

# AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO EM UM LABORATÓRIO MULTIDISCIPLINAR DO BLOCO ODONTOLÓGICO DO CENTRO UNIVERSITÁRIO TIRADENTES

Ana Karla Lima da Silva<sup>1</sup>

Camylla Maria da Silva Ribeiro<sup>2</sup>

Nayara Maria de Senna Barros Nascimento<sup>3</sup>

Raone Bruno de Oliveira Silva<sup>4</sup>

Cristine Matos Dantas<sup>5</sup>

Arquitetura e Urbanismo



ISSN IMPRESSO 1980-1785

ISSN ELETRÔNICO 2316-3143

## RESUMO

O projeto realizado visou analisar o desempenho acústico no laboratório multidisciplinar 15, que possui equipamentos e acessórios da clínica escola odontológica no Centro Universitário Tiradentes (UNIT). Analisou-se a influência do ruído provocado na sala de aula em diferentes condições, para comparar os níveis de ruído aos valores aceitáveis para o conforto. Buscou-se investigar como as atividades externas da sala de aula e da edificação influenciam no seu interior e como o ruído do ambiente interno influencia nos ambientes externos. Verificou-se que os materiais construtivos e de revestimento apresentaram características convenientes para o isolamento do ruído, reduzindo-o em até 60%, entretanto, no que faz referência ao tempo de reverberação, o estudo indicou a necessidade de alterações na sala de aula.

## PALAVRAS-CHAVE

Desempenho Acústico. Sala de Aula. Clínica Escola de Odontologia.

## ABSTRACT

The project aimed to analyze the acoustic comfort level in the multidisciplinary laboratory 15, which has equipment and accessories of the dental school clinic in the Centro Universitário Tiradentes - UNIT. The influence of classroom noise in different conditions was analyzed to compare noise levels with comfort acceptable values. It was sought to investigate how the external activities of the classroom and of the building influence on its interior and how the noise of the internal environment influence on its external environments. It was verified that the constructive and coating materials presented convenient characteristics for noise isolation, reducing it by up to 60%, however, in reference to the reverberation time, the study indicated the need for classroom changes.

## KEYWORDS

Acoustic performance. Classroom. Dentistry school clinic

## 1 INTRODUÇÃO

Quando se fala sobre arquitetura e acústica, frequentemente pensa-se no trabalho de ambientes que envolvem a imposição de som e que este atenda um número específico de público. Como exemplo desses espaços, que geralmente são lembrados quando esta temática é discutida, temos: teatros, salas de auditório, igrejas, ou ainda casas de shows. No entanto, tal pensamento é equivocado ao acreditar que somente tais espaços necessitam atenção no que se refere à acústica, pois ela é um dos aspectos de conforto ambiental e deve ser lembrada em todos os tipos de projetos.

A atividade na qual a acústica arquitetônica possui incidência ocupa duas áreas específicas: isolamento contra o ruído e controle de sons no recinto. A arquitetura oferece à edificação vários fatores, que devem ser considerados ainda durante a fase de projeto. O primeiro fator ao projetar espaços que exigem isolamento acústico e/ou, controle de ruído é o planejamento. Assim, saber o propósito daquele ambiente, bem como os sons que ali serão transmitidos, juntamente com a identificação das atividades e barulhos que serão realizados naquele perímetro circunvizinho, interferem diretamente na acústica.

A esse barulho externo, quando for um som indesejável, podemos chamá-lo de ruído. Os ruídos existentes em um ambiente interno podem ser decorrentes tanto de atividades externas ou inclusive internas da própria edificação. As consequências da exposição frequente ao ruído acarreta em problemas de saúde auditiva, física, ou até mental. A interferência do ruído geralmente é controlada em lugares onde seja necessário manter-se concentrado, tais como locais de trabalho ou estudo.

Em escolas, são identificados os ruídos de impactos que podem ser combatidos com o tempo de reverberação correto nas salas de aula e obter uma inteligibilidade muito baixa dos ruídos de fora (DE MARCO, 1940, p. 83). O fato de o ruído de impacto causar maior preocupação deve-se à capacidade que o organismo tem de

se adaptar ao ruído contínuo. Após certo período de exposição, o indivíduo se torna menos sensível a esse ruído (IIDA, 2005).

Para regular as condições de exposição aos ruídos, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) criou a norma NBR 10152 (ABNT, 1987), que trata dos níveis de ruído para conforto acústico, que estabelece limites para os ruídos de fundo nos ambientes construídos, objetivando o conforto acústico. Essa norma é indicada, inclusive, pela norma regulamentadora de número 17 (NR-17, publicada em 1978 e com última atualização em 2007) que relaciona o problema acústico a problemas ergonômicos da atividade de trabalho (FERNANDES, 2011).

Deste modo, o presente artigo tem como finalidade analisar o comportamento acústico em um laboratório multidisciplinar da clínica escola de odontologia do Centro Universitário Tiradentes (UNIT), em Maceió, Alagoas. Com isso, fazer uma avaliação do desempenho acústico e após, se necessário, sugerir mudanças para que a acústica do local atenda as condições mínimas de conforto e esteja eficiente.

## 2 TIPOS DE RUIDOS EXISTENTE EM UM AMBIENTE

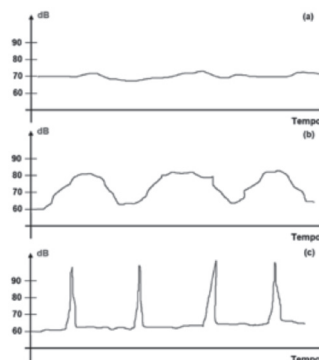
Como já mencionado, chamamos de ruído o barulho que consideramos como um som indesejável. De acordo com Girardi (2011), os ruídos podem ser classificados em 3 tipos, que são:

**Contínuo:** é aquele que apresenta uma variação de intensidade muito pequena em função do tempo. São ruídos característicos do som de bombas de líquidos, motores elétricos, engrenagens etc. Exemplos: geladeiras, condicionadores de ar, chuva, ventiladores – Figura 1.a;

**Flutuante:** é aquele que apresenta uma grande variação de nível em função do tempo. Esse é o mais comum do dia a dia e é característico de trabalhos manuais, afiação de ferramentas, soldagem, o trânsito de veículos, entre outros – Figura 1.b;

**Impacto:** é o tipo de ruído que apresenta altos níveis de intensidade sonora num intervalo de tempo muito pequeno. Como exemplos, temos o barulho produzido por rebiteadeiras, impressoras automáticas, britadeiras, prensas etc. – Figura 1.c.

Figura 1 – Representação gráfica dos tipos de ruído, respectivamente: contínuo (a), flutuante (b) e impacto (c)



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Para se medir o nível de ruído em um ambiente, podem-se utilizar diversos aparelhos. Entre os mais comuns estão o medidor de nível de pressão sonora, o dosímetro e os analisador de frequência. O primeiro registra de forma direta o nível da pressão sonora de um fenômeno acústico. O resultado é expresso em decibéis (dB) com uma pressão sonora de referência de  $2 \cdot 10^5$  Pascal. É possível utilizar nesses aparelhos filtros de compensação para frequência e circuitos de resposta.

Já o dosímetro monitora a exposição, acumulando o ruído constantemente, utilizando um microfone e circuitos semelhantes aos dos medidores de pressão sonora. Durante o tempo de funcionamento, o aparelho registra a dose de ruído acumulada. O terceiro, e último equipamento mencionado, capta as frequências graves e agudas do som emitido. Em geral, as frequências agudas são mais lesivas do que as graves, mas podem ser controladas com maior facilidade.

### 3 EXECUÇÃO DO ESTUDO

Para realização do estudo foram cumpridas as seguintes etapas:

O levantamento físico do ambiente analisado: uma sala de aula da clínica escola de odontologia do Centro Universitário Tiradentes, intitulado por laboratório multidisciplinar 15;

Aferições dos níveis de ruído por meio do instrumento termo-higro-decibelímetro-luxímetro portátil, modelo THDL-400 – Instrutherm – indicado pela imagem da Figura 2;

Cálculos referentes ao tempo de reverberação do som no ambiente;

Análise do prédio e sala de aula estudada, para entendimento da dinâmica existente de toda a edificação em seu dia a dia e, assim, reconhecimento de situações típicas e atípicas.

Como meio de orientação para os cálculos e medições buscou-se as seguintes normas regulamentadoras: NBR 10151/2000, a qual fixa as condições exigíveis da aceitabilidade do ruído em comunidades; NBR 10152/1987, que fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico; NBR 12179/1992, que aborda sobre os critérios fundamentais para execução de tratamento acústico em recintos fechados.

Figura 2 – Equipamento termo-higro-decibelímetro-luxímetro



Fonte: Instrutherm (s.d.).

A avaliação dos níveis de ruído na sala levou em consideração o ambiente por completo. Para isto, foram determinados cinco pontos de medição, dos quais quatro localizavam-se em cada extremidade e o último no centro da sala. Houve também aferição de um ponto externo da sala, mas interno ao bloco de odontologia. Tal ponto era no corredor e próximo a porta da sala estudada, esta aferição serviu apenas para confronto dos valores encontrados. A imagem C da Figura 3 mostra o croqui da sala, bem como a marcação dos pontos onde ocorreram as aferições.

Para todos os pontos, a cada 10 segundos, registrava-se o valor da pressão sonora apresentado pelo aparelho de medição. Assim, foram anotados 30 valores e o resultado final foi obtido por meio de média aritmética. Tal metodologia seguiu as especificações da norma NBR 10151.

Vale salientar que as medições foram realizadas sem a presença dos alunos, pois a avaliação consistia em conhecer o quanto que o ruído externo influenciava as atividades desenvolvidas na sala de aula estudada. Assim, as mensurações ocorreram considerando duas situações:

Todas as janelas abertas, para obtenção do nível real de ruído externo;

Todas as janelas fechadas, para conhecimento do nível de ruído que foi bloqueado/reduzido por meio das esquadrias existentes.

Na sequência, foram realizados os cálculos e análise dos resultados.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA SALA DE AULA ESTUDADA

A rotina de trabalho e alta circulação de pessoas nos corredores e áreas comuns do prédio de odontologia do Centro Universitário Tiradentes são intensas. Tal episódio colabora com a alta geração de ruído interno que acaba influenciando as salas de aulas que também estão locadas na mesma edificação. Como as salas de aulas são ambientes que devem facilitar a concentração para facilitar e fixar o aprendizado, escolheu-se um dos laboratórios multidisciplinares como objeto de estudo para avaliação de desempenho acústico.

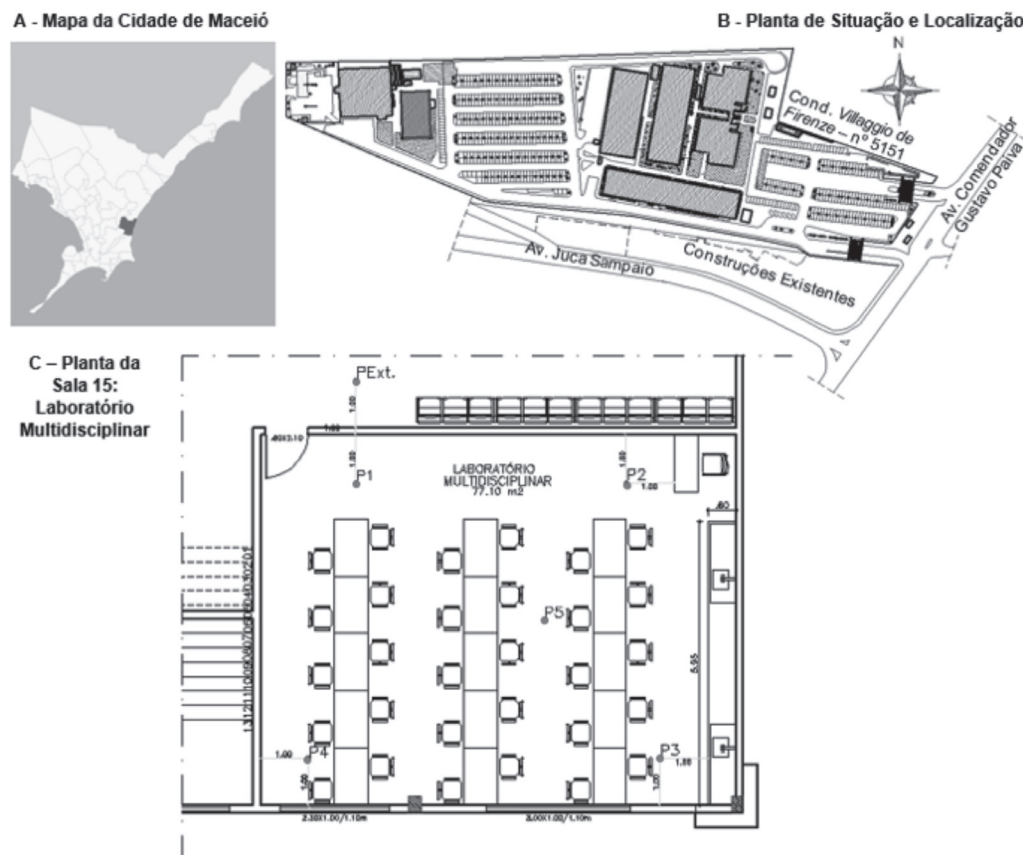
Para uma análise mais minuciosa e entendimento da origem do ruído que circunda a sala de aula estudada, levou-se em consideração, de acordo com Pedrazzi *et al.* (2018), não apenas o tipo e uso da edificação, mas, o próprio local de origem da edificação, inclusive o plano geral da cidade e a sua disposição urbanística.

O Centro Universitário Tiradentes está localizado no bairro de Cruz da Almas, cidade de Maceió, Alagoas. Conforme o código de obras de Maceió, Lei 5.593 de 2007, o bairro mencionado (indicado pela imagem A da Figura 3) possui classificação como zona residencial (ZR), abrangendo tanto ZR-2 e ZR-4, sendo esta última onde o centro universitário se encontra.

O terreno tem área de 57.465,27m<sup>2</sup> e atualmente uma área total construída de 30.070,02 m<sup>2</sup>, sendo 1.680,80m<sup>2</sup> correspondente ao bloco odontológico. A instituição é delimitada pela avenida Comendador Gustavo Paiva onde possui o acesso principal; possuindo como construções edificadas ao seu entorno tanto alguns estabelecimen-

tos comerciais, residenciais, sendo ainda cortada pelo canal águas de ferro e possui ainda acesso posterior para rua projetada. A imagem B da Figura 3 mostra todo o entorno da instituição de ensino superior.

Figura 3 – Bairro de Cruz das Almas no mapa de Maceió; Situação e Localização do Centro Universitário Tiradentes e Planta do Laboratório Multidisciplinar



Fontes: Mapa da Cidade de Maceió (WIKIPÉDIA (s.d)). Plantas, Barbosa (2014). Copilado elaborado pelos autores (2018).

No que se refere aos materiais de revestimento da sala, tem-se: piso em porcelanato, paredes com pintura sobre argamassa corrida, teto em PVC. Suas esquadrias são janelas de correr com vidro sobre trilho e uma porta de madeira compensada com abertura vedada por vidro. Quanto ao mobiliário, têm-se: a bancada de apoio para higienização de alguns equipamentos que não necessitem de esterilização, armários embutidos acima e abaixo da bancada, mesa com os manequins para aula e treinamento da turma juntamente das cadeiras, um armário vertical com nichos, birô e cadeira para o professor, bem como quadro escolar e dois quadros com representações ilustrativas da anatomia dental. A imagem da Figura 4 mostra um dos ângulos do interior do laboratório estudado.



Figura 4 – Interior da sala de aula Laboratório Multidisciplinar



Fontes: Acervo dos autores (2018).

As atividades realizadas no laboratório multidisciplinar são desenvolvidas pela manhã, de 08h55min às 12h20min, nos dias de segunda, quarta e quinta; enquanto pela tarde, de 15h10min às 16h50min, nos dias de quarta e quinta, e de 15h10min às 18h30min, nas terças e sextas-feiras. O horário qual foi realizado as medições ocorreu em uma terça-feira pela manhã, porém não havia alunos em sala visto que devido ao cronograma avaliativo da instituição eles estavam fazendo prova em outro local, além de ser o horário de inatividade da sala estudada.

#### 4 RESULTADOS E ANÁLISE

Durante a visita ao bloco de odontologia, inclusive analisando a locação do prédio dentro de sua disposição quanto a distribuição urbanística (explanada pela imagem B da Figura 4), pode-se reconhecer que os ruídos existentes na edificação são de predominância e origem interna. Logo, considerando o bloco como um todo, dentre os tipos de ruídos encontrados citamos como exemplo: como contínuo, a conversação entre os usuários (sejam eles dentro ou fora da sala estudada) e o ar condicionado; de modo flutuante, o uso dos instrumentos e equipamentos cirúrgicos para práticas com os manequins e pacientes na clínicas e, de impacto, o equipamento que realiza a esterilização que está alocado no pavimento térreo.

Quanto as leituras realizadas, foram obtidos os níveis de ruído por meio da média de cada ponto e em seguida a média geral para obtenção do nível de ruído global. Os valores encontrados mostram-se na Tabela 1. Vale mencionar que a média resultante para a medição do corredor apresentava uma circulação mínima de pessoas nas áreas comuns.

Tabela 1 – Valores obtidos de nível de pressão sonora médio em dB(A)

Ponto	Esquadrias	
	Abertas	Fechadas
1	54,65	35,05
2	58,50	32,50
3	58,10	26,55
4	59,70	28,85
5	52,25	30,40
Média	58,10	30,40
Corredor	76,30	

Fontes: Elaborado pelos autores (2018).

Ao confrontar tais valores, percebe-se que mesmo a sala com as esquadrias abertas, em seu interior o nível de ruído externo foi reduzido em aproximadamente 24%. Ao fechar as esquadrias, a redução passa para 60%, enquanto a diferença de ruído entre a sala com as esquadrias abertas e fechadas deu-se em 47,68%.

Face a norma 10152, os valores indicados como adequados para salas de aula/laboratório em escola encontra-se no intervalo de 40 db(A) entre 50 dB(A). Assim, os resultados obtidos constatam-se inadequados, pois se há o uso das esquadrias abertas, ultrapassa-se os limites aceitáveis e quando elas são fechadas, eles passam a ficar abaixo do adequado.

Em relação ao tempo de reverberação, foram calculadas três situações. A primeira, diz respeito a condição durante a visita *in loco*, a qual não havia a presença de alunos. A segunda considerou a presença da metade da turma. A terceira e última, com a turma completa. Os valores atingidos foram, respectivamente: 2,34, 1,77, e 1,44 segundos. Para o volume da sala, o tempo de reverberação ideal é de 0,55 segundos, podendo ainda estar situado no intervalo máximo de 0,61 e mínimo de 0,52 segundos.

Compreende-se que a sala tem um nível de absorção baixo, correspondente para o seu uso. Assim, considerando a norma 12179, a alteração do forro para um de gesso, ou ainda um outro material que possua coeficiente de absorção aproximado ao valor de 0,47, seria suficiente para corrigir esta falha e passar a atender as condições apropriadas para o conforto, isto considerando a sala com a turma completa. Atualizando os cálculos para este novo coeficiente de absorção tem-se como resultados para as hipóteses descritas: sala vazia igual a 0,71 segundos; metade da turma, 0,64 segundos, e, turma completa, 0,60 segundos.

## 5 CONCLUSÃO

Por meio do estudo realizado, foi possível concluir que os níveis aceitáveis para condições de conforto acústico encontram-se inadequados face às normas correspondentes a temática. O bloco de odontologia está alocado em uma posição distante



da avenida principal e a rua projetada com acesso posterior a instituição apresenta baixa movimentação de carros, tais condições colaboram para redução, ou até para que não haja, barulho do tráfego para o interior da edificação.

Dessa maneira, verifica-se que os barulhos existentes são de origem interna do próprio prédio, pois como mencionado, a alta circulação de pessoas nos corredores e áreas comuns da edificação contribui para um alto teor de ruído. Com os cálculos realizados notou-se que a composição de materiais construtivos e de revestimento apresentaram características convenientes para o isolamento de ruído, uma vez que os valores de redução do barulho externo foram de 24% com as esquadrias abertas e 60% com elas fechadas.

Entretanto, há ainda uma falha quanto ao tempo de reverberação que pode ser corrigido com a substituição do forro atual de PVC por gesso. O tempo de reverberação colabora para a inteligibilidade do som, o que configura uma boa compreensão da fala do professor, considerando que o ambiente estudado é uma sala de aula.

## **SOBRE O TRABALHO**

Esta pesquisa foi oriunda de um trabalho acadêmico da disciplina de Conforto Ambiental 2 do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL. Realizada pela equipe de quatro integrantes e sob orientação da professora Mestre, também responsável pela disciplina mencionada, Cristine Matos Dantas. Tal exercício possuiu caráter didático uma vez que reforçou a importância do contato e manuseio dos discentes com instrumentos capazes de colher dados referentes ao estudo do desempenho/conforto acústico, bem como aprender a coletá-los e analisá-los conforme as normas relacionadas à temática tratada.

Agradecimentos: à nossa orientadora por ter doado sua atenção em todos os momentos com nossa orientação; assim como os responsáveis pelo curso de Odontologia da UNIT/AL que nos permitiram realizar a visita técnica em suas instalações para coletar os dados investigados, em especial as técnicas encarregadas pelo Laboratório Multidisciplinar que nos acompanharam.

## **REFERÊNCIAS**

ABNT. **NBR 10151** – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ABNT. **NBR 10152** – Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT. **NBR 12179** – Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

156 | BARBOSA, Fábio José de Matos. **Projeto Faculdade Integrada Tiradentes: Laboratório de Odontologia.** Planta – Localização e Situação, Prancha 01/10. Aracajú-SE, 2014.

ABNT. **Projeto Faculdade Integrada Tiradentes: Laboratório de Odontologia.** Planta – Pavimento Superior, Prancha 03/10. Aracajú-SE, 2014.

DE MARCO, Conrado Silva. **Elementos de acústica arquitetônica.** 2. ed. São Paulo: Nobel, 1982.

GIRARDI, Gustavo; SELLITTO, Miguel Afonso. Medição e reconhecimento do risco físico ruído em uma empresa da indústria moveleira da serra gaúcha. **Estudos Tecnológicos**, v. 7, n. 1, p. 12-23, jan.-abr. 2011.

INSTRUTHERM. **Termo-higro-decibelímetro-luxímetro digital portatil thdl-400.** Disponível em: <https://www.instrutherm.net.br/termo-higro-decibel-luxim-mod-thdl-400-digital-portatil.html>. Acesso: 3 out. 2018.

PEDRAZZI, Thayse; ENGEL, Daniel; KRÜGER, Eduardo; ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta. **Avaliação do desempenho acústico em salas de aula do CEFET-PR.** Disponível em: <http://www.infohab.org.br/encac/files/2001/a0401.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2018.

SOUZA, Léa Cristina Lucas de; ALMEIDA, Manuela Guedes de; BRAGANÇA, Luís. **Bê-a-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a arquitetura.** São Carlos: EdUFSCar, 2006.

WIKIPÉDIA. **Mapa da Cidade de Maceió:** Bairro de Cruz das Almas. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Cruz\\_das\\_Almas.png](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Cruz_das_Almas.png). Acesso: 4 out. 2018.

---

**Data do recebimento:** 10 de setembro de 2017

**Data da avaliação:** 23 de novembro de 2017

**Data de aceite:** 12 de dezembro de 2017

---

---

1 Acadêmica em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.  
E-mail: anakarlalima94@gmail.com.

2 Acadêmica em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.  
E-mail: camyllaribeiro08@hotmail.com.

3 Acadêmica em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.  
E-mail: nayaramdsbn@gmail.com.

4 Engenheiro Civil; Acadêmico em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.  
E-mail: raone.bruno@gmail.com.

5 Mestre; Professora Titular do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.  
E-mail: cristine.matos@souunit.com.br