Este será o modelo empregado no presente trabalho, tendo em vista que o SISEs/TQS[®] utiliza um conjunto de molas para simular a presença do solo em contato com a infraestrutura. No *software*, as constantes de mola são definidas a partir dos coeficientes de reação, baseadas nas características do solo.

Modelo C

Já o Modelo C, pouco usual na prática, demanda um custo computacional elevado, pois em geral é modelado através do MEF ou por meio da modelagem da super e infraestrutura utilizando-se o MEF e o solo sendo modelado com o emprego do Método dos Elementos de Contorno (MEC).

Estabilidade Global

A NBR 6118:2014, em seu item 15.4.2, define dois tipos de estruturas, classificadas com relação à magnitude dos deslocamentos laterais: de nós fixos e de nós móveis. As estruturas de nós fixos caracterizam-se por apresentarem deslocamentos pequenos, o que leva ao surgimento de efeitos globais de 2ª ordem que podem ser desprezados na análise estrutural. Por outro lado, quando da ocorrência de deslocamentos mais elevados, há o surgimento de significativos efeitos globais de 2ª ordem, passando a estrutura a ser denominada de nós móveis.

No presente trabalho, a verificação das condições de estabilidade global foi feita a partir do emprego do coeficiente γ_z . Esse parâmetro, avalia a importância dos esforços de 2ª ordem

globais e é válido para estruturas com no mínimo quatro andares. O valor desse parâmetro é determinado pela Equação (1), apresentada no item 15.5.3 da NBR 6118:2014.

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{\Delta M_{tot,d}}{M_{1,tot,d}}} \quad (1)$$

Onde:

$\Delta M_{tot,d}$: momento de tombamento, ou seja, a soma dos momentos de todas as forças horizontais da combinação considerada, com seus valores de cálculo, em relação à base da estrutura;

$M_{1,tot,d}$: soma dos produtos de todas as forças verticais atuantes na estrutura, na combinação considerada, com seus valores de cálculo, pelos deslocamentos horizontais de seus respectivos pontos de aplicação, obtidos da análise de 1ª ordem.

Para valores do coeficiente γ_z inferiores a 1,10, considera-se que a estrutura é de nós fixos (NBR 6118, 2014).

Em trabalhos como o de Jordão (2003), pode-se notar que ao considerar a flexibilidade da fundação, a partir do emprego da ISE, há um aumento nos valores dos deslocamentos laterais e do coeficiente γ_z , em comparação aos obtidos para as análises em que se considera os pilares engastados.

METODOLOGIA

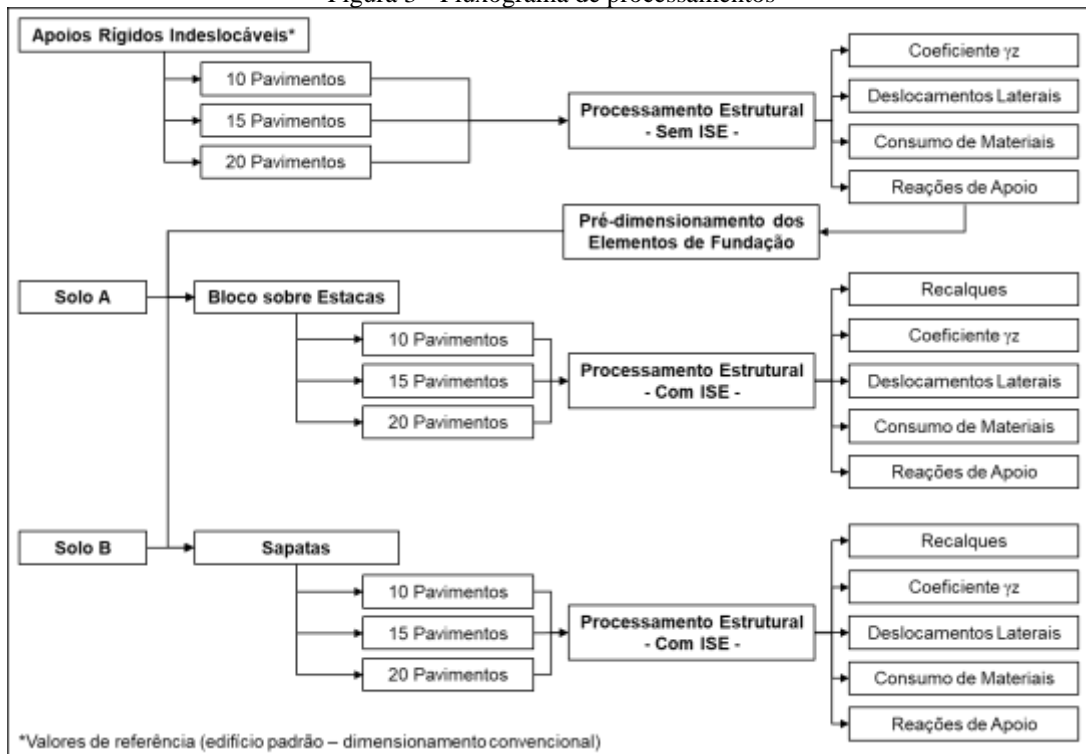
Baseando-se na hipótese de apoios indeslocáveis, foram processados três modelos estruturais, sendo um com 10 pavimentos tipo, outro com 15 e um terceiro com 20 pavimentos. Tais modelos são constituídos por 30 pilares com dimensões que variam dependendo da quantidade de pavimentos, visto que as cargas a serem suportadas aumentam à medida que se eleva o número de andares do edifício. As vigas e lajes, por sua vez, mantiveram as mesmas dimensões em todos os modelos.

Por meio da análise estrutural, foram obtidos os valores das reações de apoio nas bases dos pilares, bem como os valores dos deslocamentos laterais, de topo e entre pavimentos, além dos valores do coeficiente γ_z , empregados na avaliação das condições de estabilidade global do edifício. Com os valores das reações, então, foram pré-dimensionados os elementos estruturais de fundação por sapatas e por blocos sobre estacas.

Após o pré-dimensionamento, os elementos estruturais de fundação foram lançados e verificados com o uso do SISEs/TQS[®], sendo realizados ajustes nas dimensões das sapatas e quantidade de estacas para que fossem atendidos os critérios de capacidade de carga, obtendo-se o dimensionamento final.

Com a superestrutura e as fundações definidas, foram lançados os elementos de fundação no SISEs/TQS[®], associados aos respectivos pilares provenientes do modelo estrutural. Em seguida, foram selecionados os critérios de projeto e efetuada a entrada de dados no programa. A partir daí, foi realizado o processamento da estrutura, dessa vez considerando-a como um sistema único (estrutura + solo), obtendo-se os valores das reações de apoio e recalques em cada ponto da fundação, além de dados referentes aos deslocamentos laterais e coeficiente γ_z , conforme fluxograma da Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma de processamentos

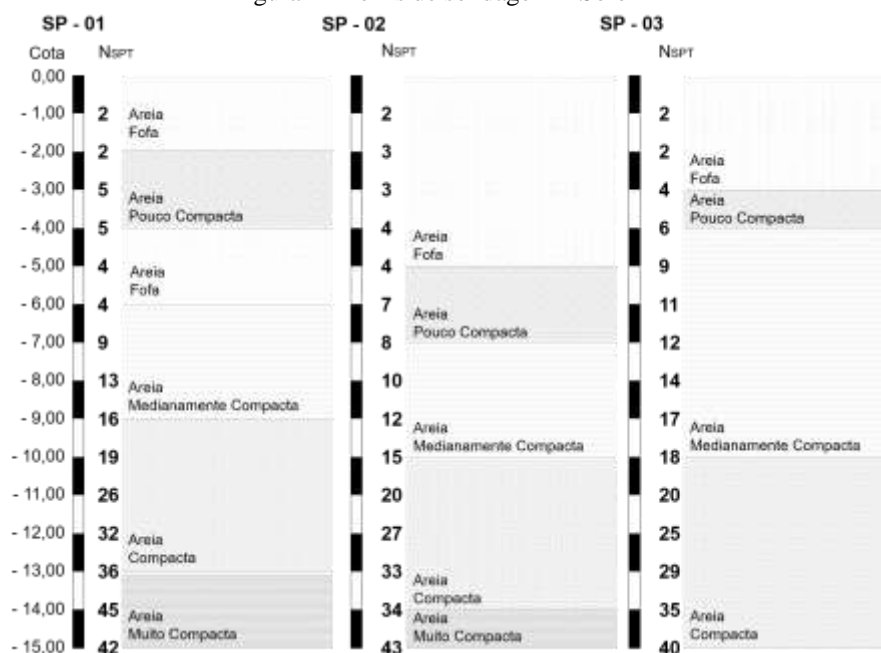


Fonte: Autores (2020).

Foram adotados dois tipos de maciço de solos diferentes, um com solo resistente nas camadas mais profundas (Solo A) e outro com elevada resistência superficial (Solo B). O primeiro foi empregado na análise dos edifícios com fundações por blocos sobre estacas, enquanto o segundo foi usado no caso das fundações por sapatas.

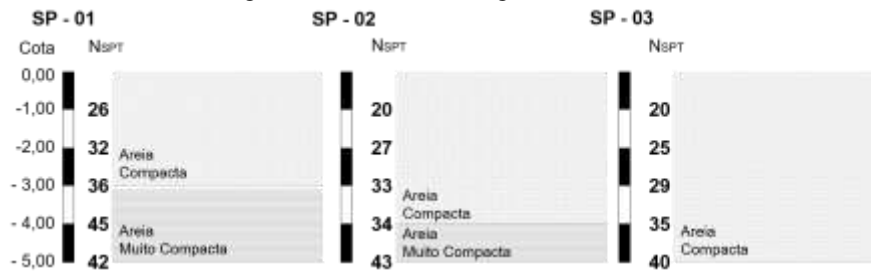
Os perfis de sondagem correspondentes ao Solo A estão apresentados na Figura 4, enquanto os perfis que representam a estratigrafia do Solo B são apresentados na Figura 5.

Figura 4 - Perfis de sondagem – Solo A



Fonte: Autores (2020).

Figura 5 - Perfis de sondagem – Solo B



Fonte: Autores (2020).

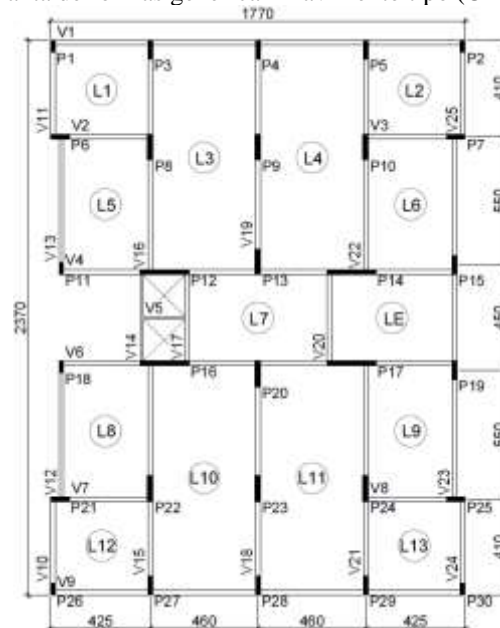
Para a definição da quantidade de furos de sondagem, levou-se em consideração o estabelecido pela NBR 8036:1983 no que concerne à quantidade de furos de sondagem utilizados no reconhecimento geotécnico. Por essa razão foram empregados três furos de sondagem, uma vez que a área de projeção dos edifícios é igual a 396,02 m². Foi selecionada a média ponderada entre as duas sondagens mais próximas como método para realizar a associação das sondagens aos elementos estruturais de fundação.

Critérios de Projeto – Superestrutura

Todos os modelos são compostos por pavimentos tipo com área de 396,02 m². O pé direito adotado foi de 3,15 m. Com exceção do pavimento térreo, que não apresenta lajes, todos os demais possuem lajes maciças, vigas e pilares com seções retangulares. Devido à simetria dos modelos, e de forma que fosse possível promover a padronização dos elementos estruturais, utilizaram-se, em cada modelo, apenas 4 dimensões distintas para as seções dos pilares, 2 dimensões para as seções das vigas e 2 espessuras diferentes para as lajes.

A seguir é apresentado, na Figura 6, o posicionamento genérico dos elementos estruturais na planta de formas do pavimento tipo empregado para a composição dos modelos submetidos à simulação computacional no presente estudo.

Figura 6 - Planta de formas genérica – Pavimento tipo (Unidades em cm)



Fonte: Autores (2020).

Em todos os modelos, as vigas se mantiveram com as mesmas dimensões, sendo que, com exceção da viga V5, que possui seção de 12 cm x 30 cm, as demais possuem seção de 20 cm x 60 cm. As lajes, possuem espessuras de 12 cm e 15 cm, em todos os modelos. Já os pilares,

possuem seções diferentes em função da quantidade de pavimentos, como é apresentado no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 - Dimensões dos pilares (Unidades em cm)

Pilar	Seções Transversais		
	10 pavimentos	15 pavimentos	20 pavimentos
P1 = P26	20 x 30	20 x 50	20 x 80
P2 = P30	20 x 30	20 x 50	20 x 80
P3 = P27	20 x 60	20 x 80	25 x 100
P4 = P28	20 x 60	20 x 80	25 x 100
P5 = P29	20 x 60	20 x 80	25 x 100
P6 = P21	20 x 60	20 x 80	25 x 100
P7 = P25	20 x 60	20 x 80	25 x 100
P8 = P22	20 x 80	25 x 110	25 x 120
P9 = P23	20 x 80	25 x 110	25 x 120
P10 = P24	20 x 80	25 x 110	25 x 120
P11 = P18	20 x 30	20 x 50	20 x 80
P12 = P16	20 x 210	20 x 210	25 x 210
P13 = P20	20 x 80	20 x 110	25 x 120
P14 = P17	20 x 210	20 x 210	25 x 210
P15 = P19	20 x 60	20 x 80	25 x 100

Fonte: Autores (2020).

No Quadro 2, são apresentados os parâmetros de projeto empregados nas modelagens computacionais.

Quadro 2 – Parâmetros de projeto

Pé-direito	3,15 m	
Classe de Agressividade Ambiental (CAA)	II	
Concreto	Pilares, Vigas e Lajes – 30 MPa	
	Blocos e Sapatas – 30 MPa	
	Estacas – 20 MPa	
Carregamentos	Sobrecarga	Pav. Tipo – 2,0 kN/m ²
		Cobertura – 0,5 kN/m ²
	Revestimento	Pav. Tipo – 2,0 kN/m ²
		Cobertura – 1,0 kN/m ²
Alvenaria sobre vigas	13 kN/m ³	

Fonte: Autores (2020).

Os parâmetros para a determinação das cargas de vento, conforme a NBR 6123:1988, estão apresentados no Quadro 3. Com base nesses parâmetros, foram determinados os esforços de vento através do emprego do próprio *software*.

Quadro 3 - Parâmetros para determinação dos esforços de vento

Parâmetro	Valor
Velocidade Básica	35 m/s
S1 – Fator de Terreno	1,00 – Terreno Plano
S2 – Categoria de Rugosidade	IV – Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados
S2 – Classe da Edificação	Edifício com 10 pavimentos – B – Maior dimensão horizontal ou vertical entre 20 e 50 m. Edifício com 15 pavimentos – C – Maior dimensão horizontal ou vertical maior que 50 m. Edifício com 20 pavimentos – C – Maior dimensão horizontal ou vertical maior que 50 m.
S3 – Fator Estatístico	1,00 – Edificações para hotéis e residências

Fonte: Autores (2020).

Com relação aos métodos para verificação da capacidade de carga dos elementos de fundação, utilizou-se as metodologias que fazem correlação com o SPT, conforme especificado na NBR 6122:2019, sobre projeto e execução de fundações. No Quadro 4, é apresentado o número de estacas utilizado para os blocos referentes a cada pilar.

Quadro 4 - Número de estacas por bloco

Pilar	Número de estacas por bloco		
	10 pavimentos	15 pavimentos	20 pavimentos
B1 = B26	01	02	03
B2 = B30	01	02	03
B3 = B27	02	03	05
B4 = B28	02	03	05
B5 = B29	02	03	05
B6 = B21	02	03	05
B7 = B25	02	03	05
B8 = B22	04	06	07
B9 = B23	04	06	07
B10 = B24	04	06	07
B11 = B18	01	02	03
B12 = B16	04	06	08
B13 = B20	03	04	05
B14 = B17	04	06	08
B15 = B19	02	03	05

Fonte: Autores (2020).

No Quadro 5, pode-se visualizar as dimensões das sapatas, em planta. Nesse quadro, a sapata S1 recebe o carregamento do pilar P1 e, assim, sucessivamente.

Quadro 5 - Dimensões das sapatas (Unidades em cm)

Pilar	Dimensões das Bases das Sapatas		
	10 pavimentos	15 pavimentos	20 pavimentos
S1 = S26	120 x 140	140 x 170	160 x 220
S2 = S30	120 x 140	140 x 170	160 x 220
S3 = S27	160 x 200	200 x 260	220 x 290
S4 = S28	160 x 200	200 x 260	220 x 290
S5 = S29	160 x 200	200 x 260	220 x 290
S6 = S21	200 x 160	260 x 200	290 x 220
S7 = S25	200 x 160	260 x 200	290 x 220
S8 = S22	200 x 260	250 x 330	260 x 360
S9 = S23	200 x 260	250 x 330	260 x 360
S10 = S24	200 x 260	250 x 330	260 x 360
S11 = S18	130 x 150	170 x 190	180 x 240
S12 = S16	380 x 190	420 x 230	440 x 250
S13 = S20	180 x 240	200 x 290	230 x 350
S14 = S17	380 x 190	420 x 230	440 x 250
S15 = S19	160 x 190	190 x 250	220 x 290

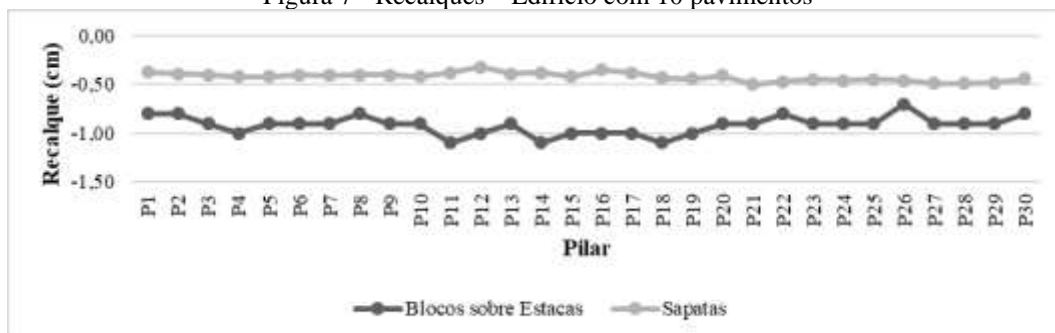
Fonte: Autores (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos Recalques Estimados

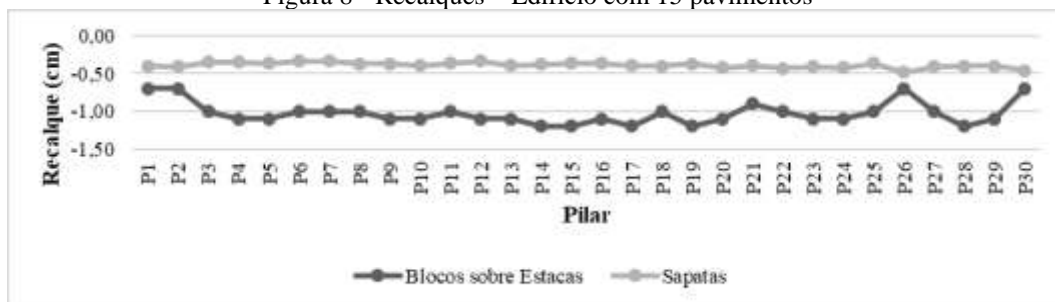
Nas Figuras 7, 8 e 9, pode-se visualizar a distribuição dos recalques sofridos nas bases de cada um dos pilares, considerando os dois tipos de fundação, para os edifícios com 10, 15 e 20 pavimentos, respectivamente.

Figura 7 - Recalques – Edifício com 10 pavimentos



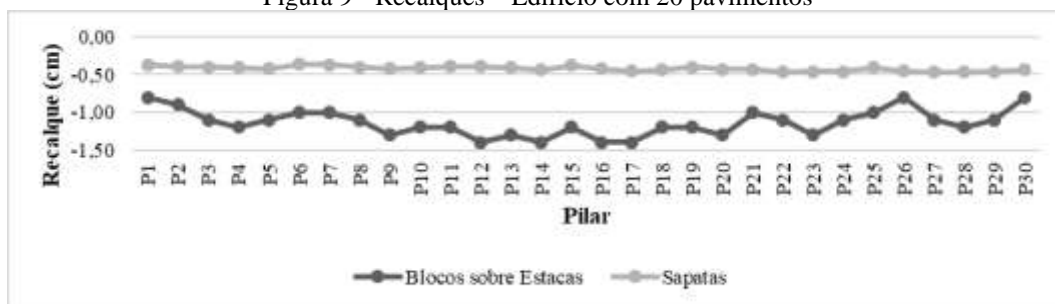
Fonte: Autores (2020).

Figura 8 - Recalques – Edifício com 15 pavimentos



Fonte: Autores (2020).

Figura 9 - Recalques – Edifício com 20 pavimentos



Fonte: Autores (2020).

Ao se observar os gráficos, é possível verificar que, em todos os casos, o sistema estaca-solo apresentou maiores valores de recalque se comparado ao sistema sapata-solo. Ressalta-se que, por haver tipos distintos de solo para cada fundação, é necessário ter em mente que os comparativos aqui realizados serão feitos entre sistemas de fundação, que se referem ao conjunto formado pelo elemento estrutural de fundação e o elemento geotécnico. Além disso, destaca-se que os perfis de solo exercem significativa influência na estimativa de recalques, gerando resultados diferentes para cada situação analisada.

No caso das fundações por sapatas, percebe-se uma constância nos valores dos recalques. Esse comportamento pode estar atrelado ao fato de que esses elementos de fundação estão assentes sobre solos de alta resistência superficial e, portanto, menos deformáveis. Além

disso, apesar de os maiores valores de carga estarem concentrados nos pilares centrais, nota-se que os recalques tendem a ser mais intensos na região dos pilares P21 a P30.

Já com relação às fundações por blocos sobre estacas, percebe-se que os recalques são mais intensos nos pilares centrais do edifício, que são também os mais carregados. O oposto ocorre para os pilares periféricos, dentre os quais podemos destacar os recalques sofridos pelos pilares de canto P1, P2, P26 e P30, que em todos os casos apresentaram menores valores de recalque, com relação ao sistema estaca-solo.

Para melhor visualizar as diferenças na distribuição dos recalques, são apresentadas as Figuras 10 e 11, em que é possível verificar o posicionamento dos pilares e seus respectivos valores de recalques, para os edifícios com fundações por estacas e por sapatas, respectivamente. Os dados em vermelho indicam que o valor do recalque é superior ao valor do recalque médio, enquanto os valores em verde correspondem aos recalques inferiores ao recalque médio, para cada edifício.

Figura 10 - Recalques – Blocos sobre estacas



Fonte: Autores (2020).

Figura 11 - Recalques – Sapatas



Fonte: Autores (2020).

Análise da Redistribuição dos Esforços

Para a avaliação dos resultados obtidos nesta etapa, inicialmente serão apresentados os dados referentes às reações de apoio verticais, considerando os dois tipos de fundação e as diferentes quantidades de pavimentos. Em seguida, serão apresentados os resultados referentes às variações nos valores de momento fletor nas bases dos pilares, antes e depois de se considerar a ISE.

Reação de Apoio Vertical

Referindo-se aos edifícios cuja fundação é composta por blocos sobre estacas, apresenta-se a Figura 12, onde se pode verificar, em cada pilar, a variação nos valores das reações de apoio verticais (F_z), após a consideração da ISE.



Fonte: Autores (2020).

Nota-se que a diferença entre os valores para a carga axial nos pilares, antes e depois da ISE, passa a ser mais significativa para os edifícios com 15 e 20 pavimentos. O pilar P30, por exemplo, teve sua carga aumentada em apenas 6,67% após a ISE, considerando o edifício com 10 pavimentos, ao passo que para o edifício com 15 pavimentos esse aumento foi de 29,43% e, para o edifício com 20 pavimentos, foi de 24,04%. Além disso, ao se analisarem os valores desses esforços, é possível verificar que a diferença entre a carga máxima e a mínima nos pilares se reduz após a consideração da ISE.

Considerando-se os valores obtidos, percebe-se que os maiores acréscimos de carga ocorrem nos pilares P1, P2, P26 e P30, para os quais houve menores valores de recalque no caso das fundações por blocos sobre estacas. Esse fato vai ao encontro do que é apresentado na literatura, uma vez que houve aumento de carga nos pilares que sofrem menores recalques.

Observando-se os resultados para o edifício com 20 pavimentos, evidencia-se a transferência de carga dos pilares mais centrais para aqueles que se localizam nas periferias do edifício. Percebe-se que, enquanto a totalidade dos pilares centrais desse modelo sofreram redução nas suas cargas, todos os pilares de borda e canto foram sobrecarregados.

Esse fato foi percebido mais expressivamente para o edifício de 20 pavimentos, ao passo que para os edifícios com 10 e 15 pavimentos nem todos os pilares periféricos foram sobrecarregados, havendo alguns cujo valor da carga foi reduzido.

Com relação aos edifícios com fundações por sapatas, apresenta-se a Figura 13, correspondente às variações nos valores de F_z obtidos com a consideração da ISE.

Figura 13 - Variação nos valores de Fz – Sapatas



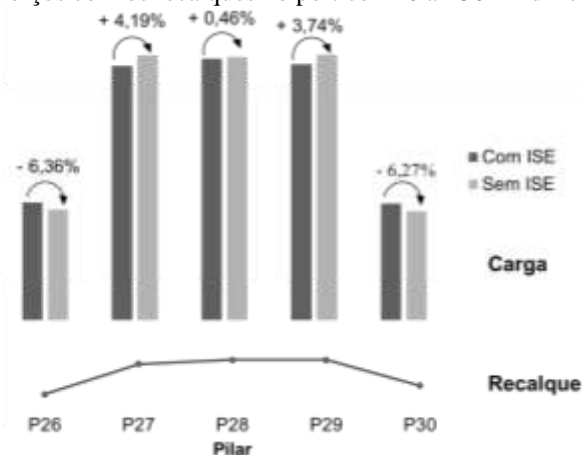
Fonte: Autores (2020).

Nota-se que a redistribuição dos esforços para os edifícios com fundações por sapatas foi menos expressiva se comparada à ocorrida para o caso das fundações por blocos sobre estacas. Esse comportamento pode ser justificado pela ocorrência de recalques totais e diferenciais menores nas bases dos pilares desses edifícios, ao serem comparados aos edifícios que empregaram o sistema estaca-solo como fundação.

Ao contrário do que acontece para o caso das fundações por blocos sobre estacas, para os edifícios sobre sapatas, os acréscimos e decréscimos de carga são mais expressivos no edifício com 10 pavimentos. Nesse modelo, o maior acréscimo de carga ocorre no pilar P16, sendo 6,86% maior se comparada a carga desse pilar estimada pela hipótese de apoios indelocáveis.

Ao contrário do que ocorreu para o sistema estaca-solo, aqui não é possível perceber um fluxo de cargas que leve ao alívio dos pilares centrais e sobrecarga dos pilares de periferia. No entanto, ao correlacionarmos a redistribuição dos esforços com os recalques sofridos por pilares que formam o mesmo pórtico, é possível perceber que, na maioria dos pórticos, os pilares que sofrem menores recalques, em relação aos pilares vizinhos, tendem a ser sobrecarregados. Como exemplo, podemos citar o pórtico formado pelos pilares P26, P27, P28, P29 e P30, cuja variação nos valores de carga e os recalques correspondentes, no caso do edifício com 15 pavimentos, são representados na Figura 14.

Figura 14 - Correlação dos esforços com os recalques no pórtico P26 a P30 – Edifício com 15 pavimentos



Fonte: Autores (2020).

Momentos Fletores na Base dos Pilares

No que se refere aos momentos fletores, verifica-se que há modificações consideráveis após se levar em conta a ISE na análise estrutural. Porém, não há, para os dois tipos de fundação, uma regularidade na variação dos valores dos momentos nas bases dos pilares, não sendo possível indicar quais elementos estão mais propensos a terem os valores de momento majorados ou minorados.

Nas Figuras 15, 16 e 17 podemos visualizar os acréscimos e decréscimos ocorridos nos momentos fletores nas bases de cada um dos pilares dos edifícios com 10, 15 e 20 pavimentos com fundações por blocos sobre estacas, respectivamente. Ressalta-se que as variações percentuais indicadas não levam em conta o sentido do momento fletor, mas apenas a intensidade de tal esforço, com o objetivo de se visualizar em quais pontos os pilares foram mais ou menos solicitados.

Figura 15 - Variação percentual dos momentos fletores – Blocos sobre estacas – Edifício com 10 pavimentos



Fonte: Autores (2020).

Figura 16 - Variação percentual dos momentos fletores – Blocos sobre estacas – Edifício com 15 pavimentos



Fonte: Autores (2020).

Figura 17 - Variação percentual dos momentos fletores – Blocos sobre estacas – Edifício com 20 pavimentos

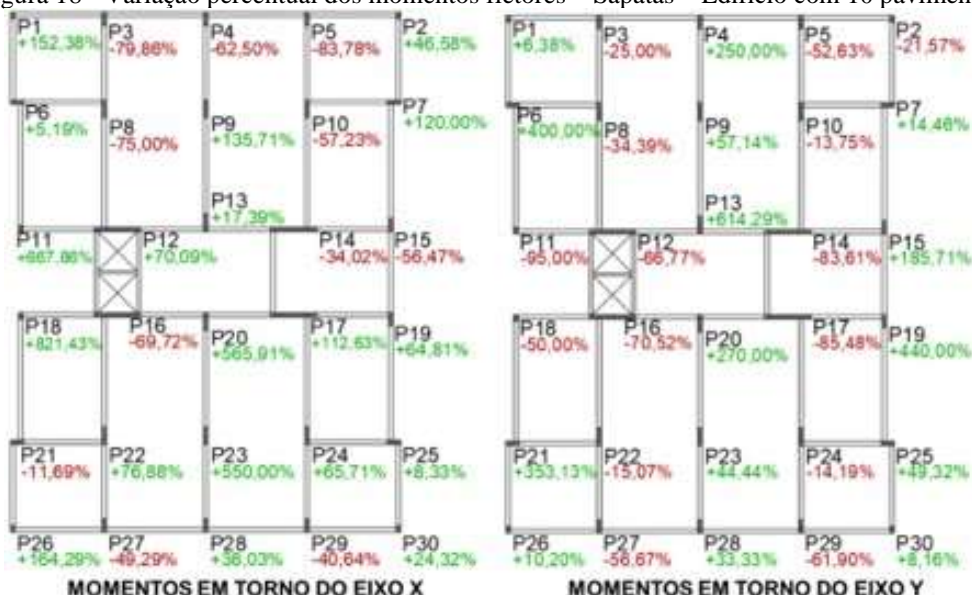


Fonte: Autores (2020).

Observa-se que os acréscimos na intensidade dos momentos são mais expressivos que as reduções, e também ocorrem na maioria dos pilares, nos três casos apresentados. Destaca-se o acréscimo no valor do momento na base do pilar P29, para o edifício de 15 pavimentos. Para esse pilar, o valor do momento saltou de 0,02 kN.m, considerando o pilar engastado, para 8,43 kN.m após a consideração da ISE.

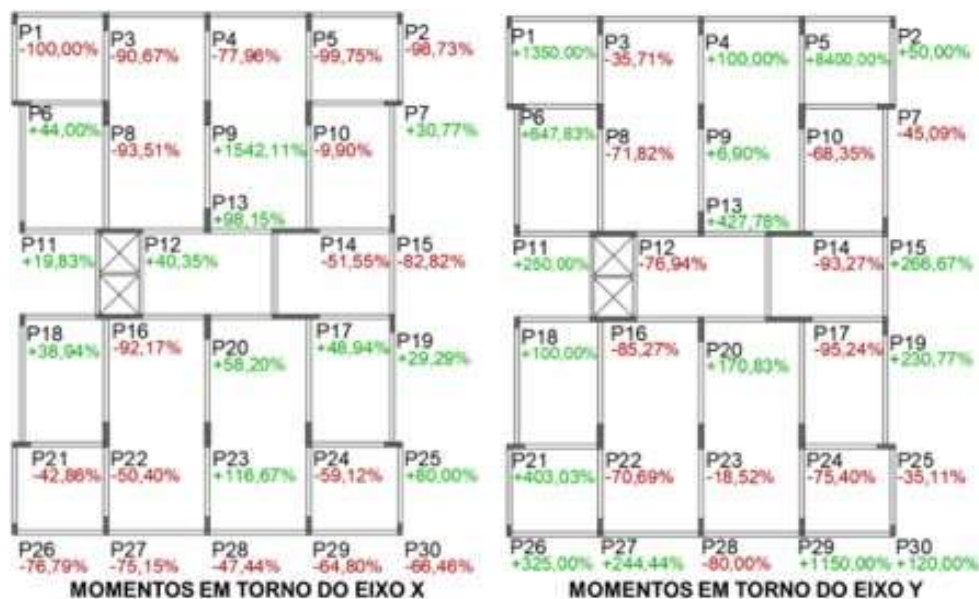
Nas Figuras 18, 19 e 20 são apresentadas as variações percentuais ocorridas com relação à intensidade dos momentos nas bases dos pilares para a situação em que se emprega as fundações por sapatas. Em ordem, estão dispostas as representações dos acréscimos e decréscimos para os edifícios com 10, 15 e 20 pavimentos.

Figura 18 - Variação percentual dos momentos fletores – Sapatas – Edifício com 10 pavimentos



Fonte: Autores (2020).

Figura 19 - Variação percentual dos momentos fletores – Sapatas – Edifício com 15 pavimentos



Fonte: Autores (2020).

Figura 20 - Variação percentual dos momentos fletores – Sapatas – Edifício com 20 pavimentos



Fonte: Autores (2020).

Pode-se perceber que para o caso das fundações por sapatas, as variações entre os momentos obtidos pelo método convencional de análise estrutural e pelo método que leva em conta a ISE são, em geral, menores para os modelos com fundações por sapatas se comparado com os resultados dos modelos com fundações por blocos sobre estacas.

Para o caso das estacas, ressalta-se a presença de camadas de areia fofa e pouco compacta nas camadas superiores, o que possibilitaria maiores deslocamentos se comparados aos que poderiam ocorrer no sistema sapata-solo analisado no presente trabalho. Isso porque, considerou-se as sapatas assentes sobre solo arenoso compacto e muito compacto, com elevados valores de N_{SPT} , sendo então considerados solos mais rígidos do que os que apresentam baixa compactidade.

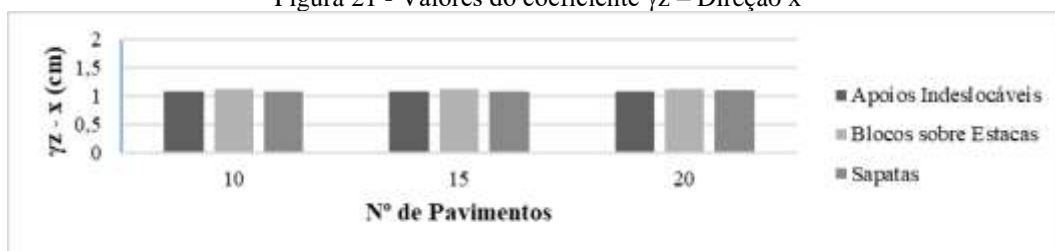
Análise das Condições de Estabilidade Global

Para realizar as análises das condições de estabilidade global dos edifícios, optou-se por empregar o coeficiente γ_z , por meio do qual é possível classificar as estruturas em estruturas de nós fixos ou de nós móveis. Além disso, foram analisadas as modificações nos valores dos deslocamentos laterais, de topo e entre pavimentos.

Coeficiente γ_z

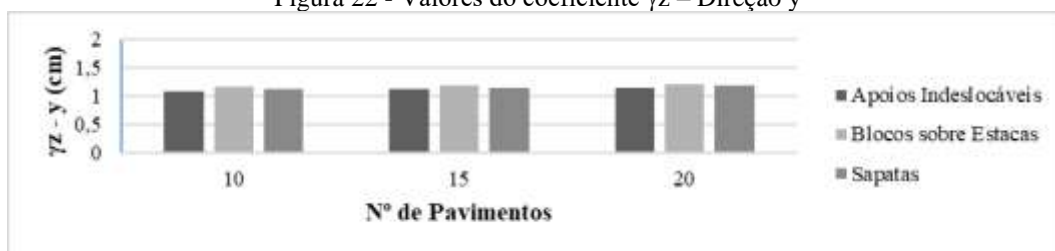
Nas Figuras 21 e 22, são apresentados os valores do coeficiente γ_z para os edifícios com 10, 15 e 20 pavimentos, em função do tipo de fundação considerada. Os valores desse parâmetro são apresentados para as direções x e y, que correspondem à direção paralela à menor e maior dimensão dos edifícios em planta, respectivamente.

Figura 21 - Valores do coeficiente γ_z – Direção x



Fonte: Autores (2020).

Figura 22 - Valores do coeficiente γ_z – Direção y



Fonte: Autores (2020).

Verifica-se que, em ambas as direções, houve acréscimo no valor do coeficiente γ_z . Ao se considerar a deformabilidade do maciço de solos na análise estrutural, há uma menor restrição aos movimentos da estrutura, o que culmina no aumento de sua deslocabilidade.

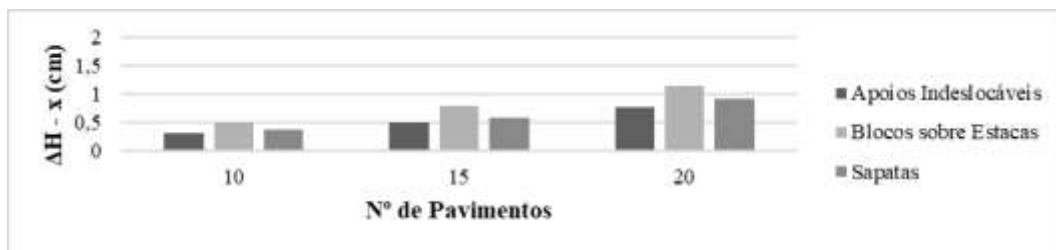
No caso do edifício com 10 pavimentos, antes de se considerar a ISE, a estrutura era classificada como de nós fixos ($\gamma_z < 1,10$). Após o processamento considerando a presença do solo, no entanto, a estrutura passa a ser considerada de nós móveis. Se para a hipótese de apoios indeslocáveis não era necessário considerar os efeitos globais de 2ª ordem, após levar-se em conta a ISE, passa a ser necessário estimar os esforços de 2ª ordem e soma-los aos de 1ª ordem no dimensionamento das peças estruturais.

Assim como para as fundações por blocos sobre estacas, para o caso das sapatas também ocorreu acréscimo nos valores do coeficiente γ_z . Porém, percebe-se que esses acréscimos são menores para os edifícios sobre sapatas, evidenciando que há uma maior restrição a deslocamentos laterais, se comparados aos edifícios sobre estacas, na situação analisada.

Deslocamentos Laterais

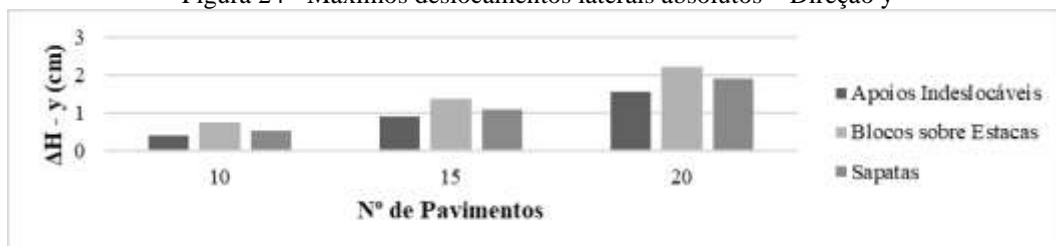
É válido, ainda, apresentar os resultados referentes aos deslocamentos laterais com e sem a consideração da ISE. Por isso, nas Figuras 23 e 24 estão presentes os dados referentes aos máximos deslocamentos laterais absolutos (ΔH) estimados para cada direção.

Figura 23 - Máximos deslocamentos laterais absolutos – Direção x



Fonte: Autores (2020).

Figura 24 - Máximos deslocamentos laterais absolutos – Direção y



Fonte: Autores (2020).

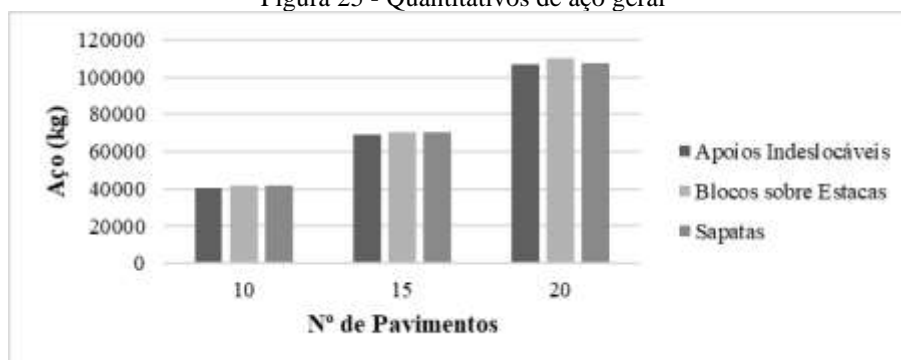
Em todos os casos, verifica-se o acréscimo nos deslocamentos laterais após a consideração da ISE nos processamentos dos edifícios. Esses dados corroboram com o fato de que, ao se considerar a deformabilidade do maciço, a estrutura apresenta-se mais deslocável, em relação às estruturas analisadas pelo método convencional de dimensionamento.

Consumo de Materiais

A avaliação do consumo de materiais, neste trabalho, se ateve à realização de comparativos entre os quantitativos de aço nas vigas e pilares das estruturas com e sem a ISE. Os valores apresentados a seguir são provenientes dos relatórios emitidos pelo próprio *software* após a realização do dimensionamento estrutural. O quantitativo de concreto não foi considerado nas análises, pois as seções dos elementos estruturais não foram alteradas ao longo das verificações, de forma que o volume de concreto não modificou depois de considerar a ISE.

Nota-se que, em todos os modelos, o quantitativo de aço para as vigas aumentou após a consideração da ISE. Em contrapartida, houve redução na quantidade de aço nos pilares em todos os casos. Porém, após a consideração da ISE, houve um aumento, ainda que pequeno, da quantidade geral desse material para os dois tipos de fundação, como pode ser visualizado no gráfico da Figura 25.

Figura 25 - Quantitativos de aço geral



Fonte: A autora (2019).

Na Figura 26, é possível visualizar as variações percentuais da área de aço efetiva no primeiro lance dos pilares para os edifícios com fundações por bloco sobre estacas.

Figura 26 - Variação da área de aço efetiva nos pilares – Bloco sobre estacas



Fonte: Autores (2020).

Enquanto isso, na Figura 27, apresentam-se as variações percentuais da área de aço efetiva no primeiro lance dos pilares, para os edifícios com fundações por sapatas.

Figura 27 - Variação da área de aço efetiva nos pilares – Sapatas – Edifício com 10 pavimentos



Fonte: Autores (2020).

Ao se observar os pilares individualmente, percebe-se que há mudanças na quantidade de barras de aço dependendo da situação analisada. Como forma de visualizar essas modificações, na Figura 28 são apresentadas as quantidades de barras de aço longitudinais determinadas para o primeiro lance dos pilares de canto P1, P2, P26 e P30, para os edifícios com 15 pavimentos. Optou-se por apresentar tais resultados, pois é nesse lance que ocorrem as mudanças mais significativas no detalhamento estrutural dos pilares, já que é a região de maior solicitação devido ao acúmulo de cargas proveniente dos demais pavimentos.

Figura 28 - Seções transversais dos pilares P1, P2, P26 e P30 – Edifício com 15 pavimentos

	Apoios Indeslocáveis	Blocos sobre Estacas	Sapatas
P1 (20 x 50)	 14 Ø 10,0 $A_s = 11,0 \text{ cm}^2$	 8 Ø 20,0 $A_s = 25,1 \text{ cm}^2$	 8 Ø 12,5 $A_s = 9,8 \text{ cm}^2$
P2 (20 x 50)	 10 Ø 12,5 $A_s = 12,3 \text{ cm}^2$	 8 Ø 20,0 $A_s = 25,1 \text{ cm}^2$	 8 Ø 12,5 $A_s = 9,8 \text{ cm}^2$
P26 (20 x 50)	 10 Ø 12,5 $A_s = 12,3 \text{ cm}^2$	 8 Ø 20,0 $A_s = 25,1 \text{ cm}^2$	 8 Ø 12,5 $A_s = 9,8 \text{ cm}^2$
P30 (20 x 50)	 8 Ø 12,5 $A_s = 9,8 \text{ cm}^2$	 10 Ø 20,0 $A_s = 31,4 \text{ cm}^2$	 6 Ø 12,5 $A_s = 7,4 \text{ cm}^2$

Fonte: Autores (2020).

Verifica-se que, em relação à hipótese de apoios indeslocáveis, houve aumento na área de aço empregada nos quatro pilares utilizados como exemplo para as fundações por blocos sobre estacas. Entretanto, para o caso das fundações por sapatas, ocorreu uma redução na área de aço em todos os pilares explicitados.

Diante disso, verifica-se que ao se considerar a ISE na análise estrutural, o detalhamento das peças é modificado, devido à redistribuição dos esforços. Além disso, é possível perceber que nem sempre o detalhamento estrutural se manterá ao se construir edifícios com o mesmo modelo estrutural em diferentes locais. Isso porque, para a implantação de obras em solos diferentes, pode ser necessário empregar diferentes soluções técnicas para as fundações, modificando assim a interação entre a estrutura e o maciço de solos.

CONCLUSÃO

A partir do presente estudo, buscou-se verificar a influência da consideração da ISE na análise estrutural de edifícios em concreto armado. Se comparados os resultados obtidos através da hipótese de apoios indeslocáveis com aqueles apresentados após a consideração da ISE, nota-se modificações nos diferentes parâmetros avaliados.

A seguir, são apresentadas as principais conclusões referentes a cada análise realizada nesta pesquisa.

Ao se verificar a ocorrência de recalques para os dois sistemas de fundações abordados neste trabalho, percebe-se que para os edifícios em que se emprega o sistema estaca-solo há a ocorrência de maiores recalques na região central dos pavimentos, ao passo que, no caso das sapatas, houve concentração de recalques em um dos lados dos edifícios. Esse fato evidencia que o comportamento dos sistemas fundação se altera dependendo do elemento estrutural de fundação e do solo sobre o qual a edificação está apoiada;

Os recalques absolutos e diferenciais, nos modelos empregados neste estudo, foram mais acentuados para as fundações por blocos sobre estacas, se comparados às fundações por sapatas;

A redistribuição dos esforços axiais nos pilares é reflexo da forma como se dão os recalques das fundações, uma vez que a variação dos esforços atuantes sobre os pilares foi mais significativa para os edifícios com fundações por blocos sobre estacas, que apresentaram maiores valores de recalques absolutos e diferenciais;

A ocorrência de sobrecarga e alívio dos pilares esteve atrelada a ocorrência dos recalques, especialmente no que se refere aos recalques diferenciais, já que foi possível perceber

a tendência de transferência de esforços dos pilares que sofrem maiores recalques para aqueles que sofrem os menores recalques;

Diferentemente do que ocorreu para os esforços axiais nos pilares, a redistribuição dos momentos fletores nas bases desses elementos se deu de maneira dispersa, não sendo possível verificar uma linearidade nos acréscimos e decréscimos de momento para os diferentes pilares que compõem os modelos analisados. Porém, percebe-se que as modificações nos valores de momento fletor foram mais expressivas para os edifícios apoiados sobre estacas;

Após a consideração da ISE, ocorrem incrementos nos valores do coeficiente γ_z , demonstrando que ao se considerar a deformabilidade do maciço, as estruturas tendem a ficar mais deslocáveis, deixando de serem consideradas de nós fixos e passando a serem classificadas como estruturas de nós móveis, em certos casos;

Os deslocamentos laterais dos edifícios são maiores quando se considera a presença do solo na análise estrutural, levando ao conseqüente aumento nos valores do coeficiente γ_z ;

Quanto ao consumo de materiais, nota-se uma redução do quantitativo de aço empregado nos pilares, ao passo que as vigas tendem a necessitar de uma maior quantidade desse material. Porém, no total geral (vigas + pilares), é necessário mais aço em todos os casos após a consideração da ISE;

Analisando-se as seções transversais dos pilares, no primeiro lance, nota-se uma alteração no número de barras longitudinais e nas respectivas bitolas após se considerar a ISE. Essas mudanças ocorrem devido à ocorrência de alívio ou sobrecarga nos pilares, e são diferentes para os dois tipos de fundação avaliados nesta pesquisa;

Não é possível afirmar que para todos os sistemas sapata-solo e estaca-solo o comportamento estrutural seguirá o que foi apresentado nos resultados desta pesquisa. Isso porque, há uma infinidade de combinações possíveis entre tipos de solo e de fundação, o que leva a alterações consideráveis nos efeitos da ISE.

Frente aos resultados apresentados, percebe-se que a consideração da ISE na análise estrutural de edifícios em concreto armado leva à modificação de diferentes parâmetros, ocasionando redistribuição dos esforços, alteração das condições de estabilidade global, bem como mudanças no detalhamento de algumas peças estruturais. E, apesar de não se demonstrar significativa economia de materiais, verifica-se que alguns pilares acabam sendo subdimensionados ao se empregar o método de dimensionamento convencional, situação que vai contra a segurança.

Além disso, ao se compararem os dois tipos de sistemas de fundação, foi possível visualizar que, dependendo do local de implantação da obra e da solução técnica escolhida para as fundações, o fluxo de esforços e a ocorrência de recalques se dão de forma diferente. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de tratar cada projeto estrutural como um projeto único. Assim, deve-se agir com cautela ao se reproduzir o mesmo edifício em diferentes locais, sem antes avaliar como as condições do solo e das fundações podem afetar o comportamento estrutural dos elementos que compõem a superestrutura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. K. L.; OLIVEIRA, P. E. S.; AMORIM, M. D.; ROMA, R. F.; OLIVEIRA, M. S.; MAIA, G. B.; GUSMÃO, A. D. Análise de Efeito de Grupo em Elementos de Fundação Profunda de Edifícios. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA*, 19., 2018, Salvador. *Anais [...]*. Salvador: ABMS, 2018. v. 2, p. 589-596.
- ANTONIAZZI, J. P. **Interação solo-estrutura de edifícios com fundações superficiais**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- AOKI, N. Aspectos geotécnicos da interação estrutura-macício de solos. *In: JORNADAS SUL-*

AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, 28., 1997, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: SET-EESC-USP/Associação Sul-Americanas de Engenharia Estrutural, 1997. v. 1, p. 7-20.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8036**: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro, 1983.

BURLAND, J. B.; BROMS, B. B.; MELLO, V. F. B. Behaviour of foundations and structures. *In*: INTERNACIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 9., 1977, Tokyo. **Proceedings [...]**. Tokyo: Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1977. v. 2, p. 495-546.

CHAMECKI, S. Considerações com rigidez da estrutura no cálculo de recalques da fundação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS, 1954, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre, RS. v.1, 1954.

DELALIBERA, R. G.; BUTTLER, A. M.; NOGUEIRA, C.; GIONGO, J. S.; CORRÊA, M. R. Estabilidade global de edifícios de concreto armado: análise dos métodos P- Δ e γz considerando a deformabilidade da fundação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 47., 2005, Recife. **Anais...** Instituto Brasileiro do Concreto, São Paulo, 2005.

GUSMÃO, A. D. **Estudo da interação solo-estrutura e sua influência em recalques de edificações**. 1990. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

HOLANDA JÚNIOR, O. G. **Interação solo-estrutura para edifícios de concreto armado sobre fundações diretas**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

JORDÃO, D. R. **Estabilidade Global de Edifícios sobre Fundações Profundas Considerando a Interação Estrutura-Solo**. 2003. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

MOURA, A. R. L. U. **Interação solo-estrutura em edifícios**. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 1995.

POULOS, H. G. Settlement Analysis of Structural foundation system. *In*: SOUTHEAST ASIAN CONFERENCE ON SOIL ENGINEERING, 4., 1975, Kuala Lumpur. **Proceedings [...]**. Kuala Lumpur, Malaysia, 1975. p. 54-62.

REIS, J. H. C. **Interação solo-estrutura de grupo de edifícios com fundações superficiais em argila mole**. 2000. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

SILVA; A. C.; SALES; M. M. Interação Solo-Estrutura no projeto de um edifício de 50 pavimentos. *In*: SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA, 9., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ABEF, 2019.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações**: Volume Completo. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

ESTUDO DO REAPROVEITAMENTO E RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Airton Braga Teixeira Júnior¹
Danielle Aparecida do Prado²
Milton Gonçalves da Silva Junior²
Joaquim Orlando Parada³
Aurélio Caetano Feliciano⁴
Rafael Gonçalves Fagundes Pereira⁴
Jéssica Dias⁴

RESUMO

O setor da construção civil ocupa uma posição de destaque na economia brasileira, por outro lado, gera um volume expressivo de resíduos sólidos, onde os mesmos nem sempre possuem uma adequada gestão, e na maioria das vezes são depositados em locais irregulares, consequentemente comprometendo a qualidade de vida do meio ambiente, do mesmo modo tem como o objetivo analisar os resíduos sólidos da construção civil, destacando as técnicas, os tipos de processamento, reciclagem e reuso, propondo possíveis soluções para a sua destinação final, visando uma significativa diminuição na geração dos resíduos, preservando os recursos naturais. Através da revisão de literatura adotando um método quantitativo, onde serão realizadas coletas de dados em informações secundárias, livros e artigos científicos, a fim de captar informações sobre o tema abordado no projeto. Dessa forma, percebe-se que se deve enfatizar o ganho ambiental, através das técnicas, dos tipos de processamento, reciclagem e reuso dos resíduos sólidos da construção civil, que pode ser obtido com a utilização de agregados reciclados, que além de apresentarem custo inferior aos agregados naturais, diminuem a extração de matéria prima natural, e mitigam impactos ambientais com uma destinação final correta e menos agressiva, que além do ganho ambiental proporciona obras sustentáveis e de baixo custo.

Palavras-Chave: Resíduos sólidos. Reciclagem. Destinação final.

STUDY ON THE REUSE AND RECYCLING OF SOLID WASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION

ABSTRACT

The civil construction sector occupies a prominent position in the Brazilian economy, on the other hand, it generates an expressive volume of solid waste, where they are not always properly managed, and most of the time they are deposited in irregular places, consequently compromising the quality of life of the environment, likewise aims to analyze solid waste from civil construction, highlighting techniques, types of processing, recycling and reuse, proposing possible solutions for their final destination, aiming at a significant reduction in generation waste, preserving natural resources. Through the literature review adopting a quantitative method, where data will be collected on secondary information, books and scientific articles, in order to capture information on the topic addressed in the project. Thus, it is clear that the environmental gain must be emphasized, through techniques, types of processing, recycling and reuse of solid waste from civil construction, which can be obtained with the use of recycled aggregates, which in addition to having a lower cost to natural aggregates, they reduce the extraction of natural raw material, and mitigate environmental impacts with a correct and less aggressive final destination, which in addition to the environmental gain provides sustainable and low-cost works.

Keywords: Solid waste. Recycling. Final destination.

Recebido em 10 de abril de 2020. Aprovado em 30 de abril de 2020.

¹ Engenheiro Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: sicitaguaru@gmail.com; danielleprado2014@gmail.com

² Professor Doutor, do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: professormiltonjunior@outlook.com

³ Coordenador do curso de Engenharia Civil - Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: joaquim.parada@unievangelica.edu.br

⁴ Docente Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: aureliocfeng@gmail.com

INTRODUÇÃO

A revisão de literatura em palavras mais simples é um levantamento literário do que há de mais atual sobre um tema. A revisão de literatura deve conter informações atuais sobre a problemática a ser estudada, razão pela qual se torna muito importante para o pesquisador que se inicia a Pesquisa Científica, porque o auxilia a definir com precisão o objeto de sua investigação, e também lhe mostra se a pesquisa que realiza pode trazer uma nova contribuição ou conhecimento. (Ciribelli, 2003, p. 88).

Os resíduos da construção e demolição também são conhecidos popularmente como entulhos, conforme D'almeida e Vilhena (2000, p. 179) que o define como sendo “Um conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc., provenientes do desperdício na construção, reforma, e/ou demolições de estruturas, como prédios, residências e pontes”.

A Resolução CONAMA nº 307/2002 define os resíduos da construção civil (RCC) como sendo aqueles:

“São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.”

No Brasil existe a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos que define os resíduos da construção civil (RCC) como: aqueles que são gerados em obras de construção, reformas, reparos e demolições, até mesmo aqueles gerados de atividades da construção civil como terraplanagem, escavação e movimentação de solo mesmo.

O CONAMA classifica e diferencia os resíduos sólidos da construção civil (RCC) em quatro classes, que serão mostradas posteriormente.

Essa diferenciação feita pelo CONAMA 307/2002 de classificar os RCC em quatro classes distintas, foi criada de forma a facilitar para o gerador os possíveis destinos mais favoráveis para cada tipo de resíduo e com isso consequentemente contribuindo para um menor custo de disposição final e preservando o meio ambiente (Brasil, 2002).

De acordo com Neto (2005), os resíduos da construção civil (RCC) podem ser gerados em diferentes tipos de obras como na construção de novas obras, reformas, reparos, demolições, restaurações e de infraestrutura, ou seja, qualquer atividade do setor da construção civil pode gerar resíduos de quantidades e composições diferentes, a quantidade e composição variam muito no tipo de obra executada e em suas fases em execução.

A quantidade de RCC gerados no Brasil bem como estudo realizado pela ABRELPE e IBGE (2012), mostra que no ano de 2011 o volume de RCC coletado foi de 106.549 toneladas/dia, logo no ano de 2012 o volume foi de 112.248 toneladas/dia, o que implica um aumento de mais de 5% da geração de RCC no Brasil.

Brasileiro & Matos (2015) realizaram revisão bibliográfica recente, cujas pesquisas retratam a preocupação quanto à geração dos resíduos provenientes da indústria da construção não somente no Brasil, mas em todo o mundo. De acordo com os autores, os estudos realizados indicaram que o primeiro passo para o adequado gerenciamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) está na obtenção do diagnóstico local. Ressaltaram ainda que, com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, espera-se que cada estado da federação adote medidas de

reciclagem de (RCD), desde a implantação de usinas de britagem para a produção de agregados reciclados até a implantação de medidas que garantam a sua utilização.

Os (RCC) são originários de diversas atividades da construção civil como, por exemplo, construções, reformas, reparos, ampliação da edificação, ou seja, são de diversas origens.

Os principais locais que os gerados são atraídos para o descarte dos (RCC), são áreas de preservação ambiental, margens de corpos d'água ou em áreas de mata ciliar, e devido ao alto despejo de (RCC) nesses locais vão surgindo os graves problemas ao meio ambiente como: soterramento da vegetação, alteração da qualidade do solo em função da não segregação dos resíduos e da presença de matérias químicas como, por exemplo: resto de tintas e outros (CORNELI, 2009).

Da mesma forma Gaede (2008) a disposição irregular de (RCC) geralmente parte de uma população mais carente que não possui uma condição financeira boa para poder contratar um serviço que proporcione um destino adequado para o descarte dos resíduos gerados em suas obras de reforma, reparo ou construções. Esses locais de descarte irregular geralmente estão localizados nas periferias das cidades, ou seja, locais onde possui maior número de áreas livres.

O setor da construção civil além de ser um dos grandes geradores de resíduos como visto na pesquisa realizada pela (ABRELPE; IBGE, 2012), também é um grande consumidor de recursos naturais conforme John (2000).

A princípio Santos (2007), as extrações de recursos naturais para abastecer o setor da construção civil são elevadas. Logo o processo de mineração e o processamento desses materiais geram impactos ao meio ambiente como: desmatamento, erosão do solo, poluição do ar, e poluição da água.

Uma maneira de diminuir o uso contínuo de recursos naturais que cada vez mais estão sendo escassos seria fazer o reaproveitamento ou a reciclagem dos (RCC).

Os resíduos produzidos nos canteiros de obras podem ser utilizados na mesma obra, mas para que isso ocorra é necessário que o responsável pela obra gerencie todo um procedimento para que nada seja desperdiçado no canteiro de obras e sim reaproveitado. A maneira de gerenciamento desses resíduos vai variar de cada local, pois conforme Santos (2008) as características socioeconômicas e culturais de cada Município são distintas.

No Brasil foi criada a resolução CONAMA 307/2002 de modo a incentivar o gerador de RCC a implantar um sistema de gerenciamento que prioriza a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras, em seguida a reutilização desse processo do qual é muito viável, pois não a necessidade de utilização de novas fontes energéticas, caso nada disso seja possível deve-se destinar os resíduos para um local de reciclagem.

Os processos para separação e beneficiamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) são inspirados em técnicas utilizadas há bastante tempo em operações de beneficiamento de minérios. Tais processos baseiam-se essencialmente em moagem (trituração) e peneiramento do (RCD). Muitas das vezes um simples peneiramento do entulho permite separar um material passível de reutilização na obra, com características semelhantes à brita 1(um), pedrisco ou areia.

A reciclagem de (RCC) é uma atividade muito antiga, pois o continente Europeu utilizou desse meio para a reconstrução de seu continente após a segunda guerra mundial, que desde essa época aos tempos de hoje essa técnica vem sendo utilizada pela Europa em especial a Holanda (Vedroni, 2007).

Desde já Ricci (2007) diversos países da Europa estão descartando o uso de aterros para destinação dos (RCC), a maneira da qual esses países estão resolvendo isso é em relação ao incentivo da reciclagem com a implantação de novas leis nos países e rigorosas taxas que são cobradas para a destinação dos (RCC) em aterros.

No Brasil muitas Prefeituras Municipais realizam a coleta e em seguida fazem a reciclagem dos (RCC), e algumas construtoras de obras de edifícios estão implantando um sistema de reaproveitamento com equipamento de trituração dos resíduos, com um investimento baixo se comparado com os prejuízos com que os resíduos trazem para a sociedade (D'almeida; Vilhena, 2000).

Bem como Moreira, Dias e Rezende (2007), o uso de agregados derivados dos (RCC) para camadas de pavimentação, além de diminuir os impactos ambientais gerados ao meio ambiente, eliminará um grande problema que empresas do ramo vêm enfrentando que é a dificuldade de encontrar jazidas de materiais adequados e localizadas em locais com uma distância razoável para o transporte e que sejam utilizados como agregado de camadas para pavimentação.

Sob o mesmo ponto de vista Hortegal, Ferreira e Sant'Ana (2009), um estudo realizado na cidade São Luís-MA, mostraram que foram coletados (RCC) em duas obras distintas com características diferentes, ou seja, uma de reforma e outra de construção. Os resultados foram satisfatórios em termos de reutilização dos resíduos reciclados para pavimentação, pois se utilizar uma mistura de 50% de solo mais 50% de (RCC) ou 70% de solo mais 30% de (RCC) essa mistura pode ser utilizada como sub-base para pavimentação de vias de baixo volume de tráfego, e para reforço de subleito uma mistura de 30% de solo mais 70% de (RCC), todas essas misturas propostas pelo autor estão respeitando a NBR 15115.

No Brasil existem diversos equipamentos e máquinas para reciclar os (RCC), logo D'almeida e Vilhena (2000), para implantar um sistema de reaproveitamento e reciclagem dos (RCC) gerados no Município primeiramente deve fazer um planejamento do sistema de reaproveitamento dos (RCC) que envolve diversas questões a serem analisadas como: da maneira mais adequada de coleta de (RCC) para o Município, minimizar ou eliminar o despejo irregular de resíduos no Município, o custo financeiro com equipamentos e pessoal para aplicação do sistema.

Existem três requisitos básicos que devem ser atendidos para aplicação de um sistema de reaproveitamento de (RCC) com o auxílio de equipamentos e máquinas próprias para o fim desejado que seja a geração de agregados reciclados: i. Deve se fazer a triagem do entulho bruto em um local adequado com o trabalho do pessoal e equipamentos selecionado para essa função; ii. É a trituração dos (RCC) com equipamento adequado para o volume gerado no local; iii.:verificar a qualidade de agregados gerados após o processo que dependerá basicamente da composição do entulho, a granulometria do agregado que dependerá da trituração e do peneiramento (D'almeida; Vilhena, 2000).

O trabalho teve como objetivo identificar e expor os tipos de resíduos sólidos da construção civil; descrever as técnicas, tipos de processamento, reciclagem e reuso dos resíduos sólidos da construção civil e propor possíveis soluções para a destinação final dos resíduos sólidos da construção civil.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de Dados

Para o desenvolvimento deste projeto, será usado o método qualitativo, que frequentemente Denzin e Lincoln (2006), envolvem uma abordagem interpretativa do mundo, o que significa que seus pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando entender os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles confere. Seguindo essa linha de raciocínio, Vieira e Zouain (2005) afirmam que a pesquisa qualitativa atribui importância fundamental aos depoimentos dos atores sociais envolvidos, aos discursos e aos

significados transmitidos por eles. Nesse sentido, esse tipo de pesquisa preza pela descrição detalhada dos fenômenos e dos elementos que o envolvem.

O trabalho será dividido em duas etapas, sendo que a primeira será realizada através de uma coleta de informações em dados secundários, onde serão analisados livros e artigos científicos específicos, a fim de captar informações sobre as palavras-chave do tema abordado no projeto, a fim de realizar um levantamento qualitativo das informações a serem utilizadas no processo de pesquisa, de modo a identificar os tipos de resíduos sólidos provenientes da construção civil. Através das pesquisas serão identificados os tipos de resíduos sólidos que são gerados na construção civil, identificando os processos de reciclagem e as possíveis soluções para a destinação final dos resíduos sólidos da construção civil.

A segunda fase, após a triagem das informações coletadas, os dados serão utilizados para responder os questionamentos abordados nos objetivos.

Análise de Dados

Segundo André e Lüdke (1986 p.45), analisar os dados qualitativos significa “trabalhar” todo o material obtido durante a pesquisa, ou seja, os relatos das observações, as transcrições de entrevistas, as análises de documentos e as demais informações disponíveis.

A partir das informações coletadas será possível identificar e quantificar os tipos de resíduos, bem como sua classe, conforme as normas nacionais de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil. Onde será estabelecida uma melhor organização dos canteiros de obras, quanto à separação de cada tipo de resíduos, criando um sistema integrado de transporte, tanto para a reciclagem quanto para a destinação final. Criar um plano de gerenciamento para a reciclagem e reuso dos resíduos sólidos, onde será proposta a utilização de técnicas e tipos de processamento para o reaproveitamento dos resíduos, transformando-os em matéria prima para a fabricação de agregados e novos produtos, bem como a sua reutilização de forma sustentável, buscando possíveis benefícios e vantagens, que possam diminuir os impactos ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificar e expor os tipos de resíduos sólidos da construção civil

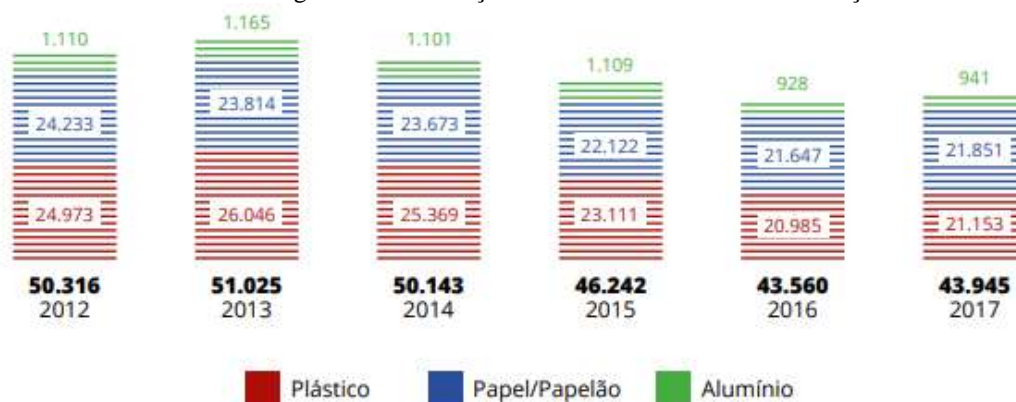
A indústria da construção civil é uma atividade de suma importância para o desenvolvimento de uma nação, todavia é causadora de grande impacto ambiental ao longo de todo seu processo produtivo, no qual inclui a ocupação do solo, extração de recursos naturais, transporte e armazenamento de matéria prima, e principalmente a geração de resíduos sólidos. Apesar de todos os benefícios gerados pelo crescimento do setor de construção civil, tais mudanças também trouxeram um lado negativo, causado pelos impactos ambientais. Como é o caso, por exemplo, da quantidade de resíduos sólidos advindos dessas construções. Normalmente os resíduos do setor são acumulados na frente das obras e se iniciam com pequenas quantidades que são geradas nas fases iniciais e aumentam visivelmente quando a obra vai chegando aos estágios finais.

A procedência dos resíduos da construção civil (RCC) é instituída pela Resolução (CONAMA) nº 307, 431, 348 respectivamente, Brasil (2002) a qual define que os resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. A classificação dos resíduos da construção civil (RCC) é dividida em quatro grupos, sendo eles:

classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados tais como: componentes cerâmicos, argamassa, concreto, entre outros; classe B - compreendem os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papelão, metais, vidros, papel, madeiras, gesso, entre outros; classe C são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação, como por exemplo: vidros, espelhos, telhas termo acústicas; classe D - são os resíduos perigosos, tais como tintas, solventes, óleos, amianto, entre outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, (Vargas, 2018).

Sendo assim, os resíduos sólidos da construção civil podem ser identificados como tijolos, telhas, revestimento cerâmico, pisos, azulejos, britas, pedra, areia, cascalho, mármore, blocos e tubos de concreto, concreto simples, concreto armado, argamassa, solos, placas de gesso, vidros, pontas de vergalhões de aço, arames, pedaços de chapas de aço, latões, caixas, pregos, parafusos, alumínio, pedaços de madeiras, papelão, plástico, conduites, mangueiras, tubos, PVC, isopor, materiais betuminosos, asfalto, papel de embalagens, sacos, sacarias, tintas, seladores, textura, vernizes, solventes, restos de vegetação, raízes e materiais orgânicos. De acordo com Mello *et al* (2017, p. 1354) os principais resíduos gerados pela construção civil são “madeira, cimento, concreto, plástico, PVC, papel, papelão, vidro, tintas, aço, alumínio, tijolos, piso cerâmicos e demais componentes do entulho de obras, decorrente de falhas construtivas, erros de projeto e de execução, má qualidade dos materiais utilizados e falta de qualificação da mão de obra”. A porcentagem de contribuição de cada resíduo pode ser observada no gráfico 1.

Gráfico 1. Porcentagem de contribuição dos resíduos sólidos da construção civil



Fonte: Abrelpe (2017)

Conforme apresentado no gráfico 1, entre os anos de 2012 a 2015, o plástico apresentou o maior índice de contribuição, com 26.046 toneladas dentre os três tipos de resíduos sólidos pesquisados, seguido pelo papel/papelão com 23.814 toneladas e o alumínio com 1.165 toneladas. No entanto, pode-se observar que no ano de 2016 e 2017 que o cenário mudou, onde o papel/papelão superou o plástico, com 21.851 toneladas na porcentagem de resíduos gerados. Outro fator bastante importante a ser observado é com relação ao volume gerado, que no ano de 2012 foi de 50.316 ton., e no ano de 2017 foi de 43.945 ton., sofrendo assim uma redução significativa na quantidade de resíduos sólidos gerados nos canteiros de obras.

O entulho é gerado muitas vezes por deficiências nas atividades realizadas no canteiro de obras, tais como: erros de projeto, má execução, matéria prima de má qualidade e dos processos da construção civil, tais como: falhas na execução, erros humanos, de serviços, perdas por mau armazenamento, das reformas ou reconstrução, Melo e Frota (2014). De acordo com

Siege (2017) a composição dos resíduos sólidos da construção civil é classificada conforme art. 3º da resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasil (2002) na prática os resíduos da construção resumem-se a materiais cerâmicos, argamassa e seus componentes, que representam em média 90% de todos os resíduos gerados em obras. Segundo Mazur (2015) esses resíduos são provenientes de erros encontrados nos projetos, tais como: falhas no transporte, falhas no armazenamento e na organização ao dispor os materiais no pátio da empresa, desperdício dos materiais e vários outros. Apesar do setor de construção civil ser o setor que mais cresce em todo o mundo e o principal gerador de resíduos de toda a sociedade, sua vantagem é que cerca de 80% desse volume de resíduos gerados podem ser reciclados. Além de redução da superexploração de jazidas minerais para extração de recursos naturais não renováveis, há também, a carência de locais para a deposição desses resíduos, fazendo com que as distâncias entre os locais de demolição e as áreas de disposição sejam cada vez maiores, onerando os custos de transporte. A reciclagem de RCD contribui também para a ampliação da vida útil dos aterros, especialmente em grandes cidades, em que a construção civil é intensa e há escassez de área para deposição. (Brasileiro e Matos, 2015).

As perdas ocasionadas pelo desperdício dos materiais durante a construção de uma edificação são as grandes responsáveis pela geração de resíduos de construção e demolição (RCD) no canteiro de obras, Matuti e Santana (2019). Estas perdas podem ocorrer em diferentes fases da obra e por distintos motivos: perda ocasionada por superprodução, quando, por exemplo, produz-se argamassa em quantidade superior à necessária para o dia de trabalho; perda por manutenção de estoques, podendo induzir os operários a reduzirem os cuidados com os materiais por saber que existe grande quantidade armazenada; perda durante o transporte, quando, por exemplo, os blocos cerâmicos quebram por serem carregados em carrinhos-demão não apropriados ou o saco de cimento rasga por ser carregado no ombro do trabalhador; perda pela fabricação de produtos defeituosos, quando, por exemplo, durante a inspeção de qualidade é verificado que uma parede foi construída em desacordo com o projeto, ou quando o projeto sofre alteração, ou ainda quando, no ato da desforma de uma peça estrutural, constata-se que a concretagem foi mal executada; perda no processamento em si, quando, por exemplo, são feitos recortes em placas cerâmicas ou quebras em blocos cerâmicos para adequação com a área construída. Os materiais que normalmente são desperdiçados em maior quantidade nos canteiros de obra são o cimento, a areia e a argamassa, não necessariamente nesta ordem. E a ocorrência de perdas acontece com mais intensidade no estoque e no transporte dos materiais do que durante o processamento em si (Formoso *et al*, 1996, p. 18).

Descrição das técnicas, tipos de processamento, reciclagem e reuso dos resíduos sólidos da construção civil

A princípio o elevado crescimento populacional do Brasil nas últimas décadas, é essencial ter uma infraestrutura urbana adequada para suprir as necessidades da população. Desta maneira, o setor da construção civil torna-se essencial para a construção de moradias, prédios públicos, escolas, hospitais, obras rodoviárias, de saneamento básico, gerando assim uma quantidade significativa de resíduos sólidos, que na maioria das vezes são descartados como lixo, sendo que os mesmos poderiam ser reciclados e reutilizados. Bem como o avanço da construção civil no Brasil, há a produção anual de 84 milhões de m² de resíduos conhecidos como Resíduo de Construção e Demolição (RCD), e menos da metade são reciclados ou reaproveitados (Niero, 2016).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi disposta pela Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Esta apresenta em seus princípios, as diretrizes relacionadas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Esta lei define que os resíduos

sólidos podem ser material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se propõe procederem ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2010).

Para Pinto, Melo e Notaro (2016) A geração de resíduos na construção civil varia de acordo com a localidade, com o método construtivo, com a disponibilidade de matéria-prima local, com a densidade demográfica, entre outros fatores peculiares que interferem no tipo e no volume de (RCC). Portanto, todo método deve ser analisado com cuidado, pois podem ocorrer variações numéricas relativas à diversidade dos fatores que interferem na taxa de geração de (RCC). No entanto, é notório que alguns municípios enfrentem problemas com a ausência na gestão, em especial no que diz respeito à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), comprometendo o processo de quantificação dos resíduos gerados. Desse modo, faz-se necessário a utilização de técnicas quantitativas específicas para cada localidade, considerando sua categoria, precedentes e consequências.

Para a correta implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil e de processos de reutilização e reciclagem de resíduos sólidos faz-se necessário seguir na íntegra as normas e exigências estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, como forma de fazer o correto manejo dos resíduos, que vai deste a triagem até a destinação final. Como forma de atender a demanda crescente no rigor da legislação, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou normas que estabelecem requisitos necessários para utilização e reciclagem dos resíduos de construção civil (RCC), sendo elas: ABNT NBR 15112/2004, áreas de transbordo e triagem; ABNT NBR 15113/2004, Aterros; ABNT NBR 15114/2004, áreas de reciclagem, ABNT NBR 15115/2004, para utilização de (RCC) em camadas de pavimentação (reforços do subleito, sub-base e base), e ABNT NBR 15116/2004, que trata dos resíduos para pavimentação e preparo de concreto utilizado sem função estrutural, sendo que esta última encontra-se em processo de atualização e revisão. Visando obter melhor aproveitamento no que diz respeito às tecnologias de tratamento dos resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos define que os resíduos devem ter uma destinação final ambientalmente adequada, sendo constituída pela reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e o aproveitamento energético, além de outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, segurança e minimizar os impactos ambientais adversos. Entretanto, para se fazer o correto tratamento dos resíduos sólidos e consequentemente a correta destinação final dos mesmos, minimizam-se assim os riscos a saúde pública, pois, uma quantidade menor de resíduos sólidos será descartada de maneira incorreta no meio ambiente. A prática da reciclagem depende da implantação de tecnologias em máquinas e equipamentos necessários para a realização das etapas do processo de reciclagem, que transformam o entulho em agregados. De acordo com Miranda, Angulo e Careli (2009, p. 65) os processos de reciclagem de RCCs em quase todas as usinas brasileiras são bem semelhantes, sendo estas compostas por: alimentador vibratório, transportadores de correia, britador de impacto ou mandíbula, eletroímã e peneira vibratória. Nesse sentido, a reciclagem implica em fazer retornar ao ciclo de produção os materiais, como, papel, plástico, vidro, metal e matéria orgânica que foram usados e descartados. O inciso XIV, em seu art. 3º da lei 12.305/2010, define reciclagem como:

Reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente

(SISNAMA) e, se couber do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária SUASA” (Brasil, 2010).

De modo a cumprir com as leis vigentes e aplicáveis aos resíduos sólidos, deve-se analisar e pesquisar o melhor método para tratar seus resíduos. O objetivo maior das tecnologias de tratamento de resíduos é diminuir os impactos ambientais no meio ambiente e para a saúde humana, além de, em alguns casos, gerar retorno financeiro para as organizações. As tecnologias podem consistir em: disposição final ou tratamento intermediário, para diminuir a periculosidade dos mesmos, possibilitando a sua reutilização ou reciclagem. Há tecnologias capazes de realizar com eficiência as etapas desde: coleta, seleção, tratamento, reintrodução nas cadeias produtivas e destinação final dos rejeitos.

Algumas dessas tecnologias podem ser vistas logo depois. i. Combustíveis Derivados de Resíduos: são definidos como combustíveis preparados a partir de resíduos não perigosos, cuja utilização visa à recuperação de energia em unidades de incineração ou de co-incineração reguladas pela legislação ambiental, Persu (2014). ii. Sensores Óticos ou Fotoelétricos: têm como princípio de funcionamento o uso da propagação da luz. Este tipo de sensor é utilizado geralmente na medição da distância entre um objeto e o sensor. A luz emitida pelos sensores óticos pode ser de diferentes tipos e cada tipo é indicado para uma determinada aplicação. A luz vermelha é indicada para detecção de objetos opacos de médio e grande porte, como caixas de papelão e embalagens não metalizadas. A luz laser é utilizada para detecções mais precisas envolvendo objetos de pequeno porte, devido ao feixe de emissão da luz ser estreito e direcionado. E por último, a luz infravermelha é utilizada quando há a necessidade de se detectar objetos transparentes, como vidro, garrafas de plástico entre outros objetos, Correia (2016). iii. Pirólise: essa tecnologia realiza a destruição térmica de materiais orgânicos, como na incineração. Entretanto, o processo da pirólise é realizado na ausência total ou parcial de um agente oxidante absorvendo o calor. Dessa forma, qualquer tipo de material orgânico se decompõe, dando origem a três fases: uma sólida, o carvão vegetal; outra gasosa; e, finalmente, outra líquida, frequentemente designada de fração pirolenhosa (extrato ou bio-óleo) Ribeiro e Amaral (2013, p. 52). iv. Plasma Térmico: essa tecnologia compreende a criação de um arco elétrico sustentado pela passagem de corrente elétrica através de um gás em um processo chamado de ruptura dielétrica. A vantagem desse processo decorreria da eficiência do mesmo, no tratamento de resíduos e efluentes perigosos. A desvantagem, a seu turno, decorreria do elevado custo associado ao consumo de energia elétrica para obtenção do plasma térmico, Barros (2013). v. Gaseificação: também é um processo de decomposição da matéria orgânica em que há conversão de matéria-prima sólida ou líquida em gás, por meio de oxidação parcial, sob a aplicação de calor. Ocorrem a partir da reação de carbono com o vapor para produção de hidrogênio, dióxido e monóxido de carbono, metano, nitrogênio e vapor d'água (FEAM, 2012, p. 34).

A reciclagem de resíduos sólidos da construção civil está cada vez mais sendo implantada e implementada pelas construtoras, pois, esse procedimento minimiza a extração de recursos naturais, proporcionando obras sustentáveis e de baixo custo para as empreiteiras, fato esse que chamou muito a atenção do setor, pois através da reciclagem foi possível ter uma redução significativa dos custos de uma obra, ao mesmo tempo, aliada a redução dos resíduos sólidos, minimizando assim os impactos ambientais. O processo de reciclagem é uma ferramenta vital para melhorar a qualidade ambiental e a saúde humana. Segundo MMA (2017) a reciclagem é um conjunto de técnicas de reaproveitamento de materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo, transformando objetos e materiais usados em novos produtos para o consumo. Deste modo faz-se necessário a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos que é um documento técnico que identifica a tipologia e a quantidade de geração de cada tipo de resíduos e indica as formas ambientalmente corretas para

o manejo, nas etapas de geração, acondicionamento, transporte, transbordo, tratamento, reciclagem, destinação final.

Conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasil (2002) o gerenciamento de resíduos da construção civil deve abranger o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. Aliado a esse panorama, em seu artigo 18 a Política Nacional de Resíduos Sólidos, condiciona a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos pelas prefeituras como requisito para obtenção de repasses de verbas destinadas aos serviços de limpeza dos municípios. Ainda, no artigo 20, indica-se a necessidade da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para empreendimentos cujos resíduos gerados, mesmo sendo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não são equiparados aos resíduos domiciliares, como por exemplo, as organizações de construção civil (Brasil, 2010).

Para se aplicar um apropriado gerenciamento dos resíduos da construção civil (RCC) é necessária uma prévia caracterização dos resíduos a serem gerados, identificando um a um os resíduos que são gerados no canteiro de obras e suas respectivas classes. Essa caracterização norteia a definição das etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), como i. segregação, ii. acondicionamento, iii. transporte, iv. tratamento dos resíduos e v. disposição final dos rejeitos, sendo a necessária apresentação deste plano para adequação à legislação vigente. Um dos pré-requisitos para incremento dos índices de reciclagem mecânica da fração seca dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é a correta segregação na fonte e posterior disponibilização para coleta seletiva, sistemas de triagem, logística reversa ou outra forma que resulte no aproveitamento efetivo desse montante (ABRELPE, 2017, p. 65).

1º etapa: Segregação ou triagem é bem relevante para o processo de gerenciamento dos resíduos da construção e demolição (RCD), pois, se bem executada, possibilitará a máxima reciclagem dos resíduos, considerando que estes sejam encaminhados para usinas de reciclagem. (Figura 1). Para que os resíduos sejam reciclados e reaproveitados como matéria-prima, as características do produto reciclado devem ser compatíveis ao uso a que ele se propõe Silva *et al* (2016) consideram que, para realizar a segregação de RCD nos canteiros de obras, pode-se utilizar a mão de obra que deve ser previamente treinada. Além da triagem auxiliar à reciclagem dos resíduos, também pode contribuir para a organização e limpeza do canteiro, beneficiando na redução de acidentes de trabalho causados pela desordem dos canteiros de obras.

Figura 1: Segregação de resíduos sólidos no canteiro de obra



Fonte: Google (2019).

2º etapa: De acordo com a NBR 12.980/1993, acondicionamento é o ato ou efeito de embalar os resíduos sólidos para o seu transporte, em algum elemento destinado ao armazenamento temporário de resíduos que aguardam a coleta. O correto acondicionamento pode contribuir para a coleta seletiva e a reciclagem, além de otimizar a operação, prevenir acidentes, minimizar o impacto visual, olfativo, evitar poluição do meio ambiente e doenças que são causadas pelo lixo. Recipientes inadequados ou improvisados (pouco resistentes, mal fechados ou muito pesados), com materiais sem a devida proteção, aumentam o risco de acidentes de trabalho. O manuseio e o acondicionamento correto dos resíduos possibilita a maximização das oportunidades com a reutilização e a reciclagem em virtude do menor índice de contaminação, já que alguns materiais podem tornar-se irrecuperáveis se não forem acondicionados de forma adequada, bem como permite a redução dos riscos de danos ambientais e sociais e a racionalização dos recursos despendidos no gerenciamento de resíduos (Cortês *et al*, 2018).

Segundo NBR 13463/1995, os serviços de coleta de resíduos sólidos podem ser classificados como: regular, especial, seletiva e particular. Segundo SNIS (2016) no Brasil a coleta seletiva é praticada em 35,7% do total de municípios, porém vale ressaltar que não se tem informações sobre a abrangência dessa coleta seletiva em cada município, podendo a mesma ocorrer somente em uma pequena parte como também em todo o município, contudo, é bastante nítida a incidência deste serviço nas regiões Sul e Sudeste. Independentemente das produtividades, nestas duas regiões, praticamente, 50% dos municípios afirmaram realizar o serviço de coleta seletiva, na região Centro-Oeste 23,4%, enquanto que nas regiões Norte e Nordeste este número sequer atinge 20%. (Figura 2). Com relação ao aspecto econômico, o planejamento e a organização de um bom sistema de coleta são fundamentais, uma vez que esta fase corresponde de 50% a 80%, e às vezes mais, do custo das operações de limpeza nos centros urbanos (FUNASA, 2007).

Figura 2. Acondicionamento de resíduos sólidos em baias individuais



Fonte: Google (2019).

3º etapa: O transporte interno dos resíduos consiste no processo de remoção dos resíduos presentes nos dispositivos para acondicionamento inicial e a disposição no local de acondicionamento final dentro do canteiro de obras Zanelato (2016, p. 63). Conforme Andrade *et al* (2013, p. 7) o transporte interno dos resíduos é realizado pelos funcionários com auxílios

de carros de mão, sacos de lixo ou guincho, de acordo com a necessidade do tipo de resíduo a ser movimentado. (Figura 3).

A falta de grandes áreas que atendam a necessidade de construção de um aterro sanitário faz com que a distância percorrida para disposição final dos resíduos sólidos aumente com o passar dos anos, implicando em uma elevação dos custos de operação do sistema de limpeza urbana associados ao transporte e à necessidade de construção de estações de transferência, Castro, Silva, Marchand (2015). A ABRELPE em seu panorama nacional, referente ao ano de 2017, em conformidade com essa informação ao comparar que no ano de 2016 o percentual de resíduos sólidos urbanos (RSU) encaminhados aos aterros sanitários era de 59%, com aproximadamente 114.189 ton./dia, enquanto que no ano de 2017 houve um aumento nessa disposição final para 59,1%, com total registrado de 115.801 ton./dia (ABRELPE, 2017).

Figura 3. Transporte de resíduos sólidos da construção civil



Fonte: Google (2019).

4º etapa: As diferentes formas de valorização e tratamento de resíduos conseguem reduzir a quantidade a ser encaminhada para um destino final, mas não são capazes de eliminar a necessidade deste. (Figura 4). É importante, então, planejar todo o sistema de gestão de resíduos de forma que o local de destino final gere menos impactos ao ambiente, natural e urbano, onde ele está inserido, Manarino; Ferreira e Gandolla (2015). No art. 9º a Política Nacional de Resíduos Sólidos define que antes de se chegar uma disposição final é necessária seguir uma ordem de prioridade no gerenciamento dos resíduos sólidos, com a seguinte sequência: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Após a redução dos resíduos gerados, o próximo passo seria a reutilização dos materiais sem qualquer tipo de beneficiamento. Como fazer o tratamento dos resíduos nem sempre é possível e há a necessidade de solucionar o problema da grande quantidade de resíduos da construção civil (RCC), da demanda de matéria-prima, dos problemas de gerenciamento dos resíduos e do impacto ambiental causado, deverá ser feita a reciclagem do material. Para isso, é necessário fazer algum tipo de beneficiamento para que possam ser utilizados.

Figura 4. Tratamento dos resíduos sólidos da construção civil



Fonte: Google (2019).

5º etapa: A disposição final adequada de resíduos sólidos urbanos (RSU) registrou um índice de 59,1% do montante anual encaminhado para aterros sanitários. (Figura 5). As unidades inadequadas como lixões e aterros controlados, porém, ainda estão presentes em todas as regiões do país e receberam mais de 80 mil toneladas de resíduos por dia, com um índice superior a 40%, com elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos à saúde. A disposição final dos resíduos sólidos da construção civil no Brasil se dá através dos aterros sanitários, aterros controlados e lixões, sendo que os volumes dispostos nos mesmos no ano de 2017 representam respectivamente 59,1%, 22,9% e 18% ABRELPE (2017). Ainda é importante ressaltar que o único material a ser destinado em aterros sanitários são os rejeitos, materiais esses sem potencial de reuso ou reciclagem, para os demais rejeitos se devem buscar meios para reutilização (Spinola, 2017).

Figura 5. Disposição final de resíduos sólidos da construção civil em aterro de inertes



Fonte: Google (2019).

Os resíduos de construções e demolições representam de 40 a 70% de todos os rejeitos sólidos nas cidades brasileiras de médio e grande porte. A produção anual gira em torno dos 84 milhões de m³ e menos da metade dessa quantidade (cerca de 46%) é reciclada, Niero (2016). De acordo com a Resolução n° 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasil (2002) a reutilização de resíduos consiste no processo de reaplicação do resíduo, sem que ocorra a transformação do mesmo. A reutilização hoje se torna de fundamental importância tendo em vista a escassez de matéria-prima cada vez maior no planeta. Os resíduos de construção apresentam grande potencial para sua reutilização, gerando novos materiais ou agregados, também sendo aplicando na composição de materiais já existentes para melhorar sua qualidade, durabilidade ou resistência. A reutilização feita conforme as normas gera grande benefício ao meio ambiente, diminuindo a quantidade de resíduos que seriam descartados de maneira incorreta que iriam para na natureza ou até mesmo na zona urbana. (Matuti e Santana, 2019).

A reutilização de materiais, tanto em usinas de reciclagem como no canteiro de obras, é uma prática que pode gerar lucro para o construtor, pois o simples reuso do material na obra já o libera do ônus de pagar para um terceiro retirar, tratar ou enviar para um aterro específico de resíduos da construção civil. A variação da porcentagem da reciclagem dos resíduos da construção e demolição em diversos países é função da disponibilidade de recursos naturais, distância de transporte entre reciclados e materiais naturais, situação econômica e tecnológica do país e densidade populacional Carvalho *et al* (2014). Para realizar a reutilização de materiais é necessário levar em consideração a viabilidade econômica em cada caso, evitando sua remoção e destinação precipitada. O manejo adequado dos resíduos de obra possibilita uma identificação mais fácil de materiais reutilizáveis, ocasionando em uma maior economia, uma vez que não será necessária a aquisição de novos materiais e nem a contratação de transporte para remoção (Mattos, 2013).

Nas usinas brasileiras as principais etapas de operação observadas são ABRECON (2017, p. 108): recebimento; triagem primária; despejo dos resíduos de construção e demolição (RCD) no alimentador vibratório; britagem dos resíduos; separação magnética (ou por densidade) de metais possivelmente presentes; triagem secundária (por catação); peneiramento e classificação do material; estocagem segregada dos produtos finais para a venda. É apresentada por Silva e Paschoalin Filho (2018) a sequência de operação de uma Usina de Reciclagem de Entulhos – URE: (Figura 6).

Figura 6. Etapas de uma usina de reciclagem de entulhos. A – depósito de resíduos para triagem; B – equipamento de moagem; C – britador de mandíbula e D – agregados já reciclados classificados de acordo com sua granulometria.



Fonte: Silva e Paschoalin Filho (2018).

Conforme apresentado na figura 6, pode-se observar a sequência de operação e funcionamento de uma usina de reciclagem de entulhos, através de quatro etapas, segundo as figuras 6A, B, C e D, sendo necessário o uso de máquinas e equipamentos específicos para essa finalidade. Na figura 6A: Os resíduos são depositados na usina, em seguida são submetidos à triagem a fim de selecionar os materiais que serão reciclados pela URE ou destinados para cooperativas. Nesta etapa os resíduos são separados conforme a sua classe, objetivando dar a destinação correta para cada um deles, encaminhando-os para os devidos processos de reciclagem; figura 6B: Os resíduos classe A, após triagem, são colocados e levados, por meio de caçambas metálicas ao equipamento de moagem, os quais serão reduzidos de acordo com a granulometria desejada, nesta etapa, possíveis resíduos de aço são separados da massa de resíduos da construção civil (RCC) por meio de eletroímãs. Nesta etapa, após, os resíduos serem devidamente separados os mesmos passam pelo processo de moagem com o objetivo de fragmentar os resíduos em frações menores e uniformes; figura 6C: neste processo os materiais são lançados dentro de um britador de mandíbula para que seja triturado, a máquina possui sistema de peneiramento onde separa o agregado miúdo do agregado graúdo. Nesta etapa, após, a moagem dos resíduos os mesmos são submetidos à trituração, onde o resíduo dá origem a um subproduto chamado de agregado, que pode ser classificado como miúdo ou graúdo; figura 6D: após os materiais serem separados no britador de mandíbula, os agregados já reciclados são separados por peneiramento e classificados de acordo com sua granulometria. Nesta etapa os resíduos já se encontram como agregados, e serão separados por processo de peneiramento, visando classificar os mesmos de acordo com o seu diâmetro.

Possíveis soluções para a destinação final dos resíduos sólidos da construção civil

A construção civil na atualidade assume seu papel de indústria competitiva, que registra os maiores índices de capacidade de emprego. Porém, ao contrário das outras indústrias de transformação, a construção civil possui peculiaridades que ao mesmo tempo em que dificultam o emprego de metodologias específicas, estimulam o sentimento de “engenhar” na busca de soluções mais econômicas e mais rápidas. Alie-se a isto a necessidade do setor de adequar-se às novas tendências industriais no que diz respeito à capacidade de reduzir-se ao mínimo o consumo dos recursos naturais e os resíduos gerados nos processos. É preciso a conscientização de que o desperdício gerado na construção civil, seja por exigências de clientes, seja por planejamento inadequado, resulta em prejuízo para toda a sociedade. Os recursos naturais utilizados na fabricação dos insumos são limitados, sendo inadmissível que estes insumos sejam devolvidos em forma de resíduos, descontroladamente ao meio ambiente, criando cada vez mais situações desfavoráveis no sistema. Racionalizar, portanto, é palavra de ordem hoje no meio industrial e a construção civil empenha-se em contribuir como um setor de fundamental importância na economia do país.

A população brasileira apresentou um crescimento de 0,75% entre 2016 e 2017, enquanto a geração per capita de resíduos sólidos urbanos (RSU) apresentou aumento de 0,48%. A geração total de resíduos aumentou 1% no mesmo período, atingindo um total de 214.868 toneladas diárias de (RSU) no país, ABRELPE (2017). Os resíduos da construção civil (RCC) são compostos basicamente por resíduos da classe A (concreto, argamassa, tijolos, revestimentos cerâmicos) e classe B (plástico, papelão, madeira, metal, gesso), correspondendo respectivamente a aproximadamente 80% e 20% do montante gerado no canteiro de obras. Contudo, os resíduos pertencentes à classe A, tem potencial para seu reaproveitamento e reutilização do material no próprio canteiro de obras (para nivelamento do solo, por exemplo), ou reciclagem a qual permite que o resíduo seja modificado por meio de fragmentação (britagem) a fim de obter o agregado reciclado que pode ser utilizado na confecção de novos

materiais construtivos ou até mesmo empregado em diversas tipologias de obras (Vargas, 2018).

A resolução nº 307, do Conselho Nacional Do Meio Ambiente, Brasil (2002) enfatiza que os resíduos de construção e demolição (RCD) não podem ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de descarte, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei. Para os resíduos de construção e demolição (RCD) classe A, a disposição final adequada é exclusivamente em aterro de inertes, sendo que estes resíduos devem, preferencialmente, ser reciclados. Segundo Brasil (2002) aterro de inertes é áreas onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil classe A no solo, visando à disposição de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente. Enquanto o aterro de inertes é uma técnica de disposição final, a unidade de triagem e compostagem (UTC), por exemplo, é uma técnica que deve preceder a etapa de disposição, uma vez que proporciona o reaproveitamento dos resíduos por meio da triagem dos materiais recicláveis e da compostagem da porção orgânica para geração de adubo orgânico, Felicori (2016). Outro método bastante eficaz para a destinação final dos resíduos sólidos da construção civil é o processo de incineração que consiste na redução de peso e volume do lixo pela combustão controlada, esse método ainda é mais utilizado para o tratamento dos resíduos hospitalares, comerciais, industriais, e de construção civil, no caso do Brasil. A incineração é um processo termoquímico de tratamento de resíduos, que consiste na combustão de resíduos sólidos e líquidos em usinas com processos controlados, com conseqüente redução do volume e da periculosidade dos resíduos. O material incinerado produz gases de combustão, podendo ser fonte de energia graças à geração de vapor superaquecido em caldeiras de recuperação de calor. A energia recuperada pode ser utilizada para produção de calor e geração de energia elétrica (BNDES, 2014, p. 55). O Conselho Nacional do Meio Ambiente indica que os resíduos de construção e demolição (RCD) de Classe A deve ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados. Em último caso, podem ser encaminhados para áreas de aterro de resíduos da construção civil. Contudo, quanto aos resíduos das classes B, C e D, a resolução não especifica formas de reciclagem ou reutilização para cada tipo de resíduo, apenas indica que devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Deste modo, podem-se observar algumas opções para a destinação final de componentes de obras: i. o entulho de concreto, se não passar por beneficiamento, pode ser utilizado na construção de estradas ou como material de aterro em áreas baixas. Caso passe por britagem e posterior separação em agregados de diferentes tamanhos, pode ser usada como agregado para produção de concreto asfáltico, de sub-bases de rodovias e de concreto com agregados reciclados; artefatos de concreto, como meio-fio, blocos de vedação, briquetes; ii. a madeira pode ser reutilizada na obra se não estiver suja e danificada. Caso não esteja reaproveitável na obra, pode ser triturada e usada na fabricação de papel e papelão ou pode ser usada como combustível; iii. o papel, papelão e plástico de embalagens, bem como o metal podem ser doados para cooperativas de catadores; iv. o vidro pode ser reciclado em novo vidro, em fibra de vidro, telha e bloco de pavimentação ou, ainda, como adição na fabricação de asfalto; v. o resíduo de alvenaria, incluindo tijolos, cerâmicas e pedras, pode ser utilizado na produção de concretos, embora possa haver redução na resistência à compressão, e de concretos especiais, como o concreto leve com alto poder de isolamento térmico. Pode ser utilizado também como massa na fabricação de tijolos, com o aproveitamento até da sua parte fina como material de enchimento, além de poder ser queimado e transformado em cinzas com reutilização na própria construção civil; vi. os sacos de cimento devem retornar à fábrica para utilização como combustível na produção do cimento; vii. o gesso pode ser reutilizado para produzir o pó de gesso novamente ou pode ser usado como corretivo de solo; viii. os resíduos perigosos devem

ser incinerados ou aterrados com procedimentos específicos. Alguns resíduos como os de óleos, de tintas e solventes, agentes abrasivos e baterias podem ser reciclados (Cabral e Moreira, 2011, p.30).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em suas respectivas resoluções 307, 348, 431, 467 bem como apresenta as possíveis soluções para a destinação final dos resíduos de construção e demolição (RCD) e suas respectivas classes, Brasil (2002; 2004; 2011; 2015) são respectivamente, as classes de resíduos sólidos da construção civil são definidas da seguinte forma: Classe A, os resíduos dessa categoria podem ser reutilizados ou reciclados na própria construção civil como agregado, por exemplo: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem e componentes cerâmicos. Classe B são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso. Classe C, para os resíduos dessa categoria, não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. Classe D são resíduos perigosos oriundos do processo de construção (tintas, solventes, óleos e outros) ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriunda de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, assim como telhas e demais objetos e materiais que contenham produtos nocivos à saúde.

CONCLUSÃO

Em virtude dos fatos mencionados, entende-se que a indústria da construção civil ocupa uma posição de destaque na economia nacional. Por outro lado, acredita-se que a construção civil, é grande geradora de impactos ambientais, aparecendo muitas vezes como o maior gerador de resíduos sólidos de toda a sociedade. Conforme se observa é imprescindível que todos se conscientizem de que o destino dos resíduos da construção civil é de suma importância, visto tratar-se de expressivo volume, além de representar uma fonte de degradação ambiental. Bem como no que se refere tanto à sua obtenção na natureza, como à sua destinação final, que se feita de forma inadequada traz sérios danos ao meio ambiente, que também causa uma enorme demanda por espaços.

Contudo, percebe-se que se deve enfatizar o ganho ambiental, através das técnicas, dos tipos de processamento, reciclagem e reuso dos resíduos sólidos da construção civil, que pode ser obtido com a utilização de agregados reciclados, que além de apresentarem custo inferior aos agregados naturais, diminuem a extração de matéria prima natural, e mitigam impactos ambientais com uma destinação final correta e menos agressiva. A reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil está cada vez mais sendo implantada é implementada pelas organizações, pois, além do ganho ambiental esse procedimento proporciona obras sustentáveis e de baixo custo. Portanto, o gerenciamento de resíduos da construção civil é instrumentado e definido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e pela Resolução do CONAMA, que objetiva a correta gestão dos resíduos gerados nos canteiros de obras. São do conhecimento prévio dos resíduos gerados que se definem as etapas de acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final, levando-se em conta os critérios e diretrizes da legislação pertinente.

REFERÊNCIAS

ABRECON - Associação Brasileira para a Reciclagem dos Resíduos da Construção. **Cartilha do curso de gestão integrada da construção civil e operação de usina de reciclagem de entulho** 14. ed. São Paulo. 2017. 108 p. Disponível em:

REVISTA UNIARAGUAIA (Online)	Goiânia	v. 15	n. 1	jan./abr. 2020	78
------------------------------	---------	-------	------	----------------	----

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

https://issuu.com/abrecon/docs/cartilha-curso14ed_abrecon_leitura. Acesso em: 29 mar. 2019.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Quantidade total de RCD Coletado pelos municípios no Brasil, São Paulo, SP. 2012. 83 p. Disponível em: <http://a3p.jbrj.gov.br/pdf/ABRELPE%20%20Panorama2012.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2018.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2017, p. 14 - 65.

ANDRADE, Amanda Amorim et al. Plano De Gerenciamento De Resíduos Da Construção Civil: Um Estudo De Caso Na Obra Do Prédio Dos Laboratórios Dos Cursos De Engenharia Da Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte. In: Xxxiii Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 33., 2013, Salvador, BA. **Anais...**. Salvador, BA: Enegep, 2013. p. 1 - 25. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_sto_185_056_23017.pdf>. Acesso em: 4 mar. 19.

ANDRÉ, Marli E. D. A e LÜDKE, Menga. Pesquisa em educação: **abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 45 p.

BARROS, Regina Mambeli. **Tratado Sobre Resíduos Sólidos: Gestão, Uso e Sustentabilidade**. 1ª Edição – 2013. Rio de Janeiro: Editora Interciência; Minas Gerais: Acta, 2013.

BNDES – Banco Nacional De Desenvolvimento Econômico e Social. **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Jaboatão dos Guararapes, PE: Grupo de resíduos sólidos – UFPE, 2014. 55 p. Disponível em: <http://www.protegeer.gov.br/images/documents/50/7.%20BNDES,%202014.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2019.

BRASIL - Presidência da República – Casa Civil. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, Institua Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS): **dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 11 fev. 2019.

BRASIL, Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **CONAMA N° 307**: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. 1 ed. Brasília: José Carlos Carvalho, 2002. 4 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

BRASIL, Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **CONAMA N° 348**: Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. 1 ed. Brasília: Marina Silva, 2004. 1 p. Disponível em: <http://gestaoderesiduos.ufsc.br/files/2014/08/Conama_348_2004_Altera_307_Perigosos.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2019.

BRASIL, Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **CONAMA N° 431**: Altera o art. 3o da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. 1 ed. Brasília: Izabella Teixeira, 2011. 1 p. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=649>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

BRASIL, Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **CONAMA N° 467**: Dispõe sobre critérios para a autorização de uso de produtos ou de agentes de processos físicos, químicos ou

biológicos para o controle de organismos ou contaminantes em corpos hídricos superficiais e dá outras providências. Brasília: Izabella Teixeira, 2015. 4 p. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2015/res_conama_467_2015_disp%C3%B5e_crit%C3%A9rios_autoriza%C3%A7%C3%A3o_uso_produtos_age ntes_processos_f%C3%ADsicos_qu%C3%ADmicos_biol%C3%B3gicos_controle_organism os_contaminantes_corpos_h%C3%ADricos_superficiais.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E.. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, [s.l.], v. 61, n. 358, p.178-189, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v61n358/0366-6913-ce-61-358-00178.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra; MOREIRA, Kelvya Maria de Vasconcelos. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Fortaleza, Ce: Sinduscon Ce, 2011. 44 p.

CARVALHO, Alexsandro; STOROPOLI, João; QUONIAM, Luc. Prospecção de Patentes para a Solução Sustentável de Problema da Indústria da Construção: O Espaçador de Concreto. **Revista Inovação, Projetos e Tecnologias**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.115-127, 1 dez. 2014. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/iptec.v2i1.21>. Disponível em: <<http://www6.uninove.br/ojs/journaliji/index.php/iptec/article/view/21/48>>. Acesso em: 20 fev. 19.

CASTRO, Marcos André de Oliveira e; SILVA, Neliton Marques da; MARCHAND, Guillaume Antoine Emile Louis. Desenvolvendo indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão, Amazonas, Brasil. **Engenharia sanitária e Ambiental**, [s.l.], v. 20, n. 3, p.415-426, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522015020000109837>. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n3/1413-4152-esa-20-03-00415.pdf>>. Acesso em: 1 nov. 2018.

CIRIBELLI, Marilda Corrêa. **Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: 7 Letras, 2003. 222 p.

CORNELI, V. M. **Análise da Gestão de Resíduos da Construção e Demolição no Município de Campo Mourão/Paraná**. Programa de Pós-graduação em (Engenharia Urbana) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2009. 157 p.

CORREIA, Manuel Mendes. **Modelo De Apoio À Decisão Para A Utilização De Tic Na Otimização Da Recolha De Resíduos Recicláveis**. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão, Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2016. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/113658355-Modelo-de-apoio-a-decisao-para-a-utilizacao-de-tic-na-otimizacao-da-recolha-de-residuos-recicla-veis.html>>. Acesso em: 20 mar. 19.

CÓRTEZ, Renata Silva et al. **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília: Superior Tribunal de Justiça, 2018. 41 p. Disponível em: <http://www.stj.jus.br/static_files/STJ/Institucional/Educa%C3%A7%C3%A3o%20e%20cultura/socioeducativo/plano_gerenciamento_residuos.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

D' ALMEIDA, Maria L. O.; VILHENA, André. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas IPT/Compromisso Empresarial para Reciclagem CEMPRE, 2000. Disponível em: <https://docplayer.com.br/80166237-Lixo-municipal-manual-de-gerenciamento-integrado.html>. Acesso em: 03 set. 2018.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: **a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa**. In. (Org.) DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. **Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Porto Alegre: Artmed, 2006, p. 15-42.

FEAM, Fundação Estadual do Meio Ambiente; DESENVOLVIMENTO, Diretoria de Pesquisa e; CLIMÁTICAS, Gerência de Energia e Mudanças. **Aproveitamento Energético De**

Resíduos Sólidos Urbanos: Guia De Orientações Para Governos Municipais De Minas Gerais. Belo Horizonte: Feam, 2012. 163 p. Disponível em: <[http://www.resol.com.br/cartilhas/aproveitamento_energetico_de_rsu_gui_a_feam_\(2\).pdf](http://www.resol.com.br/cartilhas/aproveitamento_energetico_de_rsu_gui_a_feam_(2).pdf)>. Acesso em: 18 fev. 19.

FELICORI, Thaís de Carvalho et al. Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Viçosa, Mg, v. 21, n. 3, p.547-560, set. 2016. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016146258>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Eduardoantonio_Marques/publication/308281363_Identificacao_de_areas_adequadas_para_a_construcao_de_aterrros_sanitarios_e_usinas_de_triagem_e_compostagem_na_mesorregiao_da_Zona_da_Mata_Minus_Gerais/links/57f65ee708ae8da3ce576c56.pdf>. Acesso em: 22 mar. 19.

FORMOSO, C.T. et al. Perdas na construção civil: conceitos, classificações e indicadores de controle. São Paulo, *Téchne*, v. 23, p.30-33, jul/ago, 1996.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília: Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde, 2001. 409 p. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/ccz/files/2016/03/FUNASA-MANUAL-SANEAMENTO.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 19.

GAEDE, Lia Pompéia Faria. **Gestão Dos Resíduos Da Construção Civil No Município De Vitória-ES E Normas Existentes**. 2008. 74 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção Civil, Tecnologia e Produtividade das Construções, Escola de Engenharia da Ufmg, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Lia.pdf>>. Acesso em: 9 set. 18.

HORTEGAL, Mylane Viana; FERREIRA, Thiago Coelho; SANT'ANA, Walter Canales. Utilização De Agregados Resíduos Sólidos Da Construção Civil Para Pavimentação Em São Luís - MA. **Pesquisa em Foco**, São Luís, Ma, v. 17, n. 2, p.60-74, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa da população do ano de 2013. JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. São Paulo: Departamento de (Engenharia de Construção Civil) - Escola Politécnica da USP (PCC USP). 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228600228_Reciclagem_de_residuos_da_construcao. Acesso em: 12 ago. 2018.

MANNARINO, Camille Ferreira; FERREIRA, João Alberto; GANDOLLA, Mauro. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Europeia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s.l.], v. 21, n. 2, p.379-385, 20 jun. 2016. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016146475>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/2016nahead/1809-4457-esa-S1413_41522016146475.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2019.

MATTOS, Bernardo Bandeira de Mello. **Estudo Do Reuso, Reciclagem E Destinação Final Dos Resíduos Da Construção Civil Na Cidade Do Rio De Janeiro**. 2013. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009307.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2019.

MATUTI, Bruna Barbosa; SANTANA, Genilson Pereira. Reutilização de resíduos de construção civil e demolição na fabricação de tijolo cerâmico: uma revisão. **Scientia Amazônia**, Amazonas, v. 8, n. 1, p.1-13, 2019. Disponível em: <<http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2018/11/v.-8-n.1-E1-E13-2019.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

MAZUR, Joyce. **Resíduos Sólidos Da Construção Civil E A Logística Reversa No Canteiro De Obras Vinculados À Saúde E Segurança Do Trabalhador**. 2015. 51 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3840/1/CT_CEEEST_XXIX_2015_17.pdf>. Acesso em: 21 set. 2018.

MELO, João Ricardo de Souza; FROTA, Consuelo Alvez da. A situação dos resíduos sólidos oriundos da construção civil vertical na cidade de Manaus. **Tecnologia e Conhecimento: T&C Amazônia**, Amazônia, n. 23, p.32-39, 2014. Disponível em: <http://tecamazonia.com.br/wp-content/uploads/2017/03/revista_tec_ed23.pdf>. Acesso em: 20 out. 18.

MELLO, Jean Benitez et al. Estudo sobre a viabilidade técnica e econômica da reciclagem de entulho para a produção de concreto em obras civis. **Evangelista**, Sorocaba Sp, v. 19, n. 5, p.1352-1363, 1 dez. 2017. Disponível em: <<http://www.engenharia.uff.br/files/docs/Engevista19x05/90.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

MMA, Ministério Do Meio Ambiente. **Reciclagem: E o que dá para reciclar e o que não é reciclável?**. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/destaques/item/7656-reciclagem>>. Acesso em: 10 out. 2018.

MIRANDA, Leonardo F. R.; ANGULO, Sérgio C; CARELI, Élcio D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

MOREIRA, José Franklin; DIAS, João Fernando; REZENDE, Maria Elisa B.. **Utilização de Resíduos de Construção e Demolição em Base de Pavimentos na Cidade de Uberlândia-MG**. 2007. Disponível em: <<http://www.assender.com.br/wp-content/uploads/2015/09/9.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

NETO, J. C. M. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos, SP: Rima editora, 2005. 152 p.

NIERO, Jamille. **Reciclagem de resíduos da construção civil economiza recursos naturais e reduz custos**. 2016. Disponível em: <http://novo.more.ufsc.br/homepage/inserir_homepage>. Acesso em: 01 abr. 2019.

PERSU, Plano Estratégico Para Os Resíduos Urbanos. **Uma fonte renovável de recursos**: Proposta de Plano – Auscultação das entidades envolvidas. Brasília: Ersar, 2014. 125 p. Disponível em: <http://apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2014/RelatorioPropostaPERSU2020_Fev14_v2.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2019.

PINTO, Gilberto Júnior Ferreira; MELO, Eusileide Suianne Rodrigues Lopes de; NOTARO, Krystal de Alcantara. Geração De Resíduos Sólidos Da Construção Civil: Métodos De Cálculo. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7., 2016, Campina Grande, Pb. **Anais...**. Campina Grande, Pb: Ibeas – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 216. p. 1 - 5. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/III-003.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. AMARAL, Carlos Henrique Carvalho. Gestão de Resíduos Sólidos. In: COSTA, Beatriz Souza; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira (Coord.). **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos – Direitos e Deveres**. Ed. Lumen Juris: Rio de Janeiro, 2013, p.39- 55.

RICCI, Gino. **Estudo de características mecânicas do concreto compactado com rolo com agregado reciclado de construção e de demolição para a pavimentação**. 2007. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em:

<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-09012008-162125/publico/mestrado.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2018.

SANTOS, Eder Carlos Guedes dos. **Aplicação de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados (RCD-R) em Estruturas de Solo Reforçado**. 2007. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos Sp, 2007.

SANTOS, Regina Bega dos. **Movimentos Sociais Urbanos**. São Paulo: Unesp, 2008. 176 p.
SIENGE. **Tudo Sobre Os Resíduos Sólidos Da Construção Civil**. 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 27 fev. 2019.

SILVA, D.; REMBISKI, F.; COUTINHO, S.; RADINZ, G. **Análise do gerenciamento de resíduos de construção civil em condomínios residenciais unifamiliares**. In: XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2016.

SILVA, Tamara Francine Duarte; PASCHOALIN FILHO, João Alexandre. Gerenciamento De Resíduos De Construção Civil Por Meio De Usina De Reciclagem De Entulho: Estudo De Caso Da Proguaru/Guarulhos. In: VII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETO, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 7., 2018, São Paulo. **Anais...** . São Paulo: Singep, 2018. p. 1 - 14. Disponível em: <<https://singep.org.br/7singep/resultado/79.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 19.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016**. Brasília: Ministério das Cidades, 2018. 188 p. (CDD 352.6). Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2016>>. Acesso em: 28 fev. 2019.

SPINOLA, Gabriela Monteiro Rodrigues. **Caracterização e dimensionamento de aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos no Brasil e nos municípios paulistas**. Relatório final de projeto de iniciação científica. Inpe: São José dos Campos, SP, 2017. Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/08.09.18.18/doc/Gabriela%20Monteiro%20R.%20Spinola.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2019.

VARGAS, Carolline. **Análise Da Gestão De Resíduos Da Construção Civil No Estado Do Paraná E Município De Cascavel-Pr**. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais - Ppgca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Toledo Paraná, 2018. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3635/2/Carolline_Vargas_2018.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.

VEDRONI, José Wilson. **Estudo De Caso Sobre A Utilização Do Rcd (Resíduos De Construção E Demolição) Em Reaterros De Valas Nos Pavimentos De Piracicaba Sp**. 2007. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, Estudo de Caso Sobre A Utilização do Rcd (resíduos de Construção e Demolição) em Reaterros de Valas nos Pavimentos de Piracicaba Sp, Campinas, 2007. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/257071/1/Vedroni_JoseWilson_M.pdf>. Acesso em: 06 out. 2018.

VIEIRA, M. M. F. e ZOUAIN, D. M. Pesquisa qualitativa em administração: **teoria e prática**. Rio de Janeiro: 2ª Editora FGV, 2005. 224 p.

ZANELATO, Vitor Karam. **Estudo De Caso Sobre Gestão De Resíduos Sólidos Da Construção Civil Em Obra Na Cidade De Florianópolis**. 2016. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico – Ctc, Universidade Federal de Santa Catarina – Ufsc, Florianópolis, 2016. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/165276/TCC%20-%20Vitor%20Karam%20Zanelato%20UFSC%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.
Acesso em: 14 abr. 2019.

USO DA BORRACHA DE PNEUS INSERVÍVEIS COMO ADIÇÃO NO ASFALTO PARA MANUTENÇÃO DE ESTRADAS

Glairton Nogueira¹
Adolfo Pastana de Oliveira²
Diogo de Almeida Marques²
Sarah Bueno de Castro³
Anderson Sales Budelon²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o comportamento estrutural e mecânico das misturas asfálticas empregadas na manutenção das vias pavimentadas com a incorporação de borracha reciclada de pneus usados. A metodologia empregada resultou em significativa melhoria do desempenho estrutural da mistura asfáltica com borracha quando comparada com uma mistura de referência (sem borracha). Observaram-se as alterações no desempenho das misturas variando-se as quantidades de cimento asfáltico e borracha para uma mesma composição granulométrica de agregados. As misturas foram avaliadas com base no Método Marshall e resistência à tração por compressão diametral. Encontrando o traço adequado para que se tenha uma economia de ligantes e um aproveitamento considerado da borracha extraída de pneus inservíveis, que na sua maioria acabam poluindo o meio ambiente. Todos os resultados dos ensaios são apresentados.

Palavras-chave: Ensaios. Misturas asfálticas. Borracha.

USE OF INSERVABLE TIRE RUBBER AS ADDITION TO ASPHALT FOR MAINTENANCE OF ROADS

ABSTRACT

The aim of this work was to characterize the structural and mechanical behavior of asphalt mixtures used in maintenance of paved pathways with the incorporation of recycled rubber tires used. The methodology employed has resulted in significant improvement of the structural performance of asphalt mixture with rubber when compared to a reference mixture (without rubber). Observed changes in performance of mixtures varying quantities of rubber and asphalt cement for a same granulometric composition of aggregates. The mixes were evaluated based on the Marshall Method and tensile strength by diametral compression. Finding the appropriate trait for a saving of binders and a recovery considered rubber extracted from scrap tires, which mostly end up polluting the environment. All results of the tests are presented.

Keywords: Essays. Asphalt mixtures. Rubber.

Recebido em 18 de abril de 2020. Aprovado em 30 de abril de 2020.

¹ Graduada em Engenharia Ambiental pela PUC Goiás, atua em atividades voltadas para o gerenciamento de projetos ambientais, materiais de construção e resíduos sólidos agroindustriais. Possui formação técnica em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG).

² Centro Universitário Luterano de Santarém

³ Pontifícia Universidade Católica de Goiás

INTRODUÇÃO

A busca por alternativas para a construção de rodovias é constante, dada à escassez de materiais naturais e ao aumento de custos dos materiais de construção.

Segundo Cury (2002), o alto custo e a função estrutural das camadas asfálticas e cimentadas são aspectos marcantes no desempenho do pavimento, esta razão de se combinar asfaltos com determinados polímeros é prevenir a degradação prematura do pavimento com o uso e reduzir os custos de manutenção.

De acordo com Salini (1998), a utilização da borracha, como polímero, adicionado ao cimento asfáltico tradicional não é apenas um produto a mais, inerte, colocado apenas para “recheiar”, e sim, funciona como um grande ligante do asfalto reconhecido mundialmente.

Devido às crescentes preocupações ambientais, tem-se questionado a respeito da destinação ou deposição de pneus inservíveis. O reaproveitamento destes pneus se constitui, em todo o mundo, em um desafio, dadas as suas peculiaridades de durabilidade, quantidade, volume, peso e, principalmente, dificuldade de propiciar uma nova destinação ecológica e economicamente viável (MORILHA JR. e GRECA, 2003).

Nesse sentido, a utilização da borracha de pneu moído, ou pó de pneu, nas misturas asfálticas mostra-se como uma das alternativas ambientalmente adequadas, que pode apresentar grandes reduções de volume desse resíduo em todo o mundo (CURY, 2002).

O pavimento asfáltico é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplanagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

A ocorrência prematura e excessiva de deformação permanente nos pavimentos asfálticos tem sido motivo de grande preocupação entre técnicos e pesquisadores brasileiros da área de pavimentação. As deformações que aparecem sob a forma de depressões longitudinais nas trilhas de roda, são o resultado da acumulação de pequenos afundamentos que ocorrem toda vez que um carregamento é aplicado (SILVA, 2007).

Entretanto, a incorporação de borracha proveniente de pneus inservíveis em revestimentos asfálticos de pavimentos tem sido utilizada em larga escala devido a conveniência ecológica de proporcionar uma destinação adequada aos pneus inservíveis e a melhoria técnica que o ligante asfáltico agrega, com sua modificação proporcionada pela borracha, são os grandes motivadores da utilização deste tipo de ligante (PINTO, 1998).

A matéria prima desses pneus pode ser empregada de várias formas, desde a sua utilização total através de alternativas viáveis economicamente e ecologicamente adequadas como também na formação de depósitos clandestinos, geradores de degradação ambiental.

Um dos usos mais nobres da borracha pulverizada é como insumo modificador dos asfaltos tradicionais. Esta modificação obtida é interessante e extremamente benéfica para melhoria do ligante e aumento da durabilidade dos pavimentos asfálticos (MEDINA, 1997).

O principal fator que motiva a incorporação de polímeros no asfalto é aumentar a vida de serviço do pavimento, diminuindo a susceptibilidade da mistura asfáltica às variações térmicas, aos riscos de deformações permanentes e falhas por fadiga. Preferivelmente os polímeros também devem melhorar as características elásticas do pavimento, contribuir para uma maior adesão entre o cimento asfáltico e o agregado, aumentar a resistência ao envelhecimento do cimento asfáltico, entre outras (SENÇO, 1997).

A modificação ou melhoria dos ligantes asfálticos utilizados em pavimentação, com adição de borracha de pneus, é considerada uma alternativa atraente para o melhoramento das propriedades dos materiais betuminosos, já que o resultado final é um revestimento com

características técnicas superiores às verificadas em misturas asfálticas convencionais (BALBO, 2007).

Conforme Souza (1980), a borracha constituinte do pneu possui excelentes propriedades físico-químicas para ser incorporada ao ligante convencional, trazendo uma série de melhorias que se refletem diretamente na durabilidade do pavimento, a saber: a incorporação de agentes anti-oxidantes e inibidores da ação de raios ultravioleta que diminuem, sensivelmente, o envelhecimento do CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo), o aumento da resistência à ação química de óleos e combustíveis, a diminuição da suscetibilidade térmica e o aumento da deformação de tração admissível (melhorando o comportamento à fadiga).

O asfalto borracha é uma mistura efetuada a quente, sob condições controladas, de ligante asfáltico (Cimento asfáltico de petróleo – CAP), borracha moída de pneus (BMP), onde o teor da borracha varia de 15% a 20% em relação ao peso total da mistura, diluentes e alguns aditivos especiais se houver necessidade (CASTRO, 2010).

Contudo, este trabalho tem como objetivo avaliar a incorporação da borracha de pneus inservíveis como aditivo no Asfalto para manutenção de estradas, mediante a realização de ensaios, comprovando viabilidade técnica, questões sociais e ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados agregados, cimento asfáltico e borracha triturada de pneus. Estes materiais foram caracterizados seguindo-se as normas ou procedimentos específicos.

No método de produção asfáltica incluindo a borracha como aglutinante de adesividade foi realizado a seguindo os padrões técnicos laboratoriais para todos os tipos de agregados exigidos pelo DNIT diferenciando somente no manuseio da borracha como aglutinante de adesividade externa.

Operação primária: secar os materiais em estufa para eliminação de umidade indesejada e de outros detritos em fogo baixo para não danificar os mesmos em temperatura média de 60°C e depois separa-los em bandejas as porções a serem trabalhadas.

Operação intermediária: execução dos cálculos da densidade, peso específico e granulometria para a produção do asfalto.

Operação conclusiva: elevar os agregados misturados (areia média + pó de brita) em um recipiente à temperatura de 161 °C, de acordo com os seus percentuais desejados. Em outro recipiente misturar (CAP + borracha moída) e elevar ao fogo à temperatura de 170 °C de acordo com os seus percentuais desejados, permanecendo no mínimo por 40 minutos na temperatura estipulada para um melhor amolecimento da borracha.

Após atingir as temperaturas desejadas adiciona-se o aglutinante (CAP + borracha) aos agregados (areia média e pó de brita) misturando com uma espátula até se alcançar uma homogeneidade, em seguida colocar em um recipiente de moldagem de corpo de prova, desferindo 75 golpes com soquete de moldagem na face do corpo de prova. Uma vez pronto e após 24hs ele é submetido aos testes de qualidade realizados em laboratório.

O aglutinante usado na mistura foi o C.A.P (Cimento Asfáltico de Petróleo) CAP50/70 produzido e comercializado pela Empresa Petrobrás e Manaus – AM e a borracha triturada nas empresas locais de recauchutagem de pneus no município de Santarém.

Os agregados empregados no ensaio foram a areia média, encontrada no barranco do Conrado em Santarém, e pó de brita oriundo da mineradora Caltarem na cidade de Monte Alegre. Agregado 1 (areia média) com densidade real de 2,63 e peso específico de 1,21 e Agregado 2 (pó de brita) com densidade real de 2,67 e peso específico de 1,51.

Os testes foram feitos a partir de dosagem de mistura betuminosa A.A.U.Q. (Areia Asfáltica Usinado à Quente).

Para a composição percentual da mistura dos agregados foi utilizado o método de tentativas, alcançando os valores de 40% de pó de brita e 60% de areia média. A composição da mistura pode ser identificada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição da mistura.

Peneiras	Faixa de projeto (%)	Faixa “A” (%) - DNIT	Faixa Média (%)
¾”	100	100	100
½”	100	100-100	100
3/8”	100	100-100	100
Nº4	94,8	80-100	90,0
Nº10	79,5	60-95	77,5
Nº40	23,9	16-52	34,0
Nº80	7,1	4-15	9,5
Nº200	4,7	2-10	6,0

Fonte: Resultados de Ensaios, de acordo com normas do DNIT.

A borracha empregada foi obtida por trituração do material resultante da decapagem de pneus de veículos comerciais leves, com granulometria máxima de 2,4 mm e com 70% ficando retido na peneira 0,297mm (peneira Nº 50). Pelo fato de inexistir um ensaio rodoviário específico, a determinação da densidade real da borracha foi efetuada a partir da média de quatro leituras de deslocamento de fluido (querosene) à temperatura de 25° C, apresentado na Tabela 2.

Este procedimento foi adotado por ser de fácil execução e permitir boa precisão. Em um recipiente graduado de laboratório (béquer) foram colocados 12 ml de querosene e foi determinado o peso inicial. A seguir foram adicionados 2 ml de borracha e o conjunto foi novamente pesado (peso final). Conhecendo-se o volume de borracha adicionado e a diferença de peso (peso final - peso inicial) foi possível determinar a densidade da borracha.

Tabela 2 - Leituras efetuadas com a borracha para determinar a densidade.

Número da amostra	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Densidade da amostra	Densidade média
1	42,95	45,30	1,18	
2	42,75	45,09	1,17	1,16
3	42,75	45,04	1,15	
4	42,73	45,05	1,16	

Fonte: Estudo feito em laboratório.

As temperaturas de trabalho para as diversas etapas do procedimento Método Marshall, foram baseadas tomando-se como referência a correlação da curva “Viscosidade/Temperatura”:

- Aquecimento dos agregados entre 161 a 177 °C;
- Temperatura de asfalto para mistura entre 150 a 153 °C;
- Temperatura de compactação da massa entre 144 a 150 °C.

Para a moldagem, cura e ruptura dos corpos de prova, foram dosadas em laboratório quatro misturas, e para cada uma foram moldados três corpos de prova, com porcentagens de asfalto variando entre 6,0%; 6,5%; 7,0% e 7,5%.

Após a determinação da relação “Densidade x Vazio”, os blocos foram encaminhados à prensa para ruptura.

Todos os ensaios foram realizados atendendo as especificações do DNIT. Os corpos de prova foram moldados com 75 golpes à temperatura de 150 °C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do Método Marshall mostram os parâmetros obtidos no ensaio para a mistura experimental com borracha, sendo que cada valor corresponde à média de leituras em três corpos de prova. Na Tabela 3 é possível identificar os parâmetros variando o teor de CAP.

Nota-se que a densidade aparente apresentou comportamento rigorosamente condizente com o emprego de borracha. A adição de um material leve (borracha), a densidade da mistura final diminuiu proporcionalmente.

Tabela 3 - Análise dos parâmetros variando o teor de CAP.

Descrição	Teores de asfalto (%)			
	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%
M.E teórica g/cm ³	2,42	2,40	2,38	2,37
M.E unitária compactada g/cm ³	2,21	2,23	2,23	2,24
Vazios totais (%)	8,7	7,0	6,5	5,4
Vazios do agregado mineral (VAM) (%)	21,7	21,2	21,8	21,9
Saturação (RBV) (%)	59,9	67,0	70,3	75,3
Estabilidade Marshall (kg)	420	443	409	414
Fluência (mm)	3,4	3,4	3,7	4,5

Fonte: Estudo feito em laboratório.

A estabilidade das misturas com borracha demonstrou-se significativamente abaixo da verificada no traço convencional. No entanto, quando empregado um teor de CAP por volta de 5% e 1,5% de borracha apresentou valores de estabilidade máxima, verificando que esse percentual de material é o mais adequado para adicionar nas misturas asfálticas dentro da metodologia adotada.

O volume de vazios apresentou um comportamento regular em todos os traços avaliados. Verificou-se que há um aumento no volume de vazios proporcional à quantidade de borracha adicionada para um mesmo teor de CAP.

Observou-se que com a adição de borracha favoreceu o aumento do percentual de vazios decorrente da dificuldade em compactar a mistura, dificuldade esta que também colabora para a diminuição da densidade.

Analisando as curvas representativas de variação das diversas propriedades e em função do grau de saturação médio (RBV - Relação Betume Vazios) e da melhor densificação da mistura, resultou na melhor aplicação com teor de asfalto correspondente a 6,5%, onde 5,0% de CAP e 1,5% de borracha triturada.

Através dos resultados de resistência a tração por compressão diametral, observou-se uma queda da resistência à tração com o aumento da quantidade de borracha na mistura,

comportamento que, em primeira análise, é o oposto daquele esperado, ou seja, com o incremento da quantidade de borracha havia a expectativa de que a resistência à tração aumentasse, como identificado na pesquisa de Cury (2002).

O comportamento verificado, entretanto, pode ser explicado pela redução da viscosidade da mistura devido ao aumento da quantidade de borracha, uma vez que a velocidade de aplicação da carga é a mesma para todos os corpos de prova.

A viscosidade final da mistura asfáltica (agregado + CAP + borracha) é dada pela combinação das viscosidades individuais dos seus componentes, assim, quando há a adição de uma quantidade maior de borracha a viscosidade final da mistura diminui.

A mistura com mais borracha é menos viscosa e deforma mais rapidamente, oferecendo uma resistência menor à aplicação da carga, ou seja, para poder efetuar uma comparação em bases iguais seria necessário ajustar a velocidade de aplicação da carga de acordo com a viscosidade do corpo de prova para os diferentes percentuais de borracha, como identificado na Tabela 4.

Tabela 4 - Comparação da estabilidade.

Ensaio de Resistência à Tração	
Mistura Tradicional	Resistência (Kgf/cm ²)
1	768
2	789
3	730
Mistura com borracha	Resistência (Kgf/cm ²)
1	425
2	430
3	415

Fonte: Estudo feito em laboratório.

Há convergência dos valores obtidos quando o teor de CAP se aproxima de 6,5%, indicando que, nesta situação, a quantidade de cimento asfáltico possui influência decisiva na determinação da resistência à tração.

De acordo com Gonçalves (1999) a relação borracha/betume é tal que a importância da quantidade de borracha existente na mistura para a determinação da resistência à tração é muito pequena em relação à quantidade de CAP. A curva granulométrica, por ser a mesma para todas as misturas, não possui influência.

CONCLUSÃO

Nesta pesquisa avaliamos a utilização da borracha proveniente de pneus inservíveis em misturas asfálticas utilizadas na manutenção de vias. Analisamos a viabilidade da inserção da borracha no traço convencional de asfalto, avaliando a resistência alcançada, sua estabilidade e qualidade do material.

Constatou-se que a cada tonelada de asfalto produzido com 15% de borracha aplicada em uma avenida, corresponderá a 150 kg de material reciclado com uma economia de CAP de 1,5% com a utilização da borracha.

Diante disso é importante avançar nestas pesquisas para que se possa executar um traço ideal encontrado em laboratório e aplicando-o na prática em uma usina de asfalto. Assim, os resultados econômicos e ambientais serão significativos.

REFERÊNCIAS

- BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- CASTRO, B. A. C. **Construção de Estradas e Vias Urbanas: Notas de Aula**, Rio de Janeiro, 2010.
- CURY, M. V. Q. **Análise Sócio-Econômica e Ambiental Para o Uso de Asfalto Emborrachado na Construção de Rodovias**. Rio de Janeiro: IME – Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2002.
- GONÇALVES, F. J. P. **O Desempenho dos Pavimentos Flexíveis**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.
- MEDINA, J. **Mecânica dos Pavimentos**. Editora UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.
- MORILHA JR., A.; GRECA, M. R. **Considerações Relacionadas ao asfalto Ecológico – Ecoflex**. Paraná, 2003.
- PINTO, S. **Materiais Pétreos e Concreto Asfáltico: Conceituação e Dosagem**. Departamento de Engenharia de Fortificação, IME – Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 81p. 1998.
- SALINI, R. B. **Utilização de Borracha Reciclada de Pneus em Misturas Asfálticas**. In: Encontro Ibero-Americano de Unidades Ambientais do Setor de Transportes. Santa Catarina, 1998.
- SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 1ª Edição. São Paulo: Pini, 1997.
- SILVA, J. P. S. **A Incorporação de Borracha de Pneus Inservíveis em Revestimentos Asfálticos de Pavimentos Rodoviários e Urbanos**. Revista Espaço da Sophia. 2007.
- SOUZA, M. L. **Pavimentação Rodoviária**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1980.

ESCOLA E PREVENÇÃO DA VIOLÊNCIA: UMA LEITURA CRÍTICA

Frederiko Luz Silva¹

RESUMO

O presente trabalho refere-se a uma parte da pesquisa de doutorado, cursado no Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Goiás – PPGE/FE/UFG. A referida pesquisa tem como tema “Juventude e violência no contexto do Ensino Fundamental” e, neste artigo, apresentamos o resultado do trabalho desenvolvido para fins de avaliação da disciplina “Escola e desigualdades”. O objetivo, aqui, foi compreender quais são as raízes históricas da constituição da escola brasileira como instituição de prevenção da criminalidade/violência e entender como os processos de exclusão e violência se reproduzem na dinâmica escolar. Para alcançar tal intento, realizou-se um estudo teórico partindo da análise de algumas publicações de Patto (1996, 1999a, 1999b, 2005, 2007), verificando-se que o lema “escolas cheias, cadeias vazias” surgiu ainda no período imperial brasileiro e se manteve na continuidade histórica; na atualidade, é percebido pelo princípio da equidade em substituição ao da igualdade. Tal movimento está presente na base das políticas educacionais brasileiras em vigência, o que, em nosso entendimento, possibilita o processo de desqualificação da população pobre e sua consequente marginalização.

Palavras-chave: Escola. Prevenção da violência. Desqualificação dos pobres.

SCHOOL AND VIOLENCE PREVENTION: A CRITICAL READING

ABSTRACT

This work refers to a part of the doctoral research, taken in the Pós-Graduação em Educação Program from Faculdade de Educação at Universidade Federal de Goiás - PPGE / FE / UFG. The theme of this research is "Youth and violence in the context of elementary education" and, in this article, we present the result of the work developed for evaluating purpose at the discipline "School and Inequalities". The objective was to understand the historical roots of the constitution of the Brazilian schools as institutions for the prevention of crime/violence and to understand how the processes of exclusion and violence are reproduced in the school dynamics. To achieve this goal, a theoretical study was carried out based on the analysis of some publications by Patto (1996, 1999a, 1999b, 2005, 2007), verifying that the motto “full schools, empty prisons” emerged in the Brazilian imperial period and remained in historical continuity. Nowadays, it is perceived by the principle of equity replacing that of equality. Such movement is present in the base of the current Brazilian educational policies, which, in our understanding, enables the process of disqualification of poor people and their consequent marginalization.

Keywords: School. Violence Prevention. Disqualification of poor people.

Recebido em 18 de abril de 2020. Aprovado em 02 de maio de 2020.

¹ Doutorando em Educação (PPGE-FE-UFG). Mestre em Letras e Linguística (PPGLL-FL-UFG). Licenciado em Letras/Português (FL-UFG). Licenciado em Pedagogia (Faculdade Mauá). Professor efetivo nas redes municipais de Goiânia e Aparecida de Goiânia. Professor adjunto do Centro Universitário UniAraguaia. E-mail: proffrederiko@uol.com.br

INTRODUÇÃO

A partir do estudo da obra de Maria Helena Souza Patto (1999a), realizado na disciplina “Escola e Desigualdade”, ofertada no primeiro semestre de 2018, no Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da UFG, refletiu-se sobre as maneiras como, historicamente, o fracasso escolar é produzido no Brasil.

A desqualificação dos pobres, tidos como sujeitos mais propensos a se envolverem em atos violentos, aparece como um elemento considerável na produção do fracasso escolar brasileiro e, assim, a escola tem se configurado como instituição de controle social, objetivando formação moral. A partir dessa síntese preliminar, emergiu a necessidade de realizar um estudo que recuperasse as raízes históricas que contribuíram para que a escola se tornasse uma instituição de controle social e de moralização, especialmente dos pobres.

A partir do que Patto (2005) considera como verificável na história recente do Brasil sobre as relações entre escola e prevenção da violência, houve a necessidade de se discutir a questão da equidade *versus* igualdade, que é marca evidente nas políticas educacionais vigentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Para compreender as relações entre produção do fracasso escolar e a prevenção da violência, que supostamente os alunos e alunas pobres seriam mais propensos a cometer, realizamos estudo teórico de outras publicações de Patto (1996, 1999b, 2005, 2007) em que ela traça como se construiu a ideia de que a escola pode cooperar na prevenção da violência.

Os textos estudados promovem a discussão sobre as formas de controle social e higiene social desde o período imperial brasileiro, mostrando o desenvolvimento dessas formas no avanço histórico que perpassa pela instituição da Primeira República brasileira até o que se percebe na atualidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando da transição do período colonial para o Império no Brasil não foi possível observar mudanças estruturais na organização social, já que o ideário colonizador continuou pairando sobre a vida nas cidades, cujo esforço, a partir de então, passou a ser torná-las “bonitas” e com ares civilizatórios semelhantes aos verificados na urbanização europeia. Assim, o que tivemos foi uma alteração no modo de subordinação, que não mais se daria em relação à Coroa portuguesa, mas ao Estado monárquico, transformando a família colonial em família colonizada. Tal transformação aconteceu pela inserção da medicina higiênica no controle político dos indivíduos, o que deu base para uma tese de Ordem Médica e norma familiar (PATTO, 1996).

Desse modo, uma marca importante do período imperial foi o esforço de “reeuropeização” da sociedade brasileira, tendo como principal estratégia a submissão, pelo estado, das famílias latifundiárias que haviam se deslocado para as cidades. Durante o período imperial, a presença do ideário de vanguarda da burguesia europeia foi marcante e motivou a produção intelectual que resultou na formação de nossa cultura erudita (PATTO, 1996).

A autora defende que

[...] feita do ângulo materialista histórico, a análise da europeização da cultura brasileira sob o Império ganha acuidade e permite reinterpretar o papel que a

adoção das ideias europeias cumpria numa sociedade na qual vigorava a escravidão e boa parte dos pobres livres vivia do favor e da proteção dos poderosos. (PATTO, 1996, p. 184).

No caso brasileiro, o ideário burguês vindo da Europa não passou de abstração, pois na realidade não se instalou. Por aqui, “a defesa da objetividade e da racionalidade do espírito científico e a equanimidade do espírito liberal tropeçavam a cada passo no arbítrio dos donos do poder” (PATTO, 1996, p. 185).

Verifica-se que, desde o Império, o discurso científico legitimou a desqualificação dos pobres no Brasil. Como nos esclarece Patto (1996, p. 185), “a utopia evolucionista e conservadora de Comte, as teses racistas do social-darwinismo e uma versão regressista do liberalismo permitiam aos opressores racionalizar a barbárie e manter intacta uma boa imagem de si mesmos e do país para uso interno e externo”.

Foi nesse cenário que a medicina higienista ganhou papel de destaque, já que corroborava a ideia de que o progresso urbano era necessário para melhorar a saúde das pessoas. Os médicos, então, orientavam a interdição de cortiços, a necessidade de se combater a construção de casas próximas umas das outras para que se evitasse a excessiva umidade e o conseqüente adoecimento de seus moradores; a preservação das praias, que eram verdadeiros depósitos de lixo e esgoto, foi uma pauta médica.

O problema que se coloca diante das orientações médicas no período imperial brasileiro é que depositavam, nos pobres, a responsabilidade pela sujeira e pelo adoecimento nas cidades, movimento que culminou no afastamento das populações menos favorecidas dos centros destas, apenas os ocultando, sem de fato melhorar suas vidas.

Segundo Patto (1996), a medicina praticada no segundo reinado era, em grande medida, herdeira da medicina colonial e sua precariedade não se explicava apenas pelo estatuto pré-científico das artes médicas europeias, mas também pelo fato de os médicos, até 1808, serem poucos, estrangeiros e estarem a serviço de representantes da Coroa. O fato é que a medicina higienista colaborou com a farsa de progresso e justiça social prometida pela instauração do Estado monárquico, tendo sido um braço forte no projeto de desqualificação da pobreza num contexto em que

[...] os princípios mais fundamentais do liberalismo não eram respeitados; as liberdades individuais eram violadas cotidianamente; latifundiários escravistas dominavam a máquina do Estado; os despossuídos estavam nas mãos dos poderosos por vínculos de patronagem ou pela força da violência física e a aristocracia não primava pela civilidade, é improvável que novos agentes de coerção – os médicos higienistas – tenham rompido com a tradição punitiva colonial e, em respeito aos princípios liberais, tenham posto em prática novas formas de repressão preventiva e integradora que visavam a abordar, dominar e transformar as famílias burguesas, tendo em vista “produzir a secularização dos costumes, a racionalização das condutas, a funcionalidade nas relações pessoais e um maior esfriamento nas relações afetivas interpessoais. (PATTO, 1996, p. 187).

Já no período republicano, verifica-se uma diminuição da força tida pela medicina higienista nas ações de controle social observadas no Império e o estabelecimento da ideologia militar como condutora da moralização, pois “incapaz de sozinha alterar a sociedade, a classe média nascente, à qual se somavam empregados e funcionários, ter-se-ia cristalizado em torno de

uma nova força: ‘a força militar, o Exército’, porta-voz dos ideais republicanos” (PATTO, 1999b, p. 167).

O período republicano inaugura uma série de manifestações que representavam a resistência dos trabalhadores diante do autoritarismo dos barões de café que haviam substituído o domínio do poder antes ocupado pelos senhores de engenho. Foi na repressão policial que os novos detentores do saber encontraram uma forma de frear o movimento dos trabalhadores, de combater a resistência vinda dos pobres. Não foram apenas os movimentos de organização popular, porém, que cresceram no início da República: a criminalidade também teve saltos significativos. Patto (1999b, p. 170) sublinha “a frequência com que se recorreu à violência física para fazer frente a todas essas manifestações”.

O Estado brasileiro da primeira República não hesitou em usar do aparato repressivo para cumprir a promessa republicana de garantir a ordem pública. Não se agia com sutileza disciplinadora, pelo contrário, os detentores do poder não mediram esforços em valer-se da violência física para imobilizar os indesejáveis (PATTO, 1999b). Tratou-se de um cenário em que

[...] além de deter o protesto proletário, cabia à polícia recalcar toda sorte de comportamento desordeiro [...], tarefa que cumpriu com ímpeto, pois nas quatro primeiras décadas republicanas o número de detenções em São Paulo foi quase três vezes maior do que na Londres do mesmo período. (PATTO, 1999b, p. 172).

Eram presos como desordeiros “anarquistas, socialistas, grevistas, propagandistas anti-religiosos, anti-voto, feministas etc.” (PATTO, 1999b, p. 175), pessoas que, em sua maioria, não pertenciam à elite da época. Assim, verifica-se que “as operações policiais na Primeira República não pretendiam outra coisa senão excluir e, sempre que possível, exterminar os que ameaçavam a paz da burguesia ou o projeto eugênico de progresso do país” (PATTO, 1999b, p. 177).

Até o momento, fica bastante notável que tanto no Império quanto na Primeira República brasileira existiu um projeto da elite detentora do poder de desqualificar os pobres, com a finalidade de naturalizar a superioridade dos sujeitos ricos em relação aos desqualificados. Houve, portanto, um

[...] efficientíssimo artifício ideológico domesticador que se articulou nesse período, em íntima relação com o discurso científico, foi a disseminação pelo corpo social de uma imagem negativa dos pobres, vírus poderoso que naturalizava a condição social de uma classe aos olhos de todos e justificava a exploração econômica, a rudeza do aparato repressivo e o exercício oligárquico do poder. (PATTO, 1999b, p. 183).

Diante do exposto, nos interessa refletir sobre o lugar da escola nesse projeto de desqualificação dos pobres e de reprodução do modo repressor e preconceituoso de moralizar os sujeitos das classes populares.

Sobre a configuração atual da escola brasileira, Patto (2007, p. 244) nos esclarece que não há

nada de novo no *front* das idéias educacionais hegemônicas. Assistimos à continuidade de uma crença que ganhou força sob a influência do “racismo científico” das teorias raciais oitocentistas que, [...] desde o Segundo Império: com pretensão de neutralidade científica, passou-se a acreditar na inferioridade do

povo brasileiro, porque negro e mestiço, pressuposto ideológico que adquiriu fôlego na Primeira República e justificou uma estrutura social hierárquica e injusta e uma política educacional coerente com essa crença.

Na continuidade histórica construiu-se um discurso, por parte da classe dominante, da escola como instituição salvadora, que tem a impossível missão de tirar das ruas crianças e jovens moradores nas áreas urbanas mais pobres das cidades e, com isso, diminuir os índices de criminalidade, por meio do ensino de princípios morais e de bons costumes ou dando-lhes um diploma ilusório que não lhes garantirá emprego em tempos de desemprego estrutural (PATTO, 2007).

Na atualidade, temos uma escola destituída de sua função de ensinar e transformada em lugar de detenção maquiada dos filhos dos pobres. Essa configuração da escola atual não se deu da noite para o dia, já que, segundo Patto (2007), em um decreto de autoria do ministro Leônicio de Carvalho, publicado em 1879, sobre a reforma do ensino, a obrigatoriedade da frequência nas escolas se justificava não só como recurso de desenvolvimento das forças produtivas, mas também como diminuição dos gastos públicos com segurança (PATTO, 2007).

O problema é que, em lugar de prevenir a violência, as escolas tornaram-se violentas com os que as frequentam. As instituições escolares são violentas com seus professores e professoras, pois lhes pagam baixos salários, lhes ofertam cursos de formação de má qualidade e os excluem das decisões sobre políticas educacionais. Quanto aos alunos, lhes dão a ilusão de que estão sendo incluídos na escola e no universo do trabalho pela obtenção do diploma (PATTO, 2005).

A defesa de Patto (2005, p. 34) é a de que “as escolas vêm se tornando ‘recolhimentos provisórios de menores’, espécies de *Febem-dia* que querem simplesmente tirá-los das ruas e melhorar as estatísticas de ocorrências policiais”. O resultado dessa falsa inclusão é que

[...] frequentemente frustrados, enraivecidos, desesperados, descrentes do ensino que lhes é oferecido e da possibilidade de melhorar as condições de vida pela escolarização, os alunos desenvolvem meios de sobrevivência em condições adversas. Muitas vezes, essas expressões de desespero confirmam, aos olhos dos adultos da escola, a predisposição à violência que a ideologia atribui aos meninos e meninas pobres. (PATTO, 2005, p. 34).

Diante do cenário em que a escola, tendo a missão de cooperar com a prevenção da violência e criminalidade, não é exitosa e, ao contrário, produz violência, faz-se necessário discutir, ainda que brevemente, como a equidade tem sido o princípio das políticas educacionais e tem deixado em segundo plano a ideia de igualdade.

Frente à universalização do acesso dos jovens ao Ensino Fundamental e também à incapacidade de garantia da qualidade da experiência escolar, segundo Cury (2008, p. 210),

[...] eis que a educação escolar, similar a outras dimensões da vida sociocultural, então coexiste nessa contradição de ser inclusiva e seletiva nos modos e meios dessa inclusão e estar, ao mesmo tempo, sob o signo universal do direito. Ela não teve e ainda não tem sua distribuição efetivamente posta à disposição do conjunto dos cidadãos sob a égide da igualdade de oportunidades e de condições.

Alinhado a esse cenário e, inclusive, subsidiando-o estão princípios neoliberais que objetivam naturalizar as desigualdades sociais, utilizando a ideia de equidade como substitutiva da ideia de igualdade. Tal fenômeno é substancialmente preocupante, pois os documentos que

estabelecem as políticas educacionais vigentes e orientam/implementam as reformas no campo da educação formal tratam equidade como sinônimo de igualdade. Referente a essa questão, Resende e Miranda (2016, p. 22) chamam a atenção para o fato de que “ainda que fosse possível dizer que hoje em alguns países todas as crianças com idade correspondente têm a garantia do acesso à educação básica, a má qualidade dessa educação desmentiria a ideia de sua universalização”. As mesmas autoras (2016, p. 26) explicam que

[...] sistematicamente reiterada desde os anos de 1990, a palavra equidade designa o princípio de igualdade de oportunidades. Como as iniquidades não apenas se mantêm, mas se aprofundam, são redobrados os esforços retóricos para justificar as políticas orientadas para a promoção da equidade com o sentido de igualdade de oportunidades.

Diante dos esforços pela igualdade de oportunidades, a forma como a vida é produzida na sociedade capitalista transforma-se em um problema, haja vista tratar-se de um objetivo inatingível, já que a globalização reforça os mecanismos de exploração e aprofundamento das desigualdades sociais em todo o mundo. É nesse contexto que a palavra equidade emerge como síntese de ideia, ideais, projetos e direções, constituindo um paradoxo que, perante a extensão global e radical da desigualdade, postula o abandono da palavra igualdade como guia de um projeto para a humanidade em nome da equidade (RESENDE; MIRANDA, 2016).

A eficácia da estratégia de transmutar igualdade em equidade é explicada de forma bastante objetiva por Resende e Miranda (2016, p. 39):

[...] a transmutação da igualdade em equidade seria solidária da transmutação da desigualdade em diferença. Não haveria oportunidades para todos, mas em princípio ninguém deixaria de ser contemplado por ser diferente. Nessa perspectiva, a proteção dos diferentes esconde desiguais.

Tiballi (2016, p. 105) apresenta a configuração de três movimentos evidenciados no discurso educacional brasileiro e os considera expressivos das ideias hegemônicas formuladas para explicar a desigualdade educativa no país, a saber: “o psicologismo das primeiras décadas do século XX, o sociologismo da segunda metade daquele século e o assistencialismo do início do século XXI”. Essa autora (2016, p. 106) assinala que

[...] a desigualdade educativa no Brasil se configura como problema social somente nas primeiras décadas do século XX, quando as modificações econômicas, políticas e sociais ocorridas no país passaram a exigir a ampliação da escolarização da população, em decorrência do aumento dos centros urbanos, do comércio, da indústria e das exigências do mercado interno e de bens e serviços.

Desde então vários foram os empenhos em garantir o acesso de crianças e jovens à escola. Mais recentemente, os esforços para ampliar a escolarização no Brasil têm sido implementados a partir de uma perspectiva assistencialista, já que, na década de 1980, o debate pedagógico sofre um deslocamento que vai das análises macroestruturais para as causas intraescolares do fracasso escolar, deslocando-se, também, das teorias explicativas para a observação, apreensão e interferência na prática escolar. Desse modo, as explicações reprodutivistas foram perdendo espaço e dando lugar para uma visão mais otimista, sustentada nas possibilidades de uma atuação verdadeiramente efetiva da escola pública (TIBALLI, 2016).

Também na década de 1980 observou-se que os debates sobre desigualdade e exclusão foram mais intensos no país, isso em um contexto de redemocratização, de abertura política e de liberdade de expressão, o que ampliou o discurso crítico reivindicatório da intervenção do Estado para se atingir a melhoria das condições de vida e escolarização da população pobre (TIBALLI, 2016).

O problema foi que, ao valer-se da escola no enfrentamento das desigualdades sociais bastante explícitas a partir do processo de urbanização nacional, as políticas educacionais contribuíram para descaracterização da educação formal, pois,

[...] ao transferir para a escola múltiplas responsabilidades sociais que fogem à sua especificidade, esta instituição deixa de ser escola, porque se vê destituída da responsabilidade pela escolarização que promove a formação ética e profissional das gerações que chegam, garantindo-lhes a formação científica e intelectual para o discernimento crítico das relações sociais e das determinações que configuram esta sociedade, para transformar-se em organização social a serviço dos interesses particulares e de organismos ligados ao capital nacional e internacional. (TIBALLI, 2016, p. 124).

Assim, a inclusão escolar pautada em princípios neoliberais que vislumbram a manutenção do sistema capitalista resulta em uma exclusão social já que, como tem sido implementada, a ampliação da escolaridade não tem garantido igualdade, mas equidade.

Diante do princípio da equidade guiando a organização da educação formal brasileira, consideramos quão atual é o alerta feito por Frigoto (1995) de que, no final do século passado, o capitalismo, ao enfrentar sua crise estrutural mais profunda e sua perversa recomposição, se materializou em inúmeras formas de violência, exclusão e barbárie. Os impactos disso na instituição escolar se traduzem na subordinação de sua função social de forma controlada para responder às demandas do capital.

Ainda é muito forte a cultura que escamoteia os conflitos e as crises sociais, de forma que, sob o paternalismo e o clientelismo, o conflito capital-trabalho é diluído, ocorre a minimização da desigualdade social e da profunda discriminação racial, sendo a educação formal utilizada fortemente na consolidação do processo de mascaramento das mazelas sociais geradas na estrutura capitalista (FRIGOTO, 1995).

CONCLUSÃO

Ao assumir um lugar de destaque na tarefa de combater a criminalidade e violência por parte da parcela mais pobre da sociedade, a escola tornou-se uma instituição violenta, em que professores descarregam seu cansaço, angústias e descrença em tratamentos ríspidos e de incompreensão dispensados a alunos e alunas.

Desse modo, a instituição que deveria cooperar com a prevenção da violência está diretamente implicada na produção da violência social. Para que essa situação se transforme, Patto (2005, p. 30-31) alerta que “não basta garantir a todos o acesso à escola”, mas se faz “necessário um empenho sincero de construção de uma escola baseada no respeito aos direitos das pessoas que nela trabalham e estudam”.

REFERÊNCIAS

- CURY, C. R. J. A educação escolar, a exclusão e seus destinatários. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n. 48, p. 205-22, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/edur/n48/a10n48.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2018.
- FRIGOTO, G. **Educação e a crise do capitalismo real**. São Paulo: Cortez Editora, 1995.
- PATTO, M. H. S. “Escolas cheias, cadeias vazias” Nota sobre as raízes ideológicas do pensamento educacional brasileiro. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 61, p. 243-266, 2007.
- PATTO, M. H. S. **A produção do fracasso escolar: histórias de submissão e rebeldia**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1999a.
- PATTO, M. H. S. Estado, ciência e polícia na Primeira República: a desqualificação dos pobres. **Estudos Avançados**, v. 13, n. 35, p. 167-198, jan.-abr. 1999b.
- PATTO, M. H. S. Teoremas e cataplasmas no Brasil monárquico: o caso da medicina social. **Novos Estudos Cebrap**, n. 44, p. 180-99, mar. 1996.
- PATTO, M. H. S. Violência nas escolas ou violência das escolas? In: PATTO, M. H. S. **Exercícios de indignação: escritos de educação e psicologia**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2005. p. 29-40.
- RESENDE, A. C. A.; MIRANDA, M. G. de. Igualdade, equidade e educação. In: MIRANDA, M. G. de (org.). **Educação e desigualdades sociais**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2016. p. 19-42.
- TIBALLI, E. F. A. Universalização da educação básica e desigualdade educativa no discurso educacional brasileiro. In: MIRANDA, M. G. de (org.). **Educação e desigualdades sociais**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2016. p. 103-128.

EDUCAÇÃO SEXUAL NA HISTÓRIA BRASILEIRA: UM OLHAR SOBRE OS ESTUDOS CIENTÍFICOS NAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Carina Teles de Souza¹
Denise Maria Margonari Favaro²

RESUMO

A Educação Sexual percorre uma extensa trajetória, do reconhecimento até as suas vivências atuais, passando por avanços e retrocessos que marcaram suas significações em diferentes tempos, sociedades e áreas, em especial, no cenário acadêmico. Diante dessa realidade, essa pesquisa se desdobrou em tentar compreender, investigar e refletir sobre os alcances da Educação Sexual ao longo do tempo no cenário acadêmico, com a hipótese de que a investigação sobre os saberes sexuais ainda mostrando-se tímidos em suas práticas. Para desenvolver essa investigação esse estudo foi dividido em duas partes: uma revisão bibliográfica pela historiografia da Educação Sexual no Brasil, e um levantamento bibliográfico em uma plataforma de periódicos acadêmicos, a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), com artigos nacionais publicados entre 1990 a 2019, em uma análise quantitativa e qualitativa. Os resultados encontrados evidenciaram a ascensão gradual da Educação Sexual nos estudos científicos, e sua forte presença na área da saúde, principalmente nos assuntos relacionados a gravidez precoce e a infecções sexualmente transmissíveis – IST. Mostraram também que a área educacional, em especial do Ensino Fundamental I e da Educação Infantil, ainda possui um acervo escasso de investigações e possibilidades pedagógicas de trabalho. Para tanto, espera-se que diante das compreensões e dados expostos, as reflexões sobre o tema possam se expandir e possibilitar novas discussões e estudos.

Palavras-chave: educação sexual. levantamento bibliográfico. estudos acadêmicos.

SEXUAL EDUCATION IN THE BRAZILIAN HISTORY: A GLANCE ON THE SCIENTIFIC STUDIES IN THE LAST DECADES

ABSTRACT

The Sexual Education goes through an extensive trajectory, of the recognition even to his current existences, passing by advancements and setback that marked his significations in different times, societies and areas, in special, in the academic scenery. Before this reality, this inquiry unfolded in trying to comprehend, to investigate and to reflect about the reaches of the Sexual Education through the time in the academic scenery, with the hypothesis of which the investigation about the sexual knowledge still appearing shy in his practices. To develop this investigation this study was that I divide in two parts: a bibliographical revision in the historiography of the Sexual Education in Brazil, and a bibliographical lifting in a platform of academic magazines, the Scientific Electronic Library Online (SciELO), with national articles published between 1990 the 2019, in a quantitative and qualitative analysis. The considered results showed up the gradual ascent of the Sexual Education in the scientific studies, and his strong presence in the area of the health, mainly in the matters related of the precocious pregnancy and to sexually transmittable infections – IST. They showed also that the education area, in special of the Basic Teaching I and of the Childlike Education, it still has scarce heap of investigations and pedagogic possibilities of work. For so much, hopes that in front the understanding and exposed data, the reflections on the theme could expand and make possible new discussions and studies.

Keywords: sexual education. bibliographical lifting. academic studies.

Recebido em 24 de abril de 2020. Aprovado em 08 de maio de 2020.

¹ Mestranda no programa de pós graduação em Educação Sexual da Faculdade de Ciências e Letras FCLAr/UNESP Araraquara. Pedagoga pela FCLAr/UNESP Araraquara. E-mail: Carinateles1@hotmail.com

² Doutora e mestre em Educação Escolar. Professora assistente doutora no departamento de Educação, da Faculdade de Ciências e Letras FCLAr/UNESP Araraquara. E-mail: denise.margonari@unesp.br

INTRODUÇÃO

Essa pesquisa parte da premissa de que a Educação Sexual se desenvolve em nossa historicidade muito antes de se tornar um assunto de destaque nas discussões atuais. Por meio de um estudo teórico e bibliográfico acerca das reflexões, fatos e apontamentos da história brasileira da Educação Sexual, iremos percorrer os pensamentos dos principais referências do tema, para retratar o presente e despertar interesses e aprofundamentos no assunto.

Para tanto, a abordagem da pesquisa se divide em três instâncias, que serão apresentadas e discutidas, sendo elas, respectivamente: o olhar histórico e bibliográfico sobre a sexualidade humana e a institucionalização da Educação Sexual no cenário brasileiro, entrelaçando conceitos, histórias, fatos e vivências descritos e discutidos na literatura principal da temática (1); levantamento e categorização de dados obtidos a partir de uma plataforma de dados científicos (2); e ainda, uma reflexão crítica sobre os resultados e perspectivas para a continuidade e necessidade da investigação e discussão do assunto (3).

O Brasil, a sexualidade e a sua história

O olhar para as questões sexuais se intensificou na atualidade, mas não se limitou a ela. O enredo político, religioso e social que vivenciamos nas últimas décadas estimulou discussões que originaram programas, leis, ações e movimentos, com repercussões em diferentes campos e escalas.

No entanto, através de uma revisão no contexto histórico literário, podemos observar que se passaram muitos anos para que surgissem efetivas decisões nesse assunto, e essas ainda não suprem as reais necessidades que temos no tema. Para melhor compreendermos esse contexto, nos desdobramos sobre suas referências principais, sendo nos estudos de Bueno e Ribeiro (2018), que encontramos um modo de definir a Educação Sexual no Brasil em seis momentos históricos. Tais períodos foram marcados não só por suas datas, mas também, por suas características culturais dominantes e suas consequências nas diferentes mentalidades atuais, abordagens que iremos tratar de modo sintetizado ressaltando as relevâncias para a contextualização deste artigo.

O primeiro momento, marcado pela colonização portuguesa no ano de 1500, é um período de muitas narrativas, uma vez que engloba não só os contrastes culturais desse processo, mas ainda, a cultura que já existia em território brasileiro antes da vinda dos portugueses. (RIBEIRO, BEDIN, 2013, p.156).

Descobridores e moradores iniciais das terras que hoje são denominadas como brasileiras, a população indígena já possuía suas estruturas de vida muito antes de qualquer imposição portuguesa, englobando modos de agir, comportamentos, sexualidades, pensamentos, regras e valores, voltados à liberdade e ao prazer humano, sem filiação ou devoção aos ideais católicos de culpa e vergonha, como destaca Bedin, Muzzetti e Ribeiro (2012). Condições essas julgadas e aproveitadas pelos colonizadores como modos de submissão, controle e liberação dos seus desejos sexuais reprimidos por seus próprios princípios religiosos, posturas evidenciadas pelos autores: “A cultura sexual indígena, livre da culpa cristã e permitindo a liberação da energia sexual do branco, pode ser considerada a primeira condição para o favorecimento das práticas sexuais na Colônia.” (RIBEIRO, BEDIN, 2013, p.158).

Neste enredo, o período do Brasil Colônia teve sua principal documentação de fatos pela carta de Pero Vaz de Caminha, em que eram descritos e registrados os costumes sexuais dos índios presentes e observados pelos colonizadores, assim como da relação entre ambos, como na citação exposta do parágrafo acima. Tal registro não foi o único, e muitos outros colonizadores, jesuítas e escrivães relataram a realidade, com seus objetivos e dificuldades,

vivenciada por eles, marcando assim a primeira forma de Educação Sexual em nosso país. (BEDIN, MUZZETI, RIBEIRO, 2012).

Tendo em vista este cenário, as mudanças em relação à Educação Sexual começaram a ocorrer, ainda que timidamente, com a vinda da família real portuguesa as terras brasileiras, entrando assim em seu segundo momento, o da moral médica. Ainda no século XIX, a medicina ganhou esse espaço nas discussões sobre sexualidade e Educação Sexual a partir do ângulo patológico da temática, melhor dizendo, lidando com definições, causas, identificações, classificações e tratamentos, a medicina tomou as frentes da sexualidade em seus contextos de saúde, criando a Sexologia e investigando as práticas sexuais e suas consequências, como ressalta Bedin, Muzzetti e Ribeiro (2012).

É nessa dominação pelo campo da saúde que a sexualidade ganha, aos poucos, alguns espaços de discussão, mesmo que negativamente, como pregava muitos discursos médicos discriminando e negando determinadas práticas que não seguiam as normas já estabelecidas, segundo Bedin, Muzzetti e Ribeiro (2012). Entretanto, essa adesão inicial nos debates e estudos foi essencial para a sua evolução ao longo dos anos, sendo assim o caminho de entrada para o terceiro momento da Educação Sexual, a institucionalização da sexualidade.

A institucionalização do conhecimento sexual ocorre quando médicos, psicólogos educadores, antropólogos, cientistas sociais elaboram, desenvolvem ou se apropriam de teorias e ideais que foram consideradas “científicas” e capazes de dar sustentação àquelas instituições que necessitavam de um discurso “oficial” para atingirem seus objetivos de fazer ciência, propor ações educacionais ou práticas pedagógicas, justificar ideologias, exercer o poder. (RIBEIRO, 2004, p. 28).

O processo de institucionalização dos saberes sexuais no Brasil ocorreu lentamente pelos passos iniciais da medicina e foi se disseminando por meio de novos estudos e publicações de livros e artigos, como argumenta Bueno e Ribeiro (2018). Para melhor compreender esse momento da história é importante ressaltar que muitos nomes foram fundamentais para a criação de bases de investigações e diferentes abordagens da sexualidade humana, e os estudos brasileiros não se esgotaram apenas nas fontes nacionais, mas tiveram contribuições de diferentes países e culturas.

Os novos discursos se propagaram e, conseqüentemente, geraram muitos incômodos e interpretações, Bueno e Ribeiro (2018) discorrem sobre algumas. Para alguns estudiosos, os trabalhos de Educação Sexual tinham a finalidade biológica de aprendizado, ou seja, disseminar a postura higienista a partir do ensino de fisiologia sexual nos moldes europeus, focando-se assim nas escolas. Para outros, havia uma preocupação com a saúde das mulheres e o conhecimento sobre as mesmas, como modos de proteção e cuidado.

No entanto, a primeira tentativa formal de inserção da Educação Sexual no currículo escolar ocorreu apenas em 1930, em um colégio no Rio de Janeiro, não tendo nenhuma efetivação ou adesão, segundo Bueno e Ribeiro (2018). Este fato se torna contraditório ao comparar com a grande disseminação que os discursos sexuais estavam ganhando em território brasileiro, como exposto anteriormente, porém, torna também evidente a ambivalência da época, em que a sexualidade estava ávida nos diálogos, mas não de modo totalmente positivo, demonstrando a influência religiosa que nunca se desfez neste contexto. (BUENO, RIBEIRO, 2018).

Felizmente, essa forte ameaça religiosa não foi o bastante para silenciar as vozes que acreditavam na importância e essencialidade de se levar a Educação Sexual ao espaço público e aberto de debates, aprendizados e geração de novos conhecimentos. Marcando assim, os anos entre 1930 a 1950 como de amadurecimento do conhecimento sexual e consolidação de sua institucionalização, além de um embasamento para a fase a seguir: “As obras do período compreendido entre as décadas de 1930-50 com certeza influenciaram educadores e médicos

que se formavam, que por sua vez formariam novos professores e novos médicos [...]” (MARTIN, GUIBU, 2012, p.14).

Entrando nesse novo período da história temos o quarto momento da trajetória da Educação Sexual no Brasil de acordo com Ribeiro (2018), abrangendo os nuances da década de 60: “Durante a década de 1960 ocorre a implementação de programas de Educação Sexual em algumas escolas do país, o que só pôde ser possível devido às transformações culturais, políticas e sociais da época” [...]. (BUENO, RIBEIRO, 2018, p. 51).

Esse novo momento pode ser caracterizado por suas turbulências contextuais, não só no que diz respeito à Educação Sexual, mas ainda, a todo o cenário que se encontrava nosso país. Melhor dizendo, com o início da nova década, o que se via era possibilidades de caminhos para a Educação Sexual, por mais que alguns tivessem um alto nível de dificuldade, abrangendo a disseminação de propostas e implementações, tentativas em colégios etc. No entanto, a relatividade se instalava mais uma vez nesse enredo e os anos 60 passa pela ambivalência do progresso em diferentes assuntos e suas padronizações tradicionais.

A realidade da década se instaurava aos poucos nos bastidores da nossa política, e todos os avanços pareciam camuflar o que viria a seguir. As forças armadas logo se infiltraram no sistema governamental e aos poucos tomaram uma proporção que ocasionou um grande retrocesso histórico, o Golpe de Estado em 1964, alguns autores evidenciam essa realidade em suas obras:

[...] com o Golpe de Estado de 1964, há o recrudescimento da censura, a moral e os bons costumes passam a fazer parte da ordem do dia, liberdades sexuais são associadas ao comunismo e, como analisam Barroso; Bruschini (192, p.23), “houve um retrocesso em matéria de educação sexual que acompanhou a onda de puritanismo que invadiu o país.”. (MARTIN, GUIBU, 2012, p. 16).

Bueno e Ribeiro (2018) também nos lembram como a desarmonia entre o contexto cultural e político, anterior ao Golpe de Estado, trazia um clima de que a aceitação não seria a única postura do povo brasileiro frente à nova “ordem” que se formava:

De acordo com Pinheiro (1997), o início da década de 1960 foi marcado pela instabilidade política e forte presença das forças armadas nas decisões do governo. No entanto, às vésperas do Golpe de Estado de 1964, havia ainda um clima de liberdade de imprensa e forte representatividade do movimento estudantil e outros movimentos sociais. No campo da cultura a juventude brasileira era influenciada pelo fenômeno do rock’n’roll, movimento de intenso conteúdo crítico. No campo dos movimentos sociais grupos internacionais de feministas e jovens contestavam os padrões sociais vigentes, contribuindo para a liberação sexual no país. (BUENO, RIBEIRO, 2018, p. 51).

O Golpe de Estado, ou também Regime Militar foi um processo, e não apenas um acontecimento, que teve repercussões variadas e temporais, nos afetando até a contemporaneidade. Nesta história, a nova ordem pregava a censura e associação pejorativa e negativa dos assuntos sexuais, perpassando diferentes campos, e ocasionando o monitoramento, pelo Estado, constante de escolas e educadores, conseqüentemente a demissão e perseguição de muitos.

Nesta perspectiva, a Ditadura Militar ainda se prolongou por alguns anos, mas no mesmo período houve alguns, poucos mais existentes, atos em prol da Educação Sexual, configurando um cenário mais favorável para o período pós-Golpe. Sendo somente a partir de 1978 que temos uma mudança real nesse enredo, abrangendo períodos importantes na história da Educação Sexual, como a segunda fase da institucionalização do conhecimento sexual no Brasil, em 1980, como lembra Bedin (2016) e mais, como a caracterização do quinto momento da Educação Sexual como segue os estudos de Bueno e Ribeiro (2018), citado no início deste tópico.

Os rumos da nossa constituição parecem, novamente, ter uma esperança, e o debate público sobre a Educação Sexual reaparece por diferentes meios e espaços, como o I Congresso sobre Educação Sexual nas Escolas, que conseqüentemente desencadeia vários outros.

A entrada na década de 90 deu um grande embasamento e fortalecimento para as decisões que viriam no sexto momento da Educação Sexual no Brasil, esse marcado pelos acontecimentos de 1996, mais especificamente pela aprovação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), segundo Bueno e Ribeiro (2018).

Tanto os PCN como a LDB formaram um grande marco da Educação Sexual no currículo escolar brasileiro, que se prolongou por muitos anos em nossa realidade educacional. Ambos se caracterizam pela sua formalidade e oficialidade em nossa educação, tratando o tema de modo transversal e com uma importância que não poderia ser descartada no desenvolvimento humano no espaço escolar.

De acordo com Figueiró (1998), à oficialização dos PCN soma-se o forte impulso que os meios de comunicação, especialmente a TV, deram à questão da Educação Sexual na escola na década de 1990, com a apresentação de depoimentos de estudantes cujo interesse pelo tema era representativo da grande maioria dos educandos. (BUENO, RIBEIRO, 2018, p. 55).

Tais iniciativas marcaram um período de progresso em nossa constituição, em que a oficialização trouxe um caráter de importância social e relevância nos assuntos públicos, mas também trouxe consigo suas controvérsias. Temos assim, um cenário nostálgico, entre tantos avanços no reconhecimento populacional, no entendimento da complexidade da sexualidade e do desenvolvimento nos estudos científicos na área, ainda houve espaço para o desencadeamento do retrocesso em nossa história.

O progresso, mesmo que lento, trouxe a discussão sobre sexualidade para uma esfera propícia de efetivação, a escola, que aos poucos se (re)formulava e supria suas necessidades de mudanças, inclusões e transformações, trazendo não só possibilidades de reflexão, mas também a inquietação na busca por melhoras. Infelizmente, parece que esse cenário não se propagou em nossa política, e aos poucos, em um processo interno se formava alianças com uma força de persuasão que não só desenvolveu um retrocesso avassalador, mas também difundiu um pensamento de que o conservadorismo era uma solução viável aos problemas da nossa população brasileira. Ribeiro (2017) ainda discorre sobre esse episódio salientando que não só a bancada evangélica constituiu essa formação, mas também outros conservadores religiosos tomaram esse meio, desencadeando uma decaída histórica: “O ponto máximo do retrocesso ocorre a partir de 2016, com o impeachment e o início do governo Temer, quando uma onda de conservadorismo inunda o país.” (RIBEIRO, 2017, p.10).

Enfim, os pensamentos e reflexões são múltiplos sobre todo o enredo aqui citado como os novos nuances da nossa história. Este tópico teve por sua vez o intuito de desenvolver uma cronologia da nossa história referente à Educação Sexual em nosso país, para embasar a sua relação com os estudos da temática no meio acadêmico, contribuindo para uma reflexão sobre a realidade que nos permeia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Diante do exposto no tópico anterior, entende-se as turbulências e transformações que permeiam o campo da sexualidade, e em especial, da Educação Sexual no enredo nacional e no imaginário populacional. Mas, para melhor explanação sobre o assunto e com o intuito de explicitar as demandas e dialogar com os fatos, trataremos agora de uma investigação em base de dados acadêmicos, por meio de um levantamento bibliográfico. Nós apoiamos nos artigos publicados na plataforma da *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), essa selecionada a partir da sua relevância no meio acadêmico e de seu grande acervo.

No desdobramento desse levantamento os dados foram classificados em 3 momentos em tempo cronológico, sendo esses respectivamente, os olhares sobre os dados gerais englobando a relação entre as palavras-chaves selecionadas e suas publicações na década de 90

(1), e seguindo dos mesmos filtros aplicados aos anos de 2000 a 2009 (2), como também de 2010 a 2019 (3).

Nesta perspectiva, os filtros utilizados para o refinamento dessa busca se basearam no tempo determinado de cada momento, a produção nacional, o idioma em língua portuguesa, e por fim, as palavras-chaves selecionadas contemplando a discussão desse texto, sendo elas “educação sexual” e “sexualidade AND educação sexual”. A avaliação inicial será feita a partir dos resumos de cada artigo, averiguando sua qualidade e relevância para o tema.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Baseando-se nos descritores especificados no tópico anterior e no tema dessa investigação, os resultados evidenciaram os reflexos da discussão sobre a historiografia da Educação Sexual no Brasil, a sua ascensão, suas lutas e suas influências, tanto em estudos como em demandas populacionais. As considerações expostas a seguir refletem os olhares acadêmicos de estudiosos que se dedicaram ao tema seja por diretrizes médicas, educacionais, sociais ou culturais, e que em sua totalidade publicaram 582 artigos em 3 décadas.

Na Tabela 1, a seguir, apresentamos o número de artigos encontrados em cada ano, de 1990 a 1999, segundo as palavras-chaves estabelecidas:

Tabela 1. Relação de estudos publicados por ano, de 1990 a 1999

Palavra-chave	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Total
Educação sexual	0	1	0	0	1	1	1	2	1	7	14
Sexualidade AND educação sexual	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	5
Total por ano	0	1	0	0	1	2	2	3	1	9	19

Fonte: Elaboração da autora (2020).

As informações expostas compreendem o período de ascensão da institucionalização da Educação Sexual no Brasil, esse iniciado na década de 80, mas com maiores significações e exposições na década seguinte. Embora o fato pareça contraditório quando vemos o total de apenas 19 publicações do tema na década de sua ascensão, é importante citar que só há 1 publicação na década anterior, no ano de 1988, com o título “Como anda a educação sexual dos jovens”.

Dentre esses descritores o que sobressaiu foi o de “Educação Sexual”, com um total de 14 publicações, que em sua maioria referiam-se a Educação Sexual na área da saúde, tratando-a em suas vertentes de prevenção a gravidez e estudos de doenças sexualmente transmissíveis (DST), termo hoje utilizado como “infecções sexualmente transmissíveis – IST”. Mesmo que timidamente, vemos que as publicações nesse período mostram a progressão da Educação Sexual nas investigações científicas, e a sua progressão gradual para a década seguinte:

Tabela 2. Relação de estudos publicados por ano, de 2000 a 2009

Palavra-chave	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Educação sexual	4	3	7	6	7	5	10	23	25	25	115
Sexualidade AND educação sexual	1	2	5	0	2	2	4	12	14	12	54
Total por ano	5	5	12	6	9	7	14	35	39	37	169

Fonte: Elaboração da autora (2020).

Com aumento significativo de 150 no número de publicações em uma década, temos um novo momento da Educação Sexual no olhar acadêmico nacional, mostrando-se em crescente evolução principalmente quando consideramos os estudos a partir de 2006, em que

temos um salto de 21 publicações, número maior do que o total de pesquisas desenvolvidas durante toda a década anterior.

Considerando os anos iniciais, de 2000 e 2001, temos novas discussões dentro da Educação Sexual, o que antes se restringia a questões relacionadas a saúde passa a próxima década com problematizações nas áreas de inclusão, violência sexual e corpo. Já nos anos finais, com um número sete vezes maior do que o inicial, os temas continuam a ganhar abrangência e se estendem desde a gravidez precoce e suas prevenções, incluindo o lado masculino e feminino, até mesmo as questões de (re)conhecimento da sexualidade, sentimentos e identidade sexual. Sendo importante salientar que em todos os estudos o público alvo era majoritariamente de jovens.

Nos anos seguintes, temos novamente e felizmente um avanço de 226 publicações dentro dos descritores pesquisados, mostrando as novas dimensões, discussões e reflexões acerca do que consideramos como Educação Sexual.

Tabela 3. Relação de estudos publicados por ano, de 2010 a 2019

Palavra-chave	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Educação sexual	21	26	22	24	22	28	20	24	33	28	248
Sexualidade AND educação sexual	8	13	15	8	9	8	6	9	12	12	100
Total por ano	34	41	40	38	34	45	28	37	49	48	394

Fonte: Elaboração da autora (2020).

De 19 a 394 publicações, referindo-se a Tabela 1 e a Tabela 3, respectivamente, temos um parâmetro significativo de avanço e reconhecimento da necessidade de discussões com base científica no tema, o envolvendo em diferentes perspectivas, áreas e demandas.

A Educação Sexual, vista em sua vertente escolar, é tratada em muitos dos artigos, principalmente os mais antigos, em práticas com adolescentes, os vendo como mais vulneráveis a desinformação sobre assuntos ligados ao tema, em especial com as IST e a gravidez precoce. Em um envolvimento de descobertas de si, de mudanças hormonais, de (re)significação no mundo, o adolescente se torna sujeito propício as controversas geradas pela desinformação, entretanto, não é só nessa fase da vida que esse fato se torna evidente. Na fase adulta, assim como na terceira idade, muitos problemas e descontentamentos se mostram pela ausência de uma Educação Sexual saudável nos anos anteriores, e esse fato é nítido em algumas pesquisas encontradas.

Esse cenário também se propaga, e muitas vezes é originado, em um período anterior a adolescência, a infância.

Todavia, nossa realidade é controversa e os últimos anos evidenciaram que a ausência de conhecimento, coerência e racionalidade fomentam a discriminação a Educação Sexual na Infância, rotulando-a com falsas informações, características e objetivos. Essa visão distorcida é incorporada, publicamente, por muitos de nossos representantes políticos, e alimentam uma postura opressora e discriminatória com as sensibilidades, diferenças e particularidades de cada indivíduo. Diante das polêmicas que envolvem a Infância nesse tema, são poucos os artigos que tratam do assunto, esses publicados somente na última década.

Felizmente, as investigações ainda resistem ao retrocesso e muitos estudiosos expandem essas discussões. No último ano, de 2019, por exemplo, dos 28 artigos publicados na plataforma da SciELO foram apresentados em seus títulos temáticas envolvendo a Educação Sexual em suas vertentes da violência de gênero, políticas públicas, formação de professores, práticas pedagógicas (da educação básica ao ensino superior), questões de gênero e identidade, saúde e infecções sexualmente transmissíveis, e ainda, o olhar sobre a sexualidade do idoso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao considerar os dados coletados, a trajetória histórica da Educação Sexual no Brasil, e a realidade que nos envolve na atualidade, essa investigação procurou refletir sobre a necessidade de evidenciar as discussões, pensamentos e propostas na Educação Sexual, por meio da compreensão sobre seus contratos, características e transformações.

Podemos observar nos resultados que a ascensão da Educação Sexual nos debates, iniciativas e estudos no Brasil foi um processo gradual, que se expandiu, timidamente e lentamente, em áreas consideradas tabus, como a terceira idade e a infância. Sendo a saúde a área com mais estudos em todos os anos, de 1990 a 2019.

Na educação, por sua vez, a Educação Sexual ganha poucos espaços, mesmo previstos por lei, mas as práticas ainda são insuficientes em sua disseminação, e muitas vezes restritas a um grupo específico, o Ensino Médio. Poucos artigos evidenciaram estudos no Ensino Fundamental I, e mais ainda, na Educação Infantil, caracterizando a Educação Sexual como fortemente necessária ao início da vida sexual do sujeito, e não como um complexo de características de identidade e representação social.

Nesta perspectiva e diante do nosso cenário político e social, observamos que ainda há muito o que ser feito, ainda é necessário muitos esforços, estudos e perseverança na defesa deste tema, principalmente no contexto escolar da Educação Básica.

REFERÊNCIAS

- BEDIN, R.C.; MUZZETI, L. R.; RIBEIRO, P. R. M. **Sexo, sociedade e educação sexual no Brasil a partir de um estudo bibliográfico**. In: MARTIN, S. A. F.; GUIBU, G. Y. (Orgs.) **Educação em saúde: formação para atenção às vulnerabilidades de crianças, adolescentes e jovens em espaços educacionais**. Presidente Prudente: Prefeitura Municipal, 2012. p. 11-18.
- BEDIN, Regina Célia. **A história do Núcleo de Estudos da Sexualidade e sua participação na trajetória do conhecimento sexual na UNESP**. 2016. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar. Área de concentração: Sexualidade, Cultura e Educação Sexual. Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araraquara, 2016, p. 154.
- BUENO, R. C. P.; RIBERO, Paulo Rennes Marçal. **História da educação sexual no Brasil: apontamentos para reflexão**. In: Revista Brasileira de Sexualidade Humana. SBRASH, v. 29, n. 1, 2018, p. 49-56.
- RIBEIRO, P. R. M. **Os momentos históricos da Educação Sexual no Brasil**. In.: RIBEIRO, Paulo Rennes Marçal. (Org.). **Sexualidade e educação: aproximações necessárias**. São Paulo: Arte & Ciência, 2004, p. 13-25.
- RIBEIRO, P. R. M.; BEDIN, Regina Célia. C. **Notas preliminares sobre historiografia da educação sexual brasileira: apontamentos de uma cronologia descritiva**. 1. Atitudes e comportamentos sexuais no Brasil nos documentos da inquisição dos séculos XVI e XVII. In: DOXA - Revista Brasileira de Psicologia e Educação. Araraquara: Departamento de Psicologia da Educação da FCL – UNESP, v. 17, n. 1 e 2, 2013, p.149-168.
- SCIELO, Scientific Electronic Library Online. **Plataforma de pesquisas avançadas**. São Paulo, 2020. Disponível em: https://search.scielo.org/?q=*&lang=pt&count=15&from=0&output=site&sort=&format=suimary&fb=&page=1&q=*&lang=pt&page=1

ANÁLISE NUMÉRICA DA INTERAÇÃO ALVENARIA-ESTRUTURA

Roger Otávio Pires Montes¹
Abimael Rêgo Pereira dos Santos²
Kennedy Marques Cavalcante²

RESUMO

Este trabalho busca analisar a interação das alvenarias de vedação com estruturas de concreto armado, quando as alvenarias de vedação são utilizadas como sistema de fôrmas para as estruturas de concreto armado. Foi utilizado o *software* Diana que utiliza o método dos elementos finitos (MEF), permitindo avaliar numericamente a interação destes dois elementos, verificando os esforços nessa interface de transição. Foi avaliado a ligação da alvenaria com a estrutura de maneira direta e indireta, onde a ligação direta é quando a alvenaria serve como fôrma para a estrutura, sem o uso de alguma técnica de encunhamento, e a ligação indireta seria quando existe o encunhamento entre a alvenaria e a estrutura. Através das especificações físicas dos materiais utilizados para a elaboração das modelagens computacionais foi obtido os dados necessários para análise do sistema. Dentro dos resultados obtidos, foi possível perceber um aumento de tensões no painel de alvenaria, tanto para as tensões horizontais, como para as tensões verticais e cisalhantes, quando esta recebe ações provenientes dos descolamentos da viga à medida que ocorre uma ligação direta com a estrutura. Ainda, foi realizado modelagens avaliando a interface alvenaria-estrutura quando se executa o encunhamento, e as simulações para este caso, mostraram uma redução considerável das tensões dos painéis, apresentando a importância que tem o encunhamento. Verificou-se que esse modelo construtivo não é viável.

Palavras-chave: Interação. Alvenaria-Estrutura. Encunhamento. Elementos Finitos. Diana.

NUMERICAL ANALYSIS OF THE MASONRY-STRUCTURE INTERACTION

ABSTRACT

This work seeks to analyze the interaction of sealing masonry with reinforced concrete structures, when sealing masonry is used as a formwork system for reinforced concrete structures. Diana software was used, which uses the finite element method (FEM), allowing to numerically evaluate the interaction of these two elements, verifying the efforts in this transition interface. The connection of the masonry with the structure was evaluated in a direct and indirect way, where the direct connection is when the masonry serves as a form for the structure, without the use of any wedging technique, and the indirect connection would be when there is a wedge between the masonry and structure. Through the physical specifications of the materials used for the elaboration of the computational modeling, the necessary data for system analysis was obtained. Within the results obtained, it was possible to perceive an increase in stresses in the masonry panel, both for horizontal stresses, as well as for vertical and shear stresses, when it receives actions from the beam detachments as a direct connection with the structure occurs. Still, modeling was carried out evaluating the masonry-structure interface when wedging is performed, and the simulations for this case showed a considerable reduction in the stresses of the panels, showing the importance of wedging. It was found that this constructive model is not viable.

Keywords: Interaction. Mansory-Structure. Finite elements. Diana.

Recebido em 28 de abril de 2020. Aprovado em 10 de maio de 2020.

¹ Engenheiro Civil, Mestrado em Estruturas pela UFG – Professor do Instituto Federal de Goiás – Campus Uruaçu. E-mail: rogerotaviopm@gmail.com

² Graduado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Goiás. E-mail: abmael1992@gmail.com; kennedylampard@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

A alvenaria é um dos sistemas construtivos mais antigos utilizados pelo homem, e continua sendo largamente empregado nas construções atuais. A alvenaria é um conjunto de tijolos, blocos ou peças sobrepostas coladas ou não por uma argamassa, formando um elemento vertical. É um componente de suma importância, visto que, serve para vedar a habitação do ambiente externo, separar ambientes internos, proteção contra sol, chuva, ventos, proteção térmica e acústica, entre outras aplicações.

Com a evolução humana, as maneiras de se construir foram mudando de acordo com as necessidades encontradas, assim como, pelos materiais disponíveis em abundância na natureza. A alvenaria passou por muitas evoluções, anteriormente, usava-se pedras, madeira, argila, palha e fibras vegetais, tendo-se um sistema que mantivesse a proteção mínima necessária para sobrevivência, até chegar aos materiais e métodos que se utiliza hoje.

Atualmente, a execução de alvenarias para vedação e elementos estruturais para suportar todos os esforços da edificação, formam o sistema construtivo mais utilizado nas construções atuais. Onde segundo Carvalho (2014), os “elementos estruturais são peças, geralmente com uma ou duas dimensões preponderantes sobre as demais (vigas, lajes, pilares, etc), que compõe uma estrutura”.

Vincenzo (2006) diz que a alvenaria de vedação determina grande parte do desempenho do edifício como um todo, por serem elementos mais frágeis e suscetíveis à fissuração, é comum o surgimento de fissuras, causando desconforto estético ou perda de desempenho. Sampaio (2010) salienta que a fissuração é a manifestação patológica mais comum encontrado nas alvenarias, e podem ser causadas por diversos fatores.

Em boa parte das construções, faz-se o uso de técnicas construtivas equivocadas, ou por falta de conhecimento, este quando não se aplica o conhecimento teórico de forma correta, ou utilizam técnicas empíricas sendo um dos fatores determinantes para o surgimento de manifestações patológicas.

Um outro fator que afeta o desempenho das alvenarias, é a interação alvenaria-estrutura, onde para se economizar com fôrmas, muitos construtores utilizam a própria alvenaria como fôrma para vigas e pilares. E como a estrutura se deforma, e a alvenaria está interligada na estrutura formando um conjunto monolítico, não há espaço para a deformação do elemento estrutural, logo ocorre que a alvenaria recebe carga da qual não é capaz de resistir, gerando assim, fissuras em sua extensão (SOPELSA, 2012).

Alvenarias de vedação

De acordo com Pinheiro (2009), o uso da alvenaria se iniciou em tempos antigos, desde o início das atividades humanas, quando os métodos usados para a construção de alvenaria eram de forma empírica e intuitiva.

Azeredo (1997) define a alvenaria sendo toda obra constituída de pedras naturais, tijolos ou blocos de concreto, ligados ou não por meio de argamassas, geralmente devendo oferecer condições de resistência e durabilidade e impermeabilidade para a edificação.

Conforme Moliterno (2011) as abordagens do estudo das alvenarias podem ser tratadas sob aspectos estruturais, e não só como elementos de vedação ou fecho, como muitos pensam, os elementos que constituem as alvenarias são capazes de resistirem a esforços de tração e cisalhamento, embora muito pequeno. Franco (1998) define a alvenaria de vedação como a alvenaria que não é dimensionada para resistir a ações além do peso próprio e cargas de utilização, tem a função de dividir os ambientes externos e internos de uma edificação, além de garantir os requisitos de desempenho como: segurança estrutural, isolamento térmico, isolamento acústico, estanqueidade, segurança ao fogo, estabilidade e durabilidade.

A NBR 15270-1:2017, trata da normatização e das exigências requeridas aos blocos cerâmicos para alvenaria de vedação e alvenaria estrutural, refere-se à processos de fabricação, dimensões, tipos de tijolos, e algumas definições sobre o sistema de vedação com tijolos cerâmicos, entre outras especificações. Ela ainda traz que a característica mecânica dos blocos de vedação é a resistência à compressão.

Estruturas de concreto armado

“Elementos estruturais são peças, geralmente com uma ou duas dimensões preponderantes sobre as demais (vigas, lajes, pilares, etc), que compõe uma estrutura” (CARVALHO, 2014). O autor ainda discretiza a estrutura como: laje de concreto armado suporta seu peso e cargas atuando sobre a mesma, onde as vigas recebem os esforços da laje e transmitem, junto ao seu peso próprio ou qualquer outra carga atuando sobre a viga, para os pilares, que por fim recebem todas as cargas e transmite para as fundações.

Segundo a NBR 6118:2014:

“As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o prazo correspondente a sua vida útil.”

E a referida norma estabelece que “as estruturas de concreto devem atender aos requisitos mínimos de qualidade (...)”, e que “o objetivo da análise estrutural é determinar os efeitos das ações em uma estrutura, com a finalidade de efetuar verificações de estados limites últimos e de serviço”.

A NBR 6118:2014, traz que “estados limites de serviço são aqueles relacionados ao conforto do usuário e à durabilidade, aparência e boa utilização das estruturas (...)”, e “deslocamentos-limites são valores práticos utilizados para verificação em serviço do estado-limite de deformações excessivas da estrutura”. A norma traz os limites de deslocamentos máximos da estrutura de 1/250 para combinações quase permanentes; 1/350 devido cargas acidentais, sendo 1 o vão teórico do elemento.

Interação alvenaria-estrutura

Muci, Netto e Silva (2014) afirmam que a correta ligação entre a estrutura de concreto e a alvenaria de vedação é muito importante no que diz respeito a prevenção de fissuras, pois essa interface é um ponto suscetível ao aparecimento desta manifestação patológica devido à combinação de diversos materiais, e a ocorrência da deformação das estruturas de concreto.

A NBR 8545:1984, define que a união entre alvenaria e os componentes da estrutura (pilares, vigas, etc.) obtida mediante o emprego de materiais e disposições construtivas, é chamada de ligação.

Segundo Sperotto (2009), o encunhamento é de suma importância nos sistemas construtivos atuais, uma vez que o mesmo constitui a zona de transição de esforços entre as alvenarias de vedação e a estrutura. E ainda diz que através desta zona que toda deformação do elemento estrutural transmitirá ou não esforço para as alvenarias.

Muci, Netto e Silva (2014) relatam que a alvenaria possui rigidez, e qualquer deformação potencial da estrutura encontra a alvenaria como entrave, que reage a essa deformação, ocasionando o surgimento de tensões, as quais geram fissuras. E afirma que, com o aperfeiçoamento dos métodos de cálculos de estruturas de concreto, possibilita a o emprego de elementos mais esbeltos, sendo mais econômicas, porém mais deformáveis. E essa deformação gera fissuras na alvenaria, devido a incapacidade da alvenaria se deformar.

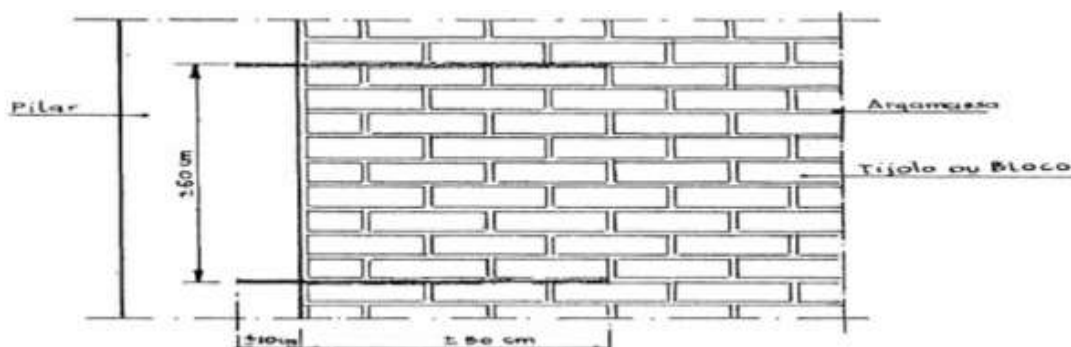
Medeiros e Franco (1999) dizem que a inadequação da sequência e velocidade de execução, adoção de menor prazo de escoramento fixo e reescoramento, antecipação da execução da alvenaria, adoção de menores prazos para fixação superior das paredes, fixação superior rígida contribuindo para a introdução de tensões iniciais decorrentes dos primeiros carregamentos, ligação ineficiente lateral com os pilares, emprego de argamassa com rigidez alta, são aspectos que contribuem para a ocorrência sistêmica de fissuras em alvenarias.

Medeiros e Franco (1999) relatam que o surgimento de fissuras em alvenarias de vedação pode ser evitado através da adoção de reforços metálicos para suportar as tensões nas interfaces alvenaria-estrutura. E para esses reforços são empregados os ferros-cabelos e telas metálicas eletrosoldadas de arame de pequeno diâmetro.

Santos (2012) comenta que o encunhamento é uma etapa importante para o funcionamento da vedação, uma vez que é utilizadas técnicas para absorver os esforços e movimentações da estrutura sem causar danos a alvenaria de vedação.

A NBR 8545:1984 traz que as ligações das alvenarias com pilares de concreto armado, pode ser efetuada com o emprego de barras de aço de diâmetro de 5 a 10 mm, distanciadas de cerca de 60 cm e com comprimento na ordem de 60 cm, engastadas no pilar e na alvenaria, conforme é ilustrado na Figura 1.

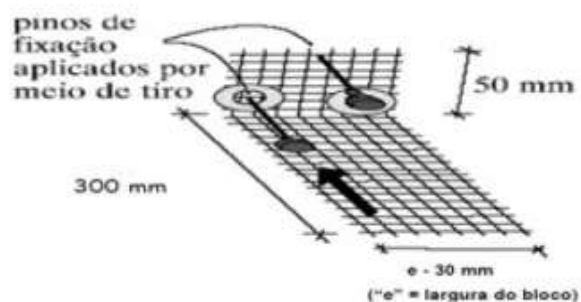
Figura 1 - Ligação da alvenaria com o pilar, através do ferro-cabelo.



Fonte: NBR:8545 (1984).

De acordo com Muci, Netto e Silva (2014), o travamento da alvenaria no pilar deverá ser feito utilizando-se ferro-cabelo, montado com barras de aço de $\varnothing = 5$ mm dobradas em forma de “U”, ou com telas de aço galvanizado de $\varnothing = 1,5$ mm, onde devem ser posicionados de duas em duas fiadas a partir da segunda fiada. O ferro-cabelo deve ser chumbado na face do pilar em dois furos, e a tela eletrosoldada pode ser colocada através de pinos de fixação aplicadas por meio de tiro. A Figura 2, ilustra a tela de aço galvanizado.

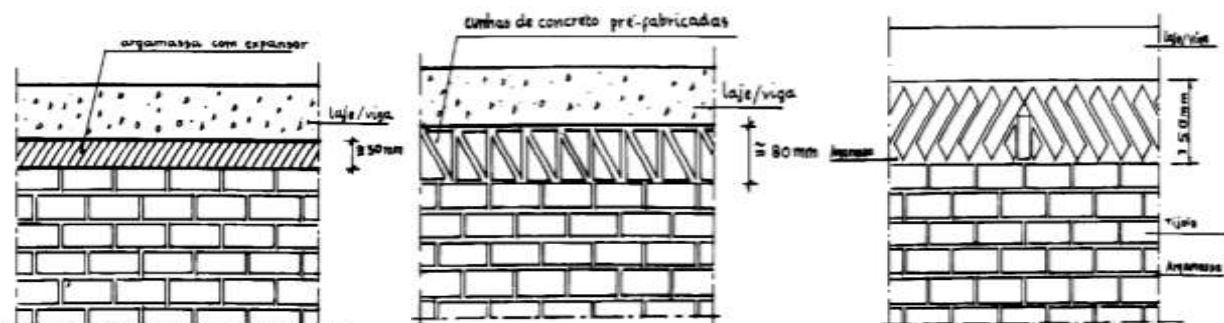
Figura 2 - Tela metálica colocada por meio de fixação a pólvora.



Fonte: Muci, Netto e Silva (2014).

A NBR 8545:1984 exige a realização do encunhamento na interface alvenaria-pilar/laje, onde não se deve elevar a alvenaria até o encontro com o elemento estrutural, sendo necessário deixar um espaço para a realização do encunhamento, onde na Figura 3 é possível ver como a norma trata deste encunhamento.

Figura 3 - Tipos de encunhamento indicados pela NBR:8545



Fonte: NBR:8545 (1984).

A NBR 8545:1984 indica que, para obras com estrutura de concreto armado a alvenaria deve ser interrompida abaixo das vigas ou lajes. Este espaço deve ser preenchido após 7 dias, de modo a garantir o perfeito travamento entre a alvenaria e a estrutura. Para obras com mais de um pavimento o travamento da alvenaria, respeitando o prazo de 7 dias, só deve ser executado depois que as alvenarias do pavimento imediatamente acima, tenham sido levantadas até igual altura.

Lordsleem Júnior (2000) recomenda que ao se iniciar a produção da alvenaria, sejam respeitados os prazos mínimos de produção da estrutura, de maneira que se permita que ocorra uma parcela significativa das deformações da estrutura de concreto armado, minimizando o seu efeito na alvenaria de vedação.

Utilização da alvenaria como fôrma para elementos estruturais (vigas e pilares)

Thomaz (2001) expõe que quando as alvenarias estão interligadas a vigas, lajes ou pilares, o qual não é executado algum dispositivo de ligação da alvenaria na estrutura, o que não é correto, mas é comum ver em obras, acaba ocorrendo a transmissão de tensões oriundas de deformações impostas pelos elementos estruturais ligados as alvenarias, nas quais as alvenarias de vedação não se destinam a suportar carregamentos.

De acordo com Sperotto (2009), o principal fator de se utilizar a própria alvenaria como fôrma para vigas, às vezes até para pilares, é a redução do consumo de madeira para a montagem de fôrmas e escoramento de vigas, a eliminação da necessidade de alguma equipe de pedreiro ou servente responsável pela ligação superior da alvenaria a estrutura.

Segundo a NBR 8545:1984, “para obras que não exijam estrutura de concreto armado, a alvenaria não deve servir de apoio direto para as lajes. Deve-se prever uma cinta de amarração em concreto armado sob a laje e sobre todas as paredes que dela recebem cargas.” A norma ainda cita o processo de encunhamento, e não indica nenhum procedimento sobre a execução das alvenarias sem o mesmo, onde deixa a entender que este método construtivo das alvenarias sendo fôrma para vigas, é inviável e sem os critérios estabelecidos por norma. Sperotto (2009) comenta que este sistema é muito utilizado em obras que possuem a mão-de-obra própria e já familiarizada com o processo, e principalmente obras sem acompanhamento técnico.

Thomaz (2009) apresenta que a falta de encunhamento, faz com que a alvenaria se solidarize com a estrutura de concreto armado, tornando todo o sistema monolítico, passando a interagir conjuntamente. Essa monolitização da alvenaria com a estrutura, faz com que a alvenaria

absorva mais esforços, sofra com as deformações da estrutura de concreto armado, ocasionando o surgimento de manifestações patológicas.

Sopelsa (2012) conclui que este sistema construtivo não consta em nenhuma norma brasileira, e que não há estudos sobre este sistema, mas que há uma grande ocorrência de obras que utilizam o mesmo. Uma das principais desconformidades está relacionada com a utilização de bloco de vedação, com função somente de vedação, e quando se apoia as vigas diretamente na alvenaria, estas sofrerão ações além do seu próprio peso, suportando carregamentos advindos do momento da concretagem e até da deformação do elemento estrutural. Neste caso, a alvenaria de vedação assume função estrutural. Outra grande desconformidade é a ausência do encunhamento, que tem uma grande importância na ligação alvenaria-estrutura. E como tem poucos estudos na área, não se sabe ao certo o comportamento que estas edificações podem assumir, e as consequências que podem gerar.

METODOLOGIA

O estudo apresentou como principal método de pesquisa, a revisão bibliográfica, a pesquisa documental e suas especificações dos sistemas construtivos, tendo assim caráter de pesquisa documental. A revisão proporcionou compreender o sistema global de construção e as possíveis causas das manifestações patológicas, relacionadas a interação alvenaria-estrutura. Em seguida, este trabalho foi conduzido através de simulação teórica por modelagem computacional, operado através do Método dos Elementos Finitos (MEF), realizado no software iDiana Release 9.4.4, versão educacional. Os materiais de pesquisa deste trabalho são os blocos cerâmicos de vedação e o concreto armado, onde estabeleceu-se parâmetros das suas propriedades físicas para entrada destes dados no software.

As modelagens foram realizadas considerando o painel de alvenaria como um todo, e não distinguindo bloco por bloco, e a argamassa de ligação. Por isso, optou-se em utilizar o módulo de elasticidade dos experimentos realizados em pequenas paredes, ou “paredinhas”, denominação que varia de autor para autor.

Os resultados dos processamentos das modelagens em MEF foram esquematizados em figuras e quadros, que apresentam o fluxo de tensões e as deformações, onde foram avaliados:

- deformações no plano x-y (ϵ_{xy});
- tensões no plano horizontal (σ_x);
- tensões no plano vertical (σ_y);
- tensões de cisalhamento (τ_{xy}).

Propriedades dos materiais

Tabela 1 - Propriedades mecânicas dos materiais utilizados na pesquisa

Material	Módulo de elasticidade (GPa)	Coefficiente de Poisson	Peso Específico (kN/m³)
Blocos cerâmicos	2,730	0,2	12
Concreto	24,150	0,2	25
Argamassa de encunhamento rígida	22,28	0,2	24
Argamassa de encunhamento flexível	5,56	0,2	24

Fonte: Autores (2019).

Para os blocos cerâmicos, não foram encontradas normas brasileiras ou referências bibliográficas que apresentem os valores para o módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson. Por essa razão, será utilizado parâmetros vindos de literaturas voltadas a blocos cerâmicos estruturais, onde pode-se encontrar uma certa variedade de pesquisas, em que os seus resultados obtidos são variados entre as bibliografias, isso se dá, devido as peculiaridades do material, processos de fabricação e/ou métodos empregados para preparação do elemento. Por essa razão, e por se tratar de pesquisas voltadas a blocos cerâmicos estruturais e não blocos cerâmicos de vedação, optou-se por utilizar um valor mais conservador, a fim, de se ter valores mais próximo da realidade para os blocos cerâmicos de vedação. Utilizou o trabalho de Santos (2008), o qual trouxe valores bem concisos para blocos vazados.

Foi analisado se a espessura dos blocos tem alguma influência na interação alvenaria-estrutura, e para isso definiu-se trabalhar com três larguras definidas pela ABNT NBR 15270-1:2017, onde foi utilizado a largura de 9,0, 11,5 e 14,0 cm. Para peso específico dos blocos cerâmicos, foi utilizado o estabelecido pela ABNT NBR 6120:2019, de 12 kN/m³.

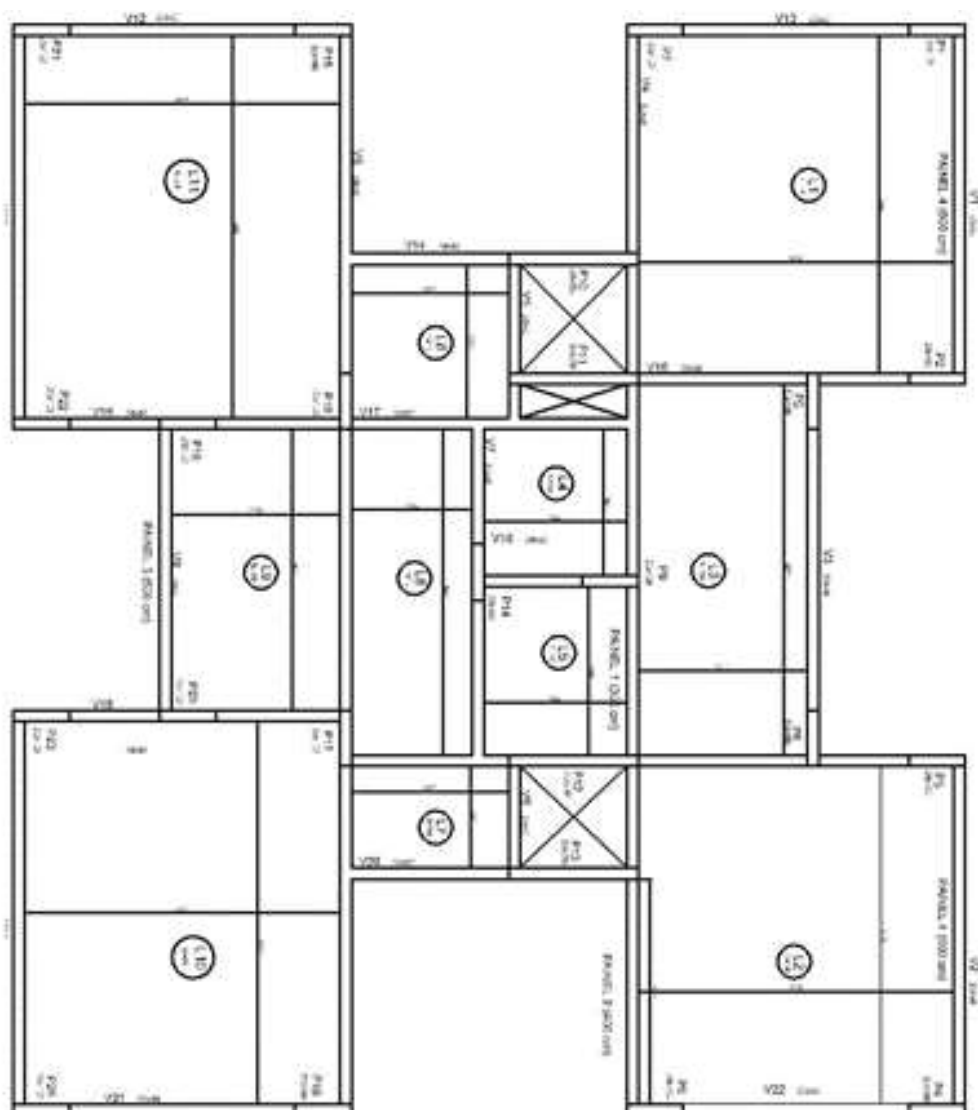
Seguindo os critérios da NBR 6118:2014, foi adotado no trabalho um módulo de elasticidade para o concreto armado de 24,150 GPa. Para o peso específico do concreto armado, foi utilizado o valor da NBR 6120:2019 de 25kN/m³.

Para a simulação do encunhamento, foi utilizado duas argamassas para o encunhamento, sendo uma rígida (maior módulo de elasticidade) e uma flexível (menor módulo de elasticidade). Para isso, utilizou-se o trabalho de Henz (2009), que fez uma análise experimental de algumas argamassas utilizadas em encunhamento, onde pegou-se os resultados de duas argamassas ensaiadas pela autora, onde foi adotado para a argamassa rígida, um módulo de elasticidade de 22,28 GPa, e para a argamassa mais flexível um módulo de elasticidade de 5,56 GPa, e um peso específico de 24 kN/m³.

Definição dos painéis

Para este trabalho foi avaliado os painéis ligados a estrutura de forma monolítica, definido como modelo 1, e os painéis quando se executa o encunhamento, definido como modelo 2. Foi definida uma planta de fôrmas de um prédio de 04 pavimentos para aplicar os carregamentos sobre as vigas e pilares do painel isolado, simulando um caso mais próximo da realidade. A Figura 4 traz a planta de fôrmas do prédio analisado.

Figura 4 - Planta de fôrmas adotada



Fonte: Os Autores (2019).

Na planta de fôrmas, escolheu-se trabalhar com os pórticos com comprimentos equivalentes a 3, 4, 5 e 6 metros, os quais estão indicados na planta de fôrmas, servindo para efeito de comparação com pórticos de comprimentos equivalentes a estes. As reações das lajes sobre as vigas são descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Reações das lajes sobre as vigas

Painel	Reação sobre o painel (kN/m)
1	8,19
2	16,71
3	6,92
4	9,66

Fonte: Os Autores (2019).

Definição da malha e condições de contorno

Para as modelagens foi utilizado o elemento Q20SF, da biblioteca de elementos finitos do próprio software. O software por ser uma versão educacional, permitia aplicar somente um tipo de elemento na modelagem, sendo assim impossível de aplicar um elemento de barra para as vigas e pilares, utilizando então o elemento de casca Q20SF para todos os componentes do painel (viga, pilares, alvenaria). As condições de apoio utilizadas no trabalho, estão apresentados na Tabela 3.

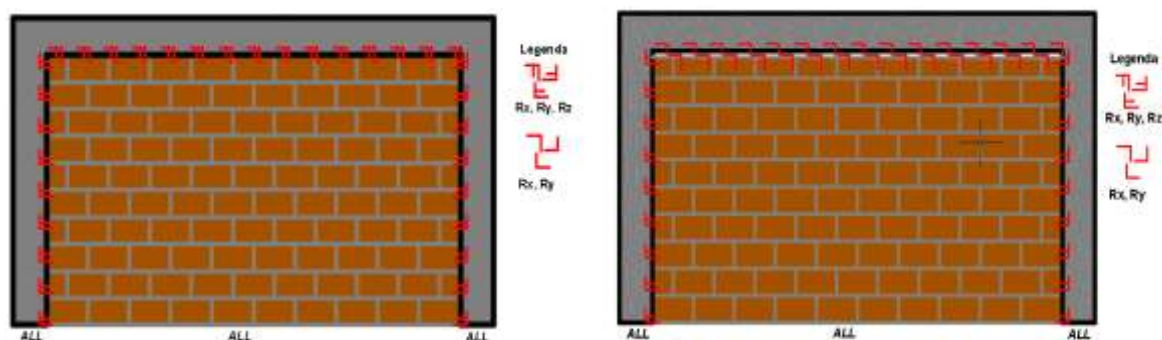
Tabela 3 - Condições de apoio

Condições de apoio	Restrição aplicada
RX	Rotação em x
RY	Rotação em y
RZ	Rotação em z
ALL	Rotação e translação em x, y, z

Fonte: Os Autores (2019).

Para considerar uma ligação rígida entre alvenaria e a estrutura, foi restringido a rotação em X, em Y e em Z, simulando um engaste entre alvenaria-pilar e alvenaria-viga. Para as modelagens que simularam o encunhamento, considerou uma ligação rígida entre alvenaria-pilar, e na ligação alvenaria-argamassa de encunhamento e viga-argamassa de encunhamento, foi restringido a rotação em X e em Y (argamassa apoiada). A Figura 5, a esquerda indica como foi feita a modelagem com a ligação rígida, e a direita simulando o encunhamento.

Figura 5 - Restrições aplicadas no software



Fonte: Os Autores (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

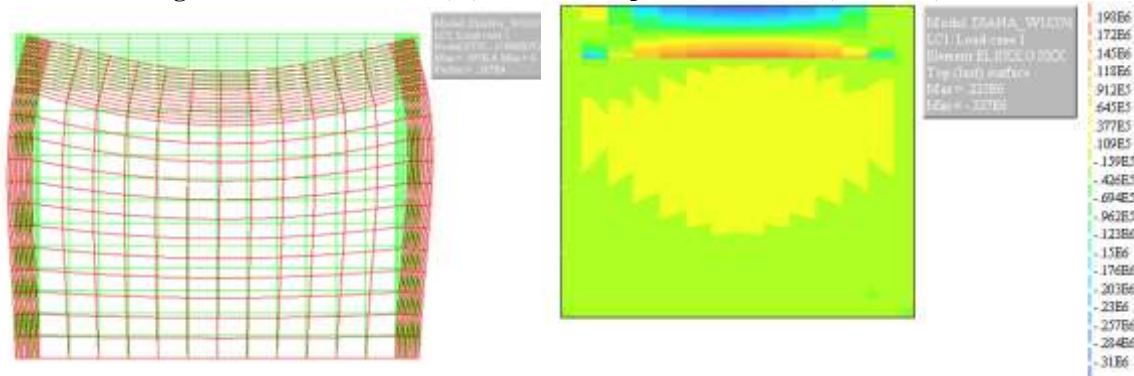
Análise da espessura dos blocos cerâmicos

Para uma análise inicial e para efeitos de comparações dos resultados, foram modelados os painéis 1, 2, 3 e 4, variando a espessura dos blocos cerâmicos, conforme definido, em 9.0, 11.5 e 14.0 cm, a fim de avaliar a influência da espessura dos blocos nas tensões ao longo do painel. Para esta análise inicial, foi considerado o modelo 1 na ligação da alvenaria com a estrutura, e os elementos estruturais com as dimensões indicadas na planta de fôrmas.

Foi elencado os resultados do painel com três metros de comprimento e com blocos de 9.0 cm, para a ilustração de como se deu os resultados, cujas figuras 6 e 7 apresentam os resultados.

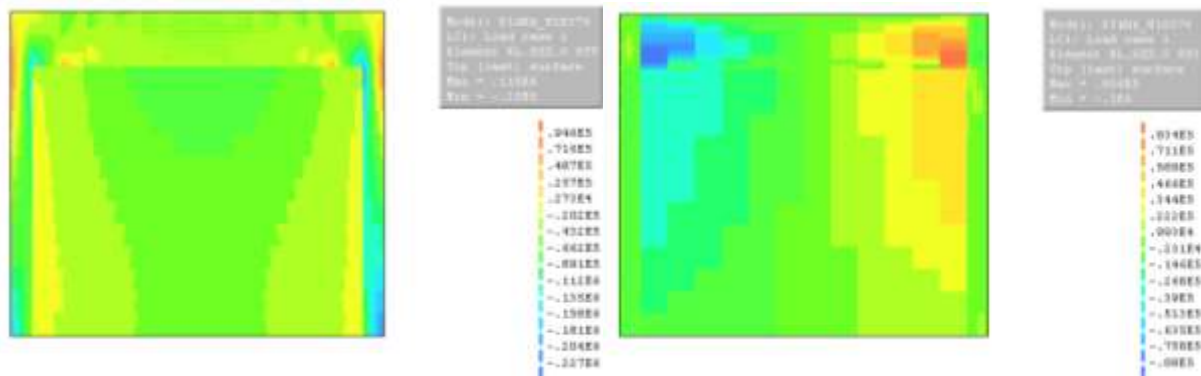
As demais modelagens seguem os mesmos padrões, onde os resultados de todos estão dispostos nos quadros a seguir.

Figura 6 - Deslocamento (m) e tensões no plano horizontal (σ_x - N/m²)



Fonte: Os Autores (2019).

Figura 7 - Tensões no plano vertical (σ_y - N/m²) e tensões de cisalhamento (τ_{xy} - N/m²)



Fonte: Os Autores (2019).

No Quadro 1, é apresentado os valores das tensões médias dentro da alvenaria, obtidos nas simulações referentes aos painéis de 3,0, 4,0, 5,0 e 6,0 metros, onde os valores negativos indicam esforços de compressão e valores positivos de tração.

Quadro 1 - Valores dos deslocamentos e tensões médias – CASO 1

Espessura do Blocos (cm)	Deslocamentos (cm)	Tensões médias (MPa)		
		σ_x (MPa)	σ_y (MPa)	τ_{xy} (MPa)
Painel de 3,0 metros				
9,0	0,006	-0,0159	-0,0662	-0,00993
11,5	0,005	-0,01	-0,0483	-0,0089
14,0	0,004	-0,0093	-0,0542	-0,00817
Painel de 4,0 metros				
9,0	0,0145	-0,0249	-0,183	-0,0248
11,5	0,0121	-0,00904	-0,131	-0,0217
14,0	0,0104	-0,0060	-0,134	-0,0195
Painel de 5,0 metros				
9,0	0,00936	-0,00697	-0,11	-0,025

11,5	0,00774	-0,00526	-0,102	-0,0138
14,0	0,00667	-0,00389	-0,104	-0,0127
Painel de 6,0 metros				
9,0	0,0129	-0,0127	-0,167	-0,0207
11,5	0,0105	-0,0104	-0,124	-0,0185
14,0	0,00889	-0,0096	-0,125	-0,0169

Fonte: Os Autores (2019).

No Quadro 2 apresentam as variações percentuais dos deslocamentos e tensões médias.

Quadro 2 - Variações das tensões médias e deslocamentos em (%) – CASO 1

Bloco de referência (cm)	Variação dos deslocamentos (%)	Tensões médias (%)		
		σ_x (%)	σ_y (%)	τ_{xy} (%)
Painel de 3,0 metros				
9,0 para 11,5	-16,66	-37,11	-27,11	-10,37
9,0 para 14,0	-33,33	-41,50	-18,13	-17,72
11,5 para 14,0	-20,00	-7,00	+12,22	-8,20
Painel de 4,0 metros				
9,0 para 11,5	-16,55	-63,69	-28,41	-12,50
9,0 para 14,0	-28,28	-75,90	-26,78	-21,37
11,5 para 14,0	-14,05	-33,63	+2,24	-10,14
Painel de 5,0 metros				
9,0 para 11,5	-17,31	-24,53	-7,27	-44,80
9,0 para 14,0	-28,74	-44,18	-5,45	-96,85
11,5 para 14,0	-13,82	-26,05	+1,96	-8,66
Painel de 6,0 metros				
9,0 para 11,5	-18,60	-18,11	-25,75	-10,63
9,0 para 14,0	-31,09	-32,29	-25,15	-18,33
11,5 para 14,0	-15,33	-7,66	+0,81	-8,65

Fonte: Os Autores (2019).

Avaliando os dois quadros, pode-se perceber que o aumento da espessura da alvenaria, ocorre redução dos deslocamentos. Isso ocorre devido a ligação entre a alvenaria e a estrutura ser rígida, a viga ao deformar encontra a alvenaria como obstáculo, e ao aumentar a espessura da alvenaria, aumenta a sua resistência, com isso a alvenaria limita o deslocamento da estrutura, e quanto mais resistente, mais limitará o deslocamento.

Quanto mais espessa é a parede, menor serão as tensões horizontais, pois tem-se mais área para distribuição das tensões e mais resistência com o aumento dessa área, mas, não existe uma proporcionalidade entre aumento de espessura e redução destas tensões horizontais, pois ao aumentar a espessura de 11,5 cm para 14,0 cm, a redução já foi muito inferior se comparada a redução da espessura de 9,0 cm para 11,5 cm.

Percebe-se, então, que aumentando a espessura dos blocos de vedação, tem-se uma redução das tensões verticais, devido ao incremento de área para a distribuição das tensões, porém,

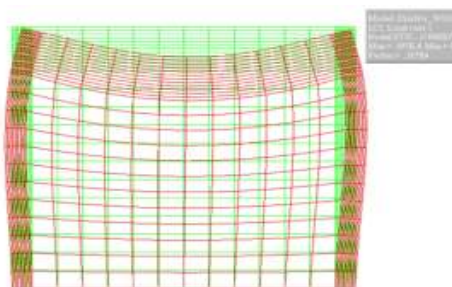
ao ponto em que se aumenta muito a espessura da parede, o seu peso próprio começa influenciar de maneira mais significativa nas tensões verticais, ocorrendo um aumento das tensões.

Nota-se que ao incrementar blocos mais espessos nas alvenarias, ocorre uma redução nas tensões cisalhantes, devido ao acréscimo de área para a distribuição das tensões cisalhantes. Para efeitos de comparação com os próximos subtópicos, este subtópico será chamado de caso 1.

Análise da interação alvenaria-estrutura

Analisando os resultados das simulações, verifica-se que a deformação da estrutura de concreto armado interfere nas tensões na alvenaria. Nota-se que quando a estrutura se deforma, acarreta um aumento excessivo das tensões σ_y no meio do painel.

Figura 8 - Deformação da estrutura, painel com 3,0 metros e blocos de 9,0 cm

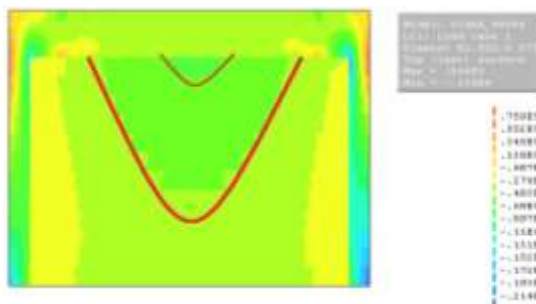


Fonte: Os Autores (2019).

Na Figura 8, as linhas em verde representam o estado indeformado da estrutura e da alvenaria, e as linhas vermelhas representam a deformação do sistema. É possível notar que o maior deslocamento ocorre no meio do vão da viga, e como a alvenaria está simulada sem o encunhamento, recebe todo o efeito da deformação agindo com uma força oposta ao deslocamento, tentando resistir a esta ação. Esta dinâmica entre os elementos, forma efeitos negativos para a alvenaria, devido a sua baixa resistência.

Como a alvenaria está recebendo as ações deste comportamento, e a deformação ocorre de forma mais acentuada no meio do vão da viga, surgem bulbos de tensões verticais no meio do vão da alvenaria, onde é possível notar que as maiores tensões do plano do painel da alvenaria estão concentradas nesta região, quanto mais próximo da viga simulada maiores são estes valores, como é possível observar na Figura 9.

Figura 9 - Tensões verticais (N/m²) do painel com 3,0 metros e blocos de 9,0 cm

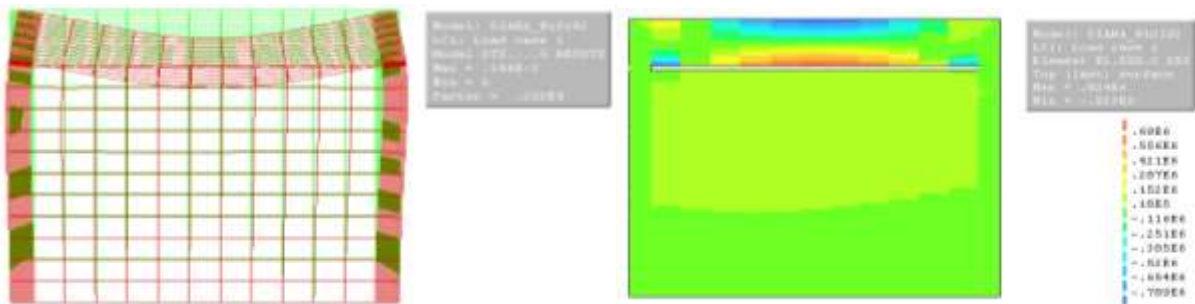


Fonte: Os Autores (2019).

Destacado na Figura 9, os bulbos gerados das tensões verticais são superiores as tensões médias do painel. Enquanto as tensões médias verticais deste painel ficaram com valores em torno de -0,0662 MPa, valor obtido do caso 1, as tensões verticais mais próximas a viga chegam a 0,116 MPa, e as tensões verticais mais distante chegam a 0,897 MPa. Comparando o valor da linha de

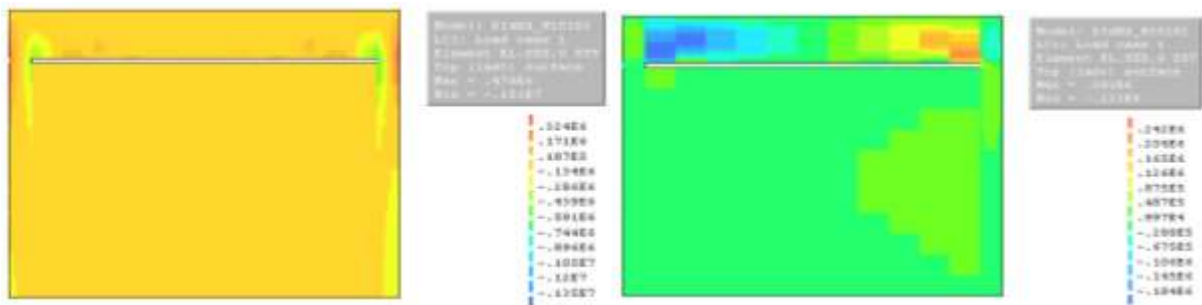
As Figuras 12 e 13, apresentam os resultados, referentes as tensões horizontais, verticais e cisalhantes médias, assim como, o comportamento dos bulbos no plano do painel.

Figura 12 - Deslocamento (m) e tensões no plano horizontal (σ_x - N/m²)



Fonte: Os Autores (2019).

Figura 13 - Tensões no plano vertical (σ_y - N/m²) e tensões de cisalhamento (τ_{xy} - N/m²)



Fonte: Os Autores (2019).

O Quadro 3 apresenta os valores do deslocamento e das tensões médias, coletadas das investigações anteriores.

Quadro 3 - Valores das tensões médias no painel de 3,0 m sem execução do encunhamento

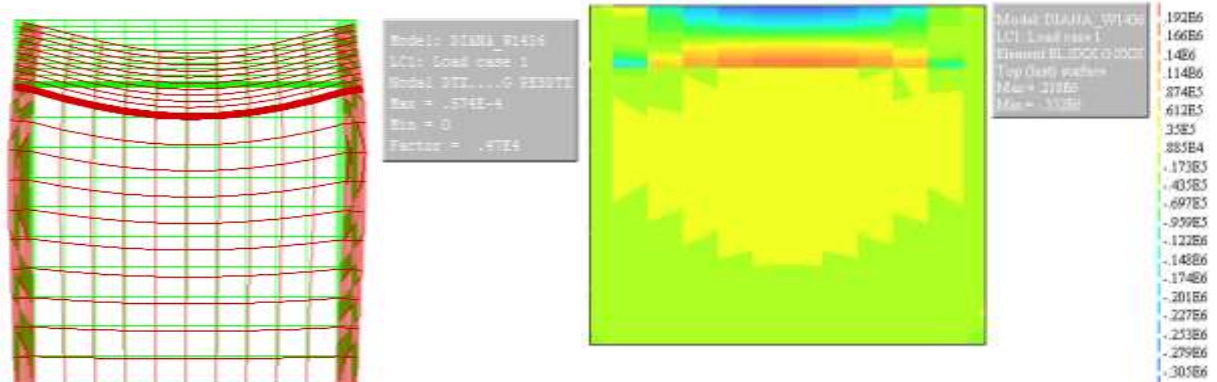
Espessura do Blocos (cm)	Deslocamentos (cm)	Tensões médias		
		σ_x (MPa)	σ_y (MPa)	τ_{xy} (MPa)
9,0	0,0144	0,018	-0,014	-0,0074

Fonte: Os Autores (2019).

Caso B, alvenaria com a execução do encunhamento rígido

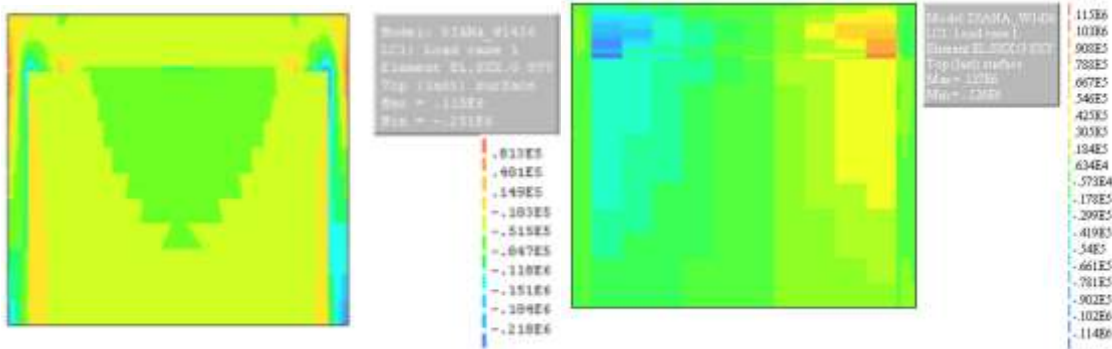
Os resultados que são apresentados pelas Figuras 14 e 15, referentes a argamassa rígida.

Figura 14 - Deslocamento (m) e tensões no plano horizontal (σ_x - N/m²)



Fonte: Os Autores (2019).

Figura 15 - Tensões no plano vertical (σ_y - N/m²) e tensões de cisalhamento (τ_{xy} - N/m²)



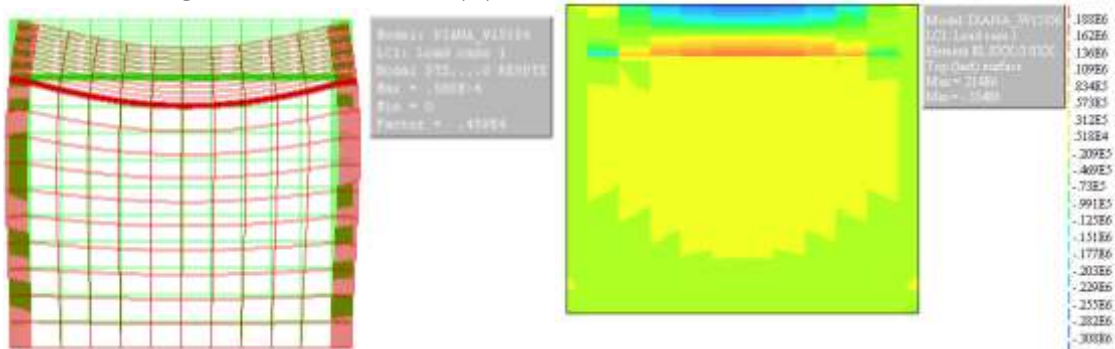
Fonte: Os Autores (2019).

Os resultados serão comentados no subtópico abaixo, para a melhor visualização dos resultados referentes a argamassa rígida e flexível.

Caso C, alvenaria com a execução do encunhamento flexível

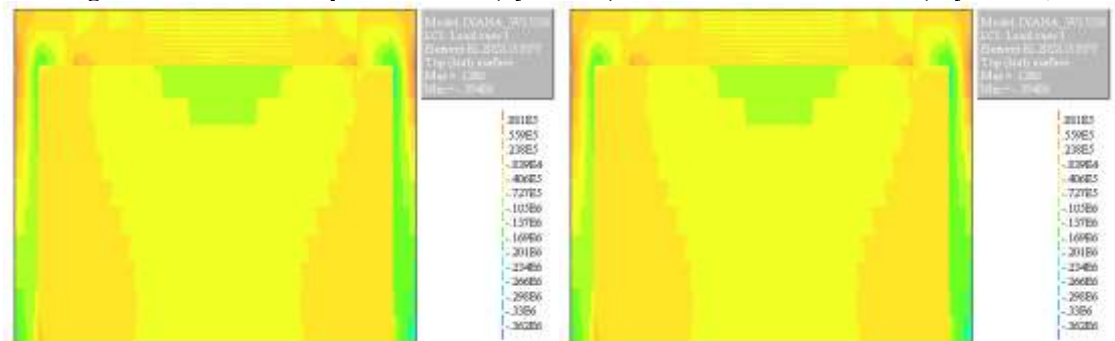
Os resultados apresentados pelas Figuras 16 e 17 são referentes a argamassa flexível.

Figura 16 - Deslocamento (m) e tensões no plano horizontal (σ_x - N/m²)



Fonte: Os Autores (2019).

Figura 17 - Tensões no plano vertical (σ_y - N/m²) e tensões de cisalhamento (τ_{xy} - N/m²)



Fonte: Os Autores (2019).

O Quadro 4 apresenta os resultados obtidos do uso de argamassa flexível e argamassa rígida no encunhamento.

Quadro 4 - Tensões médias e deslocamentos do painel com encunhamento executado

Tipo de argamassa	Deslocamentos (cm)	Tensões médias		
		σ_x (MPa)	σ_y (MPa)	τ_{xy} (MPa)
Rígida	0,0057	0,00885	-0,0515	0,00634
Flexível	0,0059	0,00518	-0,0406	0,00176

Fonte: Os Autores (2019).

O Quadro 5 apresenta as variações percentuais das tensões médias comparadas ao caso 1.

Quadro 5 - Comparativo da variação das tensões médias com o caso 1

Tipo de encunhamento	Tensões médias (%)		
	σ_x (%)	σ_y (%)	τ_{xy} (%)
Sem encunhamento	+13,21	-372,86	-22,05
Argamassa rígida	-44,34	-22,21	-36,15
Argamassa flexível	-67,42	-38,67	-82,27

Fonte: Os Autores (2019).

O comparativo dos deslocamentos não fora analisado devido a diferença dos deslocamentos comparados ao caso 1, gerarem deslocamentos com diferença menor de 5%. O encunhamento não interfere de maneira significativa no deslocamento da estrutura, o que era esperado, devido o encunhamento não fornecer uma resistência para combater deslocamentos, e sim para absorver esses deslocamentos e não os transmitir a alvenaria.

Observando os dados obtidos a partir da Figura 12, e comparando com o caso 1, temos que o deslocamento sofrido pela viga não afeta a alvenaria quando é deixado o espaço para o encunhamento, na Figura 12 é possível notar que proveniente do fator de escala do software, indica que o deslocamento da viga está atingindo a alvenaria, isso não ocorre de fato, pois o deslocamento coletado foi de 0,0144 cm, sendo que o espaço deixado para encunhamento é de 5,0 cm, logo não há transmissões da deformação da viga para a alvenaria. O fator de escala foi ampliado com a intenção de demonstrar a deformada da viga, e observando as linhas superiores da alvenaria, percebe-se que o deslocamento que elas sofrem, são devidos ao seu peso próprio.

Comparando as tensões horizontais com o caso 1, as mesmas sofreram um aumento quando se tem o espaço vazio onde será executado o encunhamento posteriormente, e esses esforços que antes eram predominantemente esforços de compressão, agora são esforços de tração, isso se dá pelo fato que antes a viga imprimia um esforço para baixo na alvenaria, fazendo com que toda a alvenaria fosse comprimida, agora, os pilares que puxam a alvenaria para o lado quando se deslocam, é o que origina os esforços de tração. Quando se tem o encunhamento rígido e flexível as tensões diminuíram, o que mostra que o encunhamento cumpre sua função, de absorver tensões advindas da estrutura e não transmitir para a alvenaria. Sendo assim, é de suma importância a execução do encunhamento para que não ocorra transmissão de tensões da estrutura para a alvenaria, evitando assim o surgimento de manifestações patológicas.

Analisando as tensões verticais, ocorreu uma redução drástica quando se tem o espaço vazio, isso é explicado devido a viga não transmitir esforço para a alvenaria, os esforços verticais presentes na alvenaria se dão somente pelo seu peso próprio. Quando se tem o encunhamento, tanto flexível quanto rígido, ocorreu redução das tensões verticais, e a redução quando se modelou com argamassa flexível foi maior comparada com a rígida. Isso ocorre devido o encunhamento flexível, ter característica de absorver melhor as deformações da viga sem transmitir para a

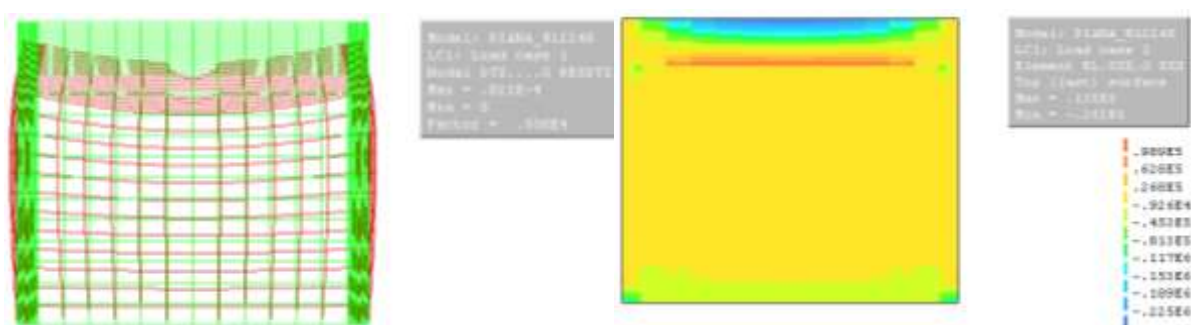
alvenaria, ao contrário da argamassa rígida, onde ocorre uma transferência maior das deformações. Mostrando que a execução do encunhamento é essencial para reduzir as tensões na alvenaria.

As tensões cisalhantes apresentaram uma redução quando se tem o espaço vazio, e o fluxo no painel mudou completamente, antes, havia bulbos de tensões cisalhantes nos cantos superiores, próximos a interface viga-pilar, agora, as tensões cisalhantes estão uniformes ao longo da alvenaria. Quando se tem o encunhamento, também ocorre redução das tensões cisalhantes, mostrando a eficiência do encunhamento.

Análise da utilização das alvenarias de vedação como fôrmas para elementos estruturais

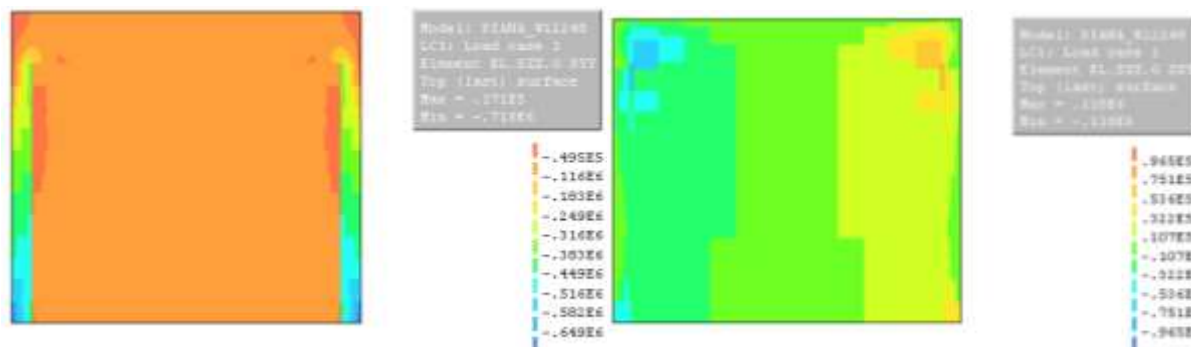
Foram realizadas modelagens simulando que a alvenaria de vedação seria utilizada como fôrmas para elementos estruturais, nesse sistema os elementos estruturais acabam por ter a mesma dimensão (largura) que o bloco da alvenaria de vedação. Com isso, simulou essa situação da mudança da largura das vigas e pilares juntamente com a alvenaria, considerando a ligação do modelo 1. A seguir encontra-se os resultados obtidos das modelagens, onde será ilustrado como exemplo os resultados do painel com três metros de comprimento, e os blocos cerâmicos e a estrutura com 9.0 cm de espessura, os resultados das outras modelagens seguem as mesmas diretrizes, e para simplificação serão somente elencados os resultados nos quadros a seguir. As figuras 18 e 19, ilustram os resultados citados.

Figura 18 - Deslocamento (m) e tensões no plano horizontal (σ_x - N/m²)



Fonte: Os Autores (2019).

Figura 19 - Tensões no plano vertical (σ_y - N/m²) e tensões de cisalhamento (τ_{xy} - N/m²)



Fonte: Os Autores (2019).

O Quadro 6 apresentam os resultados com os deslocamentos e as tensões médias de todas as outras modelagens.

Quadro 6 - Valores dos deslocamentos e tensões médias

Espessura do Blocos (cm)	Deslocamentos (cm)	Tensões médias		
		σ_x (MPa)	σ_y (MPa)	τ_{xy} (MPa)
Painel com 3,0 metros de comprimento				
9,0	0,00821	0,0268	-0,116	-0,0107
11,5	0,00684	0,0213	-0,101	-0,0085
14,0	0,006	0,0177	-0,0913	-0,00765
Painel com 4,0 metros de comprimento				
9,0	0,0172	-0,0526	-0,211	-0,0198
11,5	0,0139	-0,043	-0,176	-0,0159
14,0	0,0118	-0,0368	-0,153	-0,0135
Painel com 5,0 metros de comprimento				
9,0	0,0097	-0,0219	-0,124	-0,00936
11,5	0,00782	-0,0188	-0,108	-0,00778
14,0	0,00669	-0,0168	-0,0979	-0,00677
Painel com 6,0 metros de comprimento				
9,0	0,0122	-0,0241	-0,161	-0,0122
11,5	0,0101	-0,0202	-0,137	-0,01
14,0	0,0087	-0,0177	-0,122	-0,0086

Fonte: Os Autores (2019).

O Quadro 7 apresenta a variação dos deslocamentos e das tensões comparadas ao caso 1.

Quadro 7 - Variação dos deslocamentos e das tensões comparadas ao caso 1

Espessura dos blocos (cm)	Variação dos deslocamentos (%)	Tensões médias (%)		
		σ_x (%)	σ_y (%)	τ_{xy} (%)
Painel de 3,0 metros				
9,0	+36,83	+68,55	+75,23	+7,75
11,0	+36,80	+113,00	+109,11	-4,49
14,0	+49,25	+90,32	+68,45	+6,36
Painel de 4,0 metros				
9,0	+18,62	+111,24	+15,30	-20,16
11,0	+14,88	+375,66	+34,35	-26,73
14,0	+13,46	+513,33	+14,18	-30,77
Painel de 5,0 metros				
9,0	+3,63	+77,91	+12,73	-62,56
11,0	+1,03	+105,32	+5,88	-46,62

14,0	+0,30	+177,63	+5,86	-47,48
Painel de 6,0 metros				
9,0	-5,42	+89,76	-3,59	-41,06
11,0	-3,81	+94,23	+10,48	-45,95
14,0	+2,14	+84,38	-2,4	-49,11

Fonte: Os Autores (2019).

Analisando os deslocamentos e comparando com o caso 1, quando a estrutura possui a mesma largura que o bloco da alvenaria, ocorre diminuição da rigidez da estrutura, pois antes era mais robusta comparada com as dimensões analisadas neste tópico. Com a diminuição da rigidez da estrutura, ela acaba por se deformar mais, onde os deslocamentos acabam por afetar mais ainda a alvenaria. Percebe-se que no painel de 5,0 e 6,0 metros de comprimento, os deslocamentos são quase nulos, e algumas vezes os deslocamentos até diminuem comparadas ao caso 1, isso se dá pelo fato da estrutura estar um pouco mais leve, e devido a ligação rígida entre alvenaria e estrutura, a alvenaria por ter um comprimento maior, acaba por ter mais resistência, conseguindo parar o deslocamento da estrutura. Ou seja, a alvenaria acaba tendo função estrutural, mesmo sendo construída com objetivo de ser alvenaria de vedação.

As tensões horizontais em todos os casos sofrem um aumento no seu valor, mas quase nenhuma alteração na forma que se comporta no painel. O que se tem, é apenas uma variação no bordo inferior do painel, com um aumento pequeno da tensão naquela região, e sendo comprimido inteiramente. Percebe-se que utilizando a estrutura com a mesma dimensão da alvenaria, e comparando com as dimensões originais de projeto, acarreta prejuízos para a alvenaria, sofrendo mais com as tensões advindas da estrutura.

As tensões verticais sofrem mudanças significativas, tanto em valores como na maneira de se comportar. Ocorre um aumento nos valores das tensões se comparado com o caso 1. Já a maneira que se comporta, o fluxo das tensões σ_y , percebe que se torna contínuo na zona de interação viga-alvenaria de vedação, pois, a viga transmite tensões para a alvenaria de vedação, fazendo com que esses dois elementos trabalhem de forma monolítica, comportando como um único fluxo de tensões. Singularidades foram encontradas no painel de 6,0 metros, onde ocorreu das tensões serem menores, porém valores com menos de 5 % de diferença, o que pode ser considerado que as tensões deram os mesmos valores. E isso ocorre por conta do comprimento da alvenaria, por ser comprida, a forma de distribuição das tensões são idênticas ao caso 1, por ter muita área para a distribuição das tensões, ocorrendo pouca variação no comportamento da mesma.

No geral, as tensões cisalhantes médias foram menores, isso devido a ter menos contato entre a alvenaria com a estrutura. Mas analisando os pontos críticos, na interface alvenaria-estrutura, ocorram aumento dos valores das tensões.

CONCLUSÃO

Diante de todos os casos analisados, pode-se concluir que as variações das tensões se reduziram à medida que se aumenta a espessura dos blocos cerâmicos simulados, devido ao incremento de área dos blocos da alvenaria seguindo o princípio das tensões uniaxiais, aumentando a resistência conforme aumenta a área. Um outro fator de grande importância, que dentro dos dados obtidos no plano da alvenaria, os valores mantiveram-se abaixo da resistência mínima por norma, que é de 1,5 MPa, entretanto, devido à escassez de dados referentes ao módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson para blocos cerâmicos de vedação, utilizou-se os valores de blocos cerâmicos vazados para alvenaria estrutural, logo implicando nos resultados finais das

análises. Como os blocos cerâmicos apresentam resistência inferior aos do bloco estrutural, pode-se concluir que os resultados estão a favor da segurança.

Ainda dentro deste contexto, outra condição que poderia trazer dado que influenciasse nas análises, seria o limite de fissuração dos blocos, pois, mesmo o painel de alvenaria mantendo valores a baixo da resistência à compressão dos blocos supracitados pela NBR 15270-1:2017, não se tem dados referentes ao início que a lacuna da fissura começa a parecer, afetando o desempenho final do sistema. E, ainda existem outros fatores determinantes no funcionamento do conjunto, como: deformação excessiva da estrutura, qualidade dos blocos utilizados, excentricidade gerada por falta de prumo.

Foi simulado o encunhamento com argamassa rígida e flexível, para pórticos isolados e pórticos de múltiplos pavimentos. E, com os dados coletados, resultou que para ambos materiais utilizados para o encunhamento os valores das tensões horizontais, das tensões verticais, e das tensões cisalhantes diminuíram, logo, sendo de grande importância para absorção dos descolamentos e das tensões. Ficando evidente que o encunhamento deve ser executado para melhorar a distribuição das tensões entre a estrutura e a alvenaria, e reduzir o aumento indevido de ações nas alvenarias advindas da estrutura de concreto armado, uma vez que a alvenaria de vedação não é capaz de resistir a maiores esforços. Ainda, a argamassa flexível apresentou resultados melhores diante da argamassa rígida, com valores de tensões bem menores.

A simulação da utilização da alvenaria de vedação como fôrmas para a estrutura de concreto armado, onde a estrutura tem a mesma largura que a alvenaria, foi uma condição determinante nos resultados finais de painéis, onde a diminuição da largura da estrutura implica diretamente nas tensões e deslocamentos dos painéis, aumentando estes valores, isso se dá pela redução da rigidez do sistema, por se ter seções menores. Ainda, a aplicação de trabalhar com este sistema construtivo, de manter a seção das vigas e pilares com as mesmas dimensões dos blocos interfere nas condições globais da estrutura, podendo acarretar severas complicações estruturais. Também se tem o problema de, dependendo da largura do bloco cerâmico, e a estrutura com a mesma seção do bloco, acaba não obedecendo as dimensões mínimas estabelecidas pela NBR 6118:2014, o que implica na desobediência da norma vigente.

O estudo mostrou a grande importância da interação alvenaria-estrutura, muitas vezes ignorada em obras, que se não utilizada alguma técnica para a ligação desta interface, ou utilizar alguma técnica de forma incorreta, acaba prejudicando o desempenho da alvenaria de vedação, favorecendo o surgimento de manifestações patológicas.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961-1: **Alvenaria estrutural – Blocos de concreto** – Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro. 2011, 42 p.

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro.2014, 238 p.

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR10837: **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto**. Rio de Janeiro. 1989, 20 p.

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR13281: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos**. Rio de Janeiro. 2005, 7 p.

ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15270-1: **Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro. 2017, 29 p.

- ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR6120: **Cargas pra o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro. 1980, 6 p.
- ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR6136: **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria**. Rio de Janeiro. 2016, 10 p.
- ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR8545: **Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos**. Rio de Janeiro. 1984, 13 p.
- ABNT – ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR8800: **Projeto estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro. 2008, 237 p.
- AZEREDO, H. A. de. **O edifício até sua cobertura**. 2. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 182 p.
- CARVALHO, R. C. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: Segundo a NBR 6118:2014**. 4. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. 415 p.
- FRANCO, L. S. **O Desempenho estrutural e a deformabilidade das vedações verticais**. São Paulo, EPUSP-PCC, 1998.
- FRANCO, L.S.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de um método construtivo de alvenaria de vedação de blocos de concreto celular autoclavados**. São Paulo: EPUSP-PCC, 1994. (Relatório CPqDCC, n. 20081 – EP/SICAL-1)
- HELENE, P.R.L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1992. 213p.
- HENZ, C. L. **Análise experimental de compatibilidade das argamassas de revestimento e encunhamento**. 2009. 85f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- LORDSLEEM Jr., A. C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. Editora O Nome da Rosa, São Paulo. São Paulo. 2000.
- MEDEIROS, J. S.; FRANCO, L. S. **Prevenção de trincas em alvenarias através do emprego de telas soldadas como armadura de ancoragem**. 1999.78 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, 1999.
- MOLITERNO, A. **Caderno de estruturas em alvenaria e concreto simples**. 5ª reimpressão - 2011. São Paulo: Blucher, 1995. 374p.
- MUCI, D. W. S.; NETTO, J. R. B.; SILVA, R de A. **Sistemas de recuperação de fissuras da interface alvenaria de vedação-estrutura de concreto: comparativo entre os processos executivos e análise de custo**. 2014. 98 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.
- PINHEIRO, G. G. **Estudo do comportamento mecânico de blocos cerâmicos com diferentes larguras**. 2009. 117f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Pós-graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- SAMPAIO, M. B. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural**. 2010. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- SANTOS, A. R. **Estudo da técnica de assentamento da alvenaria de vedação em blocos**. 2012. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Materiais para Edificações. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012.

SANTOS, M. J. F. dos. **Análise da resistência de prismas e pequenas paredes de alvenaria estrutural cerâmica para diferentes tipos de argamassas.** 2008. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SOPELSA, D. R. **Análise de construções com paredes de vedação servindo de apoio direto das vigas.** 2012. Dissertação (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2012.

SOUZA, V.C.M., RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estrutura de concreto.** 1ª ed. 5ª tiragem, São Paulo: Pini, 2009. 257p.

SPEROTTO, J. N. **Edificações multifamiliares sem dispositivo de ligação superior alvenaria-estrutural: análise do sistema construtivo.** 2009. 83 f. Trabalho de diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

THOMAZ, E. **Código de práticas nº 1: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.** São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009. 65 p.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** São Paulo: Editora PINI, 2001. 454 p.

TNO DIANA BV. **DIANA 9.4.4 User's Manual.** 2013.

VINCENZO, D. S. **Análise de tensões em alvenarias de vedação.** 2006. 110f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM NASCENTE DA FAZENDA PANORAMA MUNICÍPIO DE GUAPÓ-GO

Wesley Ferreira de Sousa¹
Milton Gonçalves da Silva Júnior²
Fernando Ernesto Ucker³
Ressiliane Ribeiro Prata Alonso⁴
Mayara Wesley da Silva⁵
Cristina de Fátima Mattos Antunes⁶

RESUMO

Considerando a importância de se preservar as nascentes, visto que elas dão origem aos cursos d'água, este trabalho se propôs a realizar um estudo de caso na fazenda Panorama localizado no município de Guapó, com o objetivo de realizar uma avaliação dos impactos ambientais da nascente. Com objetivo específico, pretende-se analisar os aspectos físicos e antrópicos do local, apresentando as irregularidades que causam impactos negativos à nascente, propondo ao final, medidas mitigadoras para essas possíveis irregularidades. O estudo foi realizado por análises de dados como relatórios fotográficos através de visitas no local para encontrar a degradação e o agente degradador. Após constatações dos agentes degradadores da nascente na fazenda Panorama, como falta da mata ciliar em torno da mina de acordo com o código florestal, não havia contenção dos animais com barreira física e voçoroca a jusante do afloramento superficial causando assoreamento, após a identificação foram sugeridas medidas para recuperação e regeneração da área degradada. É de grande importância que todos se conscientizem com a preservação das nascentes para um futuro melhor.

Palavras-chave: Nascente; Degradação; Recuperação.

EVALUATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN BORN OF THE FARM PANORAMA MUNICÍPIO DE GUAPÓ-GO

ABSTRACT

Considering the importance of preserving the springs, since they give rise to the water courses, this work proposed to carry out a case study in the farm Panorama located in the municipality of Guapó, with the general objective of making an evaluation of the environmental impacts from the source. With specific objective, it is intended to analyze the physical and anthropic aspects of the place, presenting the irregularities that cause negative impacts to the source, proposing at the end, mitigating measures for these possible irregularities. The study was carried out by analyzes of data such as photographic reports through on-site visits to find the degradation and degradation agent. After the findings of the degrading agents of the source at the Panorama farm, as a lack of the riparian forest around the mine according to the forest code, there was no containment of the animals with physical barrier and voçoroca downstream of the superficial outcrop causing sedimentation, after identification were suggested measures for recovery and regeneration of the degraded area. It is of great importance that everyone is made aware of the preservation of the springs for a better future.

Keywords: Spring; Degradation; Recovery.

Recebido em 28 de abril de 2020. Aprovado em 10 de maio de 2020.

¹ Engenheiro Ambiental – Centro Universitário UniAraguaia. E-mail: wesleysouza_250@hotmail.com

² Docente do curso de Engenharia Ambiental – Centro Universitário UniAraguaia. E-mail: professormiltonjunior@outlook.com

³ Coordenador do curso de Engenharia Ambiental – Centro Universitário UniAraguaia. E-mail: coord.eng.ambiental@faculdadearaguaia.edu.br

⁴ Coordenadora do Núcleo de Extensão, Pesquisa e Pós-Graduação do Centro Universitário UniAraguaia. E-mail: coord.posgraduacao@faculdadearaguaia.edu.br

⁵ Coordenadora do curso de Engenharia Agrônômica – Centro Universitário UniAraguaia. E-mail: coord.engagro@faculdadearaguaia.edu.br

⁶ Coordenadora do curso de Engenharia Civil – Centro Universitário UniAraguaia. E-mail: coordengcivil@faculdadearaguaia.edu.br

INTRODUÇÃO

A água doce é um dos recursos naturais mais importantes para a vida de qualquer espécie (seres humanos, animais e vegetais). Atualmente, ao buscar informações sobre o tema água, é possível perceber que é frequente a sua escassez em diversos lugares. De acordo com Agência Nacional De Águas (ANA, 2018), “em termos globais, o Brasil possui uma boa quantidade de água. Estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta”. Com isso, percebe-se que o problema não é a quantidade e sim a maneira que a água vem sendo preservada e distribuída.

Um dos principais motivos pela qual ocorre escassez de água em determinados lugares é a degradação ambiental de nascentes e corpos d’água. As matas ciliares presentes em cursos d’água protegem e mantêm equilíbrio deste recurso natural com o meio em que ele se situa. Logo, a degradação dessas matas compromete a qualidade e o desenvolvimento de corpos d’água. De acordo com Assis et.al.(2017):

A degradação das matas ciliares além de desprezar a legislação, que torna obrigatória a preservação das mesmas, resulta em vários problemas ambientais. As áreas de preservação permanentes localizadas ao longo das margens dos rios, córregos, lagos, lagoas, represas e nascentes tem como função preservar os recursos hídricos, controlam erosão nas margens dos cursos d’água evitando o assoreamento dos rios, protege a fauna e a flora, mantém a qualidade da água.

Neste contexto, as nascentes precisam de maior cuidado e preservação constante, pois, são elas que dão origem aos cursos d’água, sem as nascentes, rios, lagos, córregos podem deixar de existir.

A nascente do rio ou riacho é a fonte situada no limite do afloramento do aquífero. A cabeceira é o ponto onde nasce o curso d’água, não possuindo lugar bem definido, pode ser formada por uma área. O sistema de nascente deve ser preservado e é constituído pela vegetação, solo, rochas e relevo das áreas adjacentes e à montante das nascentes (GOMES, MELO e VALE 2005 p. 104).

De acordo com Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG, 2018), “em diversas propriedades localizadas na zona rural, as nascentes vêm diminuindo suas vazões ou, em muitos casos, até secando. Os córregos, rios e demais corpos d’água também sofrem os mesmos problemas, pois dependem das nascentes para sua manutenção e sobrevivência”. Nas zonas rurais, muitos fatores podem provocar a degradação de cursos d’água, como por exemplo, pastagem e pisoteio de gado, desvio de cursos d’água para necessidades pessoais do proprietário e agricultura. Na área de estudo, o principal motivo que causa a impactos negativos na nascente objeto deste estudo está relacionado ao pisoteio do gado.

Considerando a importância de se preservar as nascentes, visto que são elas que dão origem aos cursos d’água, este trabalho se propôs a realizar um estudo na fazenda Panorama localizado no município de Guapó, com o objetivo geral de fazer uma avaliação dos impactos ambientais da nascente localizada nesta fazenda. Como objetivo específico, pretende-se analisar os aspectos físicos e antrópicos do local, apresentando as irregularidades que causam impactos negativos à nascente, propondo ao final, medidas mitigadoras para essas possíveis irregularidades. Todas as propostas definidas serão apresentadas ao proprietário com a finalidade de incentivar a recuperação e preservação da nascente.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Panorama, localizada no Município de Guapó (GO) há 54,0 km de Goiânia. Conforme dados obtidos pelo site da Prefeitura de Guapó (2018). O Município possui 13.976 habitantes e uma área de 516,844 km² o bioma típico predominante neste Município é o Cerrado.

A Fazenda Panorama possui área útil total de 41.7291 hectares, nela são desenvolvidas atividades de produção de eucaliptos onde é feito o plantio, cultivo e venda da lenha. Outra atividade desenvolvida é a pecuária ou gado de corte que consiste na compra de gado, criação para que os mesmos ganhem peso e em seguida venda para frigoríficos onde são destinados ao abate para a produção de carne e de seus derivados. A figura 1 apresenta o mapa de localização da fazenda, onde está destacada na cor azul a localização da nascente, objeto deste estudo.

Figura 1: Mapa de Localização da Nascente Fazenda Panorama



Fonte: (Google Digital Globe. Adaptado pelo Autor).

Coleta de Dados

O desenvolvimento inicial do levantamento de dados em campo foi realizado através de registros fotográficos, a fim de identificar a área, a possível degradação e o agente degradador.

Foram realizadas avaliações e levantamentos de informações sobre metodologias de recuperação de nascentes e a importância dos recursos naturais para vida das espécies (seres humanos, animais e vegetais) que norteou e sugeriu métodos a serem aplicados na área de estudo para recuperação.

Análise dos Dados

Através de indicadores como, marcas de pisoteio de gado, falta de mata ciliar, solo compactado, dejetos do gado, entre outros constatou o estado de degradação do solo no local, além da falta de vegetação ao redor da nascente.

Ainda que o local apresente algumas características naturais, como algumas plantas nativas, verificou-se a área quanto ao atendimento da legislação em vigor, a fim de propor medidas mitigadoras e compensatórias para que a vegetação possa ser restabelecida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância das nascentes

Através dos estudos realizados na nascente localizada na fazenda Panorama, foi possível observar os danos que a degradação ambiental causou na nascente, e entender na prática como elas são importantes para o equilíbrio do meio ambiente. “As nascentes são responsáveis pelo abastecimento de rios e lagos formando importantes reservas de água, que é o elemento mais precioso da vida na terra, suprimindo as necessidades básicas dos seres humanos, como saúde, produção de alimentos e manutenção de ecossistemas naturais”(JAIME e PEIXOTO, 2018).

A água é um recurso indispensável que está presente em quase todas as atividades humanas, além disso, compõe boa parte do corpo humano, apenas isso já a torna importante sem precisarmos considerar as tantas outras utilidades que apresenta. As nascentes, como já exposto anteriormente, representam o afloramento da água na superfície terrestre, é partir dela que surgem os rios, lagos e tantos outros corpos d’água.

A mínima importância concedida às nascentes faz com que muitas diminuam drasticamente a sua vazão, e outras simplesmente sequecem por completo (ARAÚJO, 2017). Para que a redução da água não aconteça, é muito importante que haja vegetação em torno do local. De acordo com Torres e Junqueira (2005), as águas das chuvas que infiltram na terra e abastecem o lençol d’água subterrâneo são responsáveis pelo surgimento das nascentes. Sendo assim, é preciso ter uma boa cobertura vegetal nas partes mais elevadas do terreno, para que não ocorra escoamento superficial na forma de enxurrada, mas infiltre, emergindo nas nascentes ou olhos d’água, nas partes mais baixas do terreno (ROBERT; GOMES e BITTENCOURT, 2008).

Botelho e David (2002), afirmam que as florestas que ocorrem ao longo dos cursos d’água e no entorno de lagos e de nascentes recebem as denominações de matas ciliares, ripárias, ribeirinhas ou de galeria. Os mesmos autores afirmam ainda que diversas discussões sobre a nomenclatura destas formações vegetais constam na literatura recente na tentativa de se utilizar uma terminologia mais clara para designação das diferentes formações vegetais que ocorrem no ambiente ribeirinho (BOTELHO e DAVIDE, 2002).

De acordo com SEMAHR (2019):

Mata ciliar é a formação vegetal localizada nas margens dos córregos, lagos, represas e nascentes. Também é conhecida como mata de galeria, mata de várzea, vegetação ou floresta ripária. Considerada pelo Código Florestal Federal como "área de preservação permanente", com diversas funções ambientais, devendo respeitar uma extensão específica de acordo com a largura do rio, lago, represa ou nascente.

Contudo, percebe-se que a vegetação, que como visto, pode receber diversas nomenclaturas, também é extremamente importante proteger as nascentes ou quaisquer corpos d'água sendo ambas essenciais para o equilíbrio ambiental, devendo ser preservadas.

Caracterização da degradação ambiental da nascente da fazenda panorama

O diagnóstico ambiental é uma ferramenta base de suporte, que consiste no levantamento da situação e percepção dos componentes ambientais de uma determinada área, com vista na verificação da conformidade legal, com indicação de medidas preventivas e corretivas, se for o caso (BIOSFERA, 2019).

A cobertura vegetal no entorno da nascente, que está escassa, existem apenas algumas árvores entorno da mina que não está de acordo com O Código Florestal, Lei Federal 12.651/12, que estabelece para Áreas de Preservação Permanentes – APP's deve conter área com raio de 50 metros entorno da nascente, que é específica APP. No entanto, restringe-se o uso dessa área para impedir que a nascente fique sujeita à ocupação indevida, contaminação física, biológica e química da água (BRASIL, 2012). A figura 2 apresenta o estado em que se encontrava a nascente no mês de julho de 2018 quando foi realizado o levantamento de informações.

Figura 2 – Local da nascente mês de julho 2018.



Fonte: autor

Análise no local, constatou que não existe barreira física no raio determinado, para contenção dos animais que estavam no pasto, permitindo o livre acesso de animais no afloramento superficial. Segundo Marques (2019), é um problema grave, pois causa a compactação do solo e dificulta a infiltração da água, afetando também a regeneração natural da vegetação local.

Na cabeceira do afloramento superficial constatou degradação do solo que deu origem a uma voçoroca, como demonstra a Figura 3. Ao analisar um raio de 400 metros a jusante verifica-se que a fazenda tem uma área desmatada para uso de pastagens no nível a montante da mina d'água, podendo ser a causa da voçoroca no local, de acordo com, Ferreira (2019), o desmatamento para fins de produção agrícola tem contribuído para áreas susceptíveis à erosões aumentando os processos erosivos e, como consequência, o assoreamento dos cursos d'água, ocasionando grandes voçorocas.

Figura 3 – Voçoroca a montante da nascente.



Fonte: autor

A remoção da cobertura vegetal, a qual promove a proteção do solo, inicia, ou acelera, a erosão do solo sob ação das chuvas ou do vento (SOUSA; MENESES; PEREIRA, 2014). Além disso, a perda da vegetação reduz a capacidade de infiltração do solo, tornando-o mais rígido e gerando um maior fluxo de escoamento superficial, podendo causar enxurradas que levam consigo detritos, acarretando assim, no assoreamento do corpo hídrico (SOUSA et.al, 2016. p.10).

Após visitas frequentes no local foi possível observar que no dia 19/07/2018 a nascente estava totalmente seca, e que a partir do mês de novembro ela começou a minar água. Segundo Morgam (2012), as nascentes são classificadas em três tipos que são: nascentes perenes, caracterizadas por apresentarem fluxo de água contínuo, durante todo ano, até na estação seca, com menor vazão. As nascentes intermitentes são aquelas que apresentam fluxo de água apenas durante a estação das chuvas, e secam durante a estação seca do ano. E as nascentes efêmeras são aquelas que surgem durante a chuva, permanecendo durante alguns dias e desaparecendo em seguida.

No entanto a nascente da fazenda Panorama esta classificada como intermitente, com demonstra a Figura 4, pois no período chuvoso ela contribui com o represamento a jusante, fornecendo água aos animais. E é de grande importância realizar as modificações necessárias para conter a degradação do solo e preservação da APP.

Figura 4 – Local da nascente mês de novembro 2018.



Fonte: autor

Diante da visita no local e dos relatórios fotográficos fica evidente que a mina da fazenda Panorama esta degradada, pelos agentes físicos e também ambientais, para recuperação da área degradada é de grande importância promover a contenção dos animais, realizar plantio de árvores para aumentar a cobertura vegetal da nascente e na voçoroca, pois ela está causando assoreamento na nascente.

Proposta de recuperação da área degradada na nascente da fazenda Panorama

Após a identificação do agente degradador, foi possível definir medidas mitigadoras que possam contribuir para a recuperação da nascente. O primeiro passo é isolar a área com cercas de arames com a finalidade de conter o acesso do gado ao local. Podem ser utilizados portes de eucalipto para a construção da cerca e arame liso para evitar que os animais se firam ao se aproximarem. Segundo Cardoso e Moraes (2004), é possível através dos processos de restaurações aumentar a vazão ou tempo de vazão gradativamente do afloramento superficial, como a nascente da fazenda Panorama está classificada como intermitente, o projeto de recuperação da nascente pode aumentar o tempo de contribuição de água para o represamento a jusante.

Foi proposto ao proprietário construir barreira física, em torno da nascente, a área deve ser cercada com raio de 50 metros para criação da área de APP, de acordo com Lei a Federal 12.651/12, e na voçoroca 2 metros de cada lado no comprimento total de acordo com a Figura 5.

Figura 5– Croqui restauração da nascente.



Fonte: autor

Quando se fecha a área, espécies nativas são capazes de ocupar áreas aleatórias nesses ambientes, permitindo também o surgimento da fauna adaptada ao gradiente vegetacional, contribuindo assim para a recuperação do ambiente (BRANDÃO, 1985).

O primeiro passo é isolar a área com cercas de arames com a finalidade de conter o acesso do gado ao local. Podem ser utilizados portes de eucalipto para a construção da cerca e arame liso para evitar que os animais se firam ao se aproximarem. Para recuperação da cobertura vegetal entorno da nascente, foi proposto ao fazendeiro plantio de árvores entorno da nascente, as árvores devem ser plantadas bem distribuídas e alternadas entre plantas pioneiras que crescem mais rápido e plantas clímax que crescem mais devagar, plantio deve ser iniciado no período chuvoso. Na voçoroca além das alternativas de árvores plantadas entorno da nascente e necessário realizado plantio de gramíneas. De acordo com Barcellar (2006), a revegetação de uma voçoroca contribui de maneira eficaz para a diminuição da perda de sedimentos e movimentos de terra.

Como mostra a Figura 6 é possível observar que já existe um pouco de gramíneas na área da voçoroca, de acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2010), a cobertura vegetal é a proteção natural de um terreno contra a erosão através dos diversos benefícios como: proteção

contra o impacto das gotas de chuva, dispersão da água, aumento na infiltração de água, adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água e diminuição da velocidade de escoamento.

Figura 6– Presença de gramíneas.



Fonte: autor

Segundo Bardy e Carvalho (2016), após a implantação das ações de recuperação da nascente é necessário acompanhar o desenvolvimento das mudas e da vegetação nativa e observar se há fatores que afetam negativamente a regeneração da nascente. Após a realização das mudanças para recuperação da nascente da fazenda, espera-se promover aumento da vazão e do tempo de fornecimento de água ao barramento, fornecendo assim mais água para o gado daquela pastagem, e com a recuperação da área degradada pela voçoroca conter o problema de assoreamento na nascente.

CONCLUSÃO

Após constatações dos agentes degradadores da nascente na fazenda Panorama, foram sugeridas medidas para recuperação e regeneração da área degradada como, realização da contenção dos animais com barreira física, criação da área de proteção permanente de acordo com o código florestal, que irá contribuir com a regeneração da cobertura vegetal no local. Da mesma forma, foi realizado o tratamento da voçoroca com o plantio de árvores e gramíneas para evitar o assoreamento no afloramento superficial. Diante da importância da nascente na fazenda, é importante que todas as recomendações contidas nesse trabalho sejam realizadas para regeneração e preservação da área degradada. No entanto é imprescindível que, diante dos argumentos expostos, todos se conscientizem na importância de promover recuperações das áreas degradadas, criar áreas de preservações permanentes e proteger todas as nascentes.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. E. O; ESSI, L. **Educação Ambiental: Recuperação E Conservação De Áreas De Preservação Permanente De Palmeira Das Missões E Região.** Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul. Disponível em< <http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=1578>>Acesso em Outubro de 2018.

ANA-Agência Nacional das Águas. **Quantidade de água.** Acesso geral à *homepage* 2018. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>> Acesso em Outubro de 2018.

ANA-Agência Nacional das Águas. **Quantidade de água.** Acesso geral à *homepage* 2018. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>> Acesso em Outubro de 2018 ².

ARAÚJO, F. G. **Recuperação De Duas Nascentes Do Rio Uru Para Aumento De Vazão Para Abastecimento Rural, No Município Da Cidade De Goiás-Go.** Faculdade Araguaia. Goiânia, 2017.

ASSIS, M. D. O; SANTOS, C. S; RITÁ, F. S; SOAREZ, I. M; PEREIRA, A. A. S. **Recuperação De Uma Nascente No Município De Espírito Santo Do Dourado - Minas Gerais.** 14º Congresso Nacional de Meio Ambiente, Poços de Águas Termas e minerais. Poços de Caldas 2017.

BACELLAR, L. A. P. **Processos de Formação de Voçorocas e Medidas Preventivas e Corretivas.** Viçosa, 2006. 35 slides.

BARDY, RACHEL; CARVALHO, FABIANO. **Recuperação de nascentes requer ajuda especializada. Pesquisadores da Embrapa Solos,** [S. l.], 24 maio 2016. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/gr-responde/noticia/2016/07/recuperacao-de-nascentes-requer-ajuda-especializada.html>. Acesso em: 23 abr. 2019.

BERTONI, J. , LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 9. ed. Ícone, 2014. 1450 . São Paulo, 2010.

BIOSFERA. **Licenciamento Ambiental.** Consulta a *homepage* 2019. Disponível em <<http://www.biosferamg.com.br/licenciamento/diagnostico-ambiental/>> Acesso em abril de 2019.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. **Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares.** Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, v. 5, p. 123-145, 2002.

BRANDÃO, M. **Plantas Invasoras de Pastagens no município de Cantagalo-RJ.** In XXXVI Congresso de Botânica. Sociedade de Botânica do Brasil. Curitiba, 1985.

BRASIL. Novo Código Florestal Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Disponível em <<http://saema.com.br/files/Novo%20Codigo%20Florestal.pdf>>. Acesso em Outubro de 2018.

CARDOSO, Nelson; MORAES, José dos Santos. **Recuperação, concervação do corpo de nascentes, aumenta de vazão recomposição florestal, a origem do sistema tecnológico de captação e abastecimento d'Água sem energia. Restauração de nascentes,** [S. l.], 12 maio 2004. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23620/15700>. Acesso em: 28 mar. 2019.

EMATER MG - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. **Proteção e recomposição de nascentes.** Governo de Minas. Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2018.

FERREIRA, Heloisa. **Controle dos Processos Erosivos Lineares (ravinas e voçorocas) em Áreas de Solos Arenosos.** Embrapa Meio Ambiente, [S. l.], 10 dez. 2011. Disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/download/circular_22.pdf. Acesso em: 7 fev. 2019.

G1. **Projeto em Extrema, MG, reconhece e paga por serviços ambientais.** Disponível em <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/03/projeto-em-extrema-mg-reconhece-e-paga-por-servicos-ambientais.html>> Acesso em Outubro de 2018.

GOMES, P. M; MELO, C; VALE, V. S. **Avaliação dos Impactos Ambientais em Nascentes na Cidade de Uberlândia-MG: Análise Macroscópica.** Sociedade e Natureza, Uberlândia Minas Gerais, 2005 p. 104.

IMPrensa Oficial. **Nascentes do Brasil Estratégias para a proteção de cabeceiras em Bacias Hidrográficas.** WWF Brasil. p.17. São Paulo, 2007.

JAIME, M. A. S; PEIXOTO, J. C. **Estudo De Caso: Recuperação Da Principal Nascente Do Ribeirão João Leite, Na Sub-Bacia Do Córrego Das Pedras, Em Ouro Verde De Goiás, GO.** CIPEEX. 3º Congresso Internacional de Pesquisa, Ensino e Extensão Ciência para a redução das desigualdades, 2018.

MARQUES, Geize. Programa Pró-Nascentes. **Desmatamento e pisoteio de animais estão matando nascentes,** [S. l.], 22 set. 2017. Disponível em: <https://www.patoshoje.com.br/noticia/desmatamento-e-pisoteio-de-animais-estao-matando-nascentes-no-municipio-mostra-estudo-34749.html>. Acesso em: 22 fev. 2019.

MEIRELES, E. M. T. M; SILVA, O. H; MARTINS, S. S. **Programa De Recomposição Da Mata Ciliar Em Dois Municípios Do Noroeste Do Paraná.** Paraná, 2004.

MOCELIN, G. M. **Conscientização Da Importância Da Mata Ciliar No Ensino Fundamental Na Região Rural Do Município De Colombo-Pr.** Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, 2014.

MORGAN, Ariádine. **Tipos de nascentes são condicionadas às estações chuvosas.** Tipos de nascentes, [S. l.], 20 ago. 2012. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/noticias/tipos-de-nascentes-sao-condicionadas-as-estacoes-chuvosas>. Acesso em: 22 mar. 2019.

OLIVEIRA, J. B; ALVES, J. J; FRANÇA, F. M. C. **Recomposição Da Mata Ciliar E Reflorestamento No Semiárido Do Ceará.** Governo Do Estado Do Ceará Secretaria Dos Recursos Hídricos. Fortaleza, 2010.

PARANHOS, F. R. S. **Proposta De Recuperação E Manejo De Nascente Em Área Rural Do Município De Álvares Machado- SP.** Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2012. p.10.

PRAVUSCHI, P. R. **Legislação: Conservação E Preservação De Nascentes No Estado De São Paulo.** Universidade Federal De Viçosa. Minas Gerais, 2015.

PREFEITURA DE GUAPÓ. **Dados Geográficos.** Disponível em<<http://www.guapo.go.gov.br/pagina/129-dados-geograficos>>Acesso em novembro de 2018.

ROBERT, H. M; GOMES, E. R; BITTENCOURT, A. H. C. **Estado de conservação das nascentes no perímetro urbano da cidade de Muriaé-MG.** Revista Científica Da Faminas – V. 4, N. 1, Jan.-Abr. de 2008.

SANTOS, B. S.; CRISPIM, J.Q. **Recuperação E Preservação De Nascentes: Uma Alternativa De Melhoria Sócioambiental Para Pequenos Agricultores Da Comunidade Barreiro Das Frutas- Campo Mourão- PR.** VII. EPCC. Encontro Internacional de Produção Científica. Paraná, 2011.

SEMARH- Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Nascentes.** Acesso geral à *homepage* 2019. Disponível em< <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/27192824/semarh-secretaria-de-estado-de-meio-ambiente-e-recursos-hidricos> >Acesso em Março de 2019.

SILVA, G. L. M; SILVA, D. P. L; SILVA, S. P. **Avaliação Dos Impactos Ambientais Negativos Ocorridos Nas Nascentes Do Rio Gruna / Estudo De Caso No Município De Senhor Do Bonfim-Ba** IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA – 25 a 28/11/2013.

SOUSA, L. S; MENEZES, I. A; PEREIRA, A. C; LIMA, A. C. L; LIMA, L. M. R. **Avaliação Da Degradação De Mata Ciliar Na Nascente Da Bacia Do Rio Mamanguape Com Proposta De Recuperação Por Meio De Educação Ambiental.** Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. Paraíba, 2016. p.10.

SOUSA, Lucas dos Santos; MENESES, Isabel de Araújo; PEREIRA, Antônio Cavalcante. **Avaliação da degradação de mata ciliar na nascente da bacia do rio mamanguape com proposta de recuperação por meio de educação ambiental.** Universidade Estadual da Paraíba ? UEPB, [S. l.], 10 maio 2014. Disponível em: https://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD1_SA85_ID1671_05052016105102.pdf. Acesso em: 28 fev. 2019.

TORRES, R. A.; JUNQUEIRA, F. J. A. L. **Aumento da produtividade e da qualidade do leite na Zona da Mata Mineira** – Juiz de Fora: Embrapa Gado de leite, 2005. Cap. 9. p.103-111.

VAZ, L; ORLANDO, P. H. K. **Importância Das Matas Ciliares Para Manutenção Da Qualidade Das Águas De Nascentes: Diagnóstico Do Ribeirão Vai-Vem De Ipameri-GO.** XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária. Uberlândia-MG. 15 A 19 de Outubro de 2012. p.4.

Revista UniAraguaia