

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
NÍVEL MESTRADO**

PATRICIA TROIS ROTH

**Práticas com aplicativos móveis para a fixação de
conceitos de acústica**

São Leopoldo

2024

PATRÍCIA TROIS ROTH

**Práticas com aplicativos móveis para a fixação de
conceitos de acústica**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientadora Profa. Dra. Maria Fernanda de Oliveira

São Leopoldo

2024

R845p Roth, Patrícia Trois.
Práticas com aplicativos móveis para a fixação de
conceitos de acústica / Patrícia Trois Roth. – 2024.
69 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do
Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo, 2024.

“Orientadora Profa. Dra. Maria Fernanda de Oliveira”.

1. Mobile learning. 2. Conforto ambiental acústico.
3. Exercícios didáticos. I. Título.

CDU 72

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Bibliotecária: Amanda Schuster – CRB 10/2517)

PATRÍCIA TROIS ROTH

**Práticas com aplicativos móveis para a fixação de
conceitos de acústica**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fabrício Farias Tarouco – Instituição a que pertence

Profs. Dra. Alessandra Teribele – Instituição a que pertence

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Fabiana e Régis, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando emocional e financeiramente e me reerguendo a cada empasse. A minha família por comemorar comigo todas as conquistas alcançadas até aqui e desejar a cada dia novas para o meu caminho.

Aos meus colegas Cassius, Carol, Rafael, Edwin, Ana Paula, Lidia e Vinicius pelas intermináveis trocas de conhecimentos e horas no bar, sem vocês certamente eu não teria chego aonde cheguei. Aos amigos e amigas do coração: Alessandra, Nayara, Cristiane, Débora, Jordana, Marjôrie, Paula, Verônica, Bruna, Jéssica, Taciane e Camila que de coração estiveram comigo em cada momento desta jornada.

As minha lindas Amanda, Sandra, Sáskia e Jéssica que curtiram comigo cada momento de folga que tive e que foram meus pontos de apoio a cada vontade de desistir, também a minha tríade que tudo topa Rafael, Felipe e Juliana que aceitaram ouvir sobre este trabalho sempre e que ajudaram a escolher as cores da apresentação, sempre com sugestões.

As minhas colegas de trabalho que seguraram as pontas por mim quando necessário Gisseli, Jéssica, Ivane, Andriele, Thalia e Cassiane. A minha psicóloga Francieli e a querida Tânia, que foram meu ponto de equilíbrio e minha motivação e fizeram com que eu buscasse em mim forças inexistentes.

A minha orientadora, Prof. Dra. Maria Fernanda de Oliveira, pelo apoio e puxões de orelha a cada etapa, professores como ela são reais mestres que mais do que ensinam aos alunos as matérias propostas pela disciplina, ensinam para a vida.

A cada professor do mestrado, pelos momentos compartilhados. A cada membro da banca, pelo grande apoio e sugestões em momentos difíceis. A quem eu possa ter esquecido e a todos que fizeram parte da minha história, meu mais profundo e sincero, MUITO OBRIGADA.

“A arquitetura só se considera completa com a intervenção do ser humano que a experimenta”.

(TADAO ANDO, 2016)

RESUMO

Esta pesquisa estuda estratégias que possam facilitar a implantação do “*mobile learning*” em atividades acadêmicas de acústica em nível da graduação. Aborda inicialmente o estudo da disciplina de conforto ambiental em seu contexto histórico, relatando como a mesma foi implantada em cursos de arquitetura e urbanismo e no contexto ambiental em que vivemos. Ao que segue a ferramenta de “*mobile learning*” é apresentada como apoio ao ensino e se desenvolve explanação da importância da mesma na geração atual. Para esta dissertação o foco na ferramenta se dá através da implementação dos aplicativos móveis disponíveis nas plataformas Android e IOS para as atividades acadêmicas na disciplina de acústica e a seleção destes. Para a finalização do estudo inicial se apresentam os conceitos abordados comumente nas disciplinas de acústica. O método da pesquisa que se iniciou com a revisão bibliográfica dos assuntos abordados, se complementa com a inserção de um estudo de caso, sendo definido da seguinte maneira: a pesquisa se inicia com a revisão bibliográfica da disciplina de conforto, do estudo da ferramenta de “*mobile learning*” e dos aplicativos, após se escolheu a disciplina de “Conforto Ambiental III” do curso de Arquitetura e Urbanismo da Unisinos de modo a indicar o conteúdo desenvolvido para a escolha dos aplicativos mobile utilizados. Uma seleção de aplicativos é realizada e dessa forma pode-se propor exercícios que insiram o “*mobile learning*” em sala de aula. Para a elaboração dos exercícios foram utilizadas também pesquisas em que se aplicaram os mesmos e normas nacionais para avaliação e comparação de critérios. Ao fim desta dissertação, são propostos cinco exercícios que expressam o conhecimento a ser desenvolvido pelos alunos do início ao fim da disciplina com aspectos colaborativos proporcionando a ligação entre tecnologia e acadêmicos.

Palavras-chave: *Mobile learning*. Conforto Ambiental Acústico. Exercícios didáticos.

ABSTRACT

This research studies strategies that can facilitate the implementation of mobile learning in undergraduate academic acoustics activities. It initially addresses the study of the environmental comfort discipline in its historical context, reporting how it was implemented in architecture and urbanism courses and in the environmental context in which we live. In what follows the mobile learning tool is presented as a support for teaching and an explanation of its importance is developed in the current generation. For this dissertation the focus on the tool is through the implementation of mobile applications available on Android and IOS platforms for academic activities in the acoustics discipline and the selection of these. For the finalization of the initial study the concepts commonly approached in the acoustics disciplines are presented. The research method that began with the literature review of the subjects covered, complements with the insertion of a case study, and is defined as follows: the research begins with the literature review of the comfort discipline, the study of the tool of "Mobile learning" and applications, after choosing the discipline "Environmental Comfort III" of the Unisinos Architecture and Urbanism course in order to indicate the content developed for choosing the mobile applications used. A selection of applications is made and thus exercises that introduce mobile learning in the classroom can be proposed. For the elaboration of the exercises were also used researches in which they were applied and national norms for evaluation and comparison of criteria. At the end of this dissertation, five exercises are proposed that express the knowledge to be developed by students from the beginning to the end of the course with collaborative aspects providing the link between technology and academics.

Keywords: Mobile learning. Acoustic environmental comfort. Exercises.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Linha do tempo da implantação da disciplina de conforto ambiental	27
Figura 2 - Número de disciplinas de conforto aplicadas Vianna /2001	28
Figura 3 - Número de disciplinas de conforto aplicadas - Neves et. Al - 2016	29
Figura 4 - Número de disciplinas de conforto aplicadas - Neves et. Al - 2016	30
Figura 5 - Curva de Fletcher e Munson.....	33
Figura 6 - Lã de vidro	34
Figura 7 – Difusão nas bordas de superfícies finitas	35
Figura 8 – Fluxograma do método.....	39
Figura 9 – Grade Curricular	40
Figura 10 – Mapa do som	44
Figura 11 – Mapa de pontos utilizados pelo exercício aplicado	45
Figura 12 - Valores de referência pela norma 10152	47
Figura 13 – Tabela NBR 10151/2019	51
Figura 14 - Tabela NBR 10152/2017.....	53
Figura 15 – Mapa da escolha dos pontos em pesquisa em Campos do Jordão	56
Figura 16 – Mapa gerado através de simulação pela pesquisa apresentada	57
Figura 17 – Tabela NBR 10151/2019	58
Figura 18 – Interface do aplicativo.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aplicativos Selecionados	42
Tabela 2 – Resultados mapa de ruídos por ponto	48
Tabela 3 - Resultados mapa de ruídos por ponto	48
Tabela 4 - Resultados mapa de ruídos por ponto	49
Tabela 5 – Resultados da medição do aplicativo em área externa conforme uso	52
Tabela 6 - Resultados da medição do aplicativo em área de ambiente interno	55
Tabela 8 – Resultado das medições mapa acústico urbano por ponto.....	59
Tabela 7 – Coleta das medições:	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Mobile learning	15
2.2 Dispositivos móveis: conceito e interferência no ensino	19
2.3 Dispositivos móveis: interferência no papel dos professores em salas de aula	20
2.4 Dispositivos móveis: desenvolvimento no ensino da arquitetura e urbanismo	22
2.5 O conforto ambiental nos cursos de arquitetura e urbanismo	25
2.6 O conforto acústico para os cursos de arquitetura e urbanismo	30
2.6.1 O som	31
2.6.2 Intensidade e potência sonora.....	31
2.6.3 Frequência Sonora.....	32
2.6.4 Absorção Sonora	33
2.6.5 Difração relacionada a Absorção sonora	35
2.6.6 Reflexão relacionada a Absorção sonora	36
2.7 O conforto acústico e os dispositivos móveis	37
3 MÉTODO	38
3.1 O estudo de caso	39
3.1 Os aplicativos	41
3.2 Estratégias para o uso dos aplicativos na disciplina de acústica	44
3.2.1 Exercício 01.....	44
3.2.2 Exercício 02.....	49
3.2.3 Exercício 03.....	52
3.2.4 Exercício 04.....	56
3.2.4 Exercício 05.....	60

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS62
REFERÊNCIAS65

1 INTRODUÇÃO

Na geração atual se observa o crescente uso de tecnologias digitais vinculadas ao aprendizado. Desde décadas passadas, conforme afirma Prensky (2001), têm-se uma geração de universitários jovens que cresceram com o uso da internet, principalmente os nascidos após a década de 1980, tendo a tecnologia como referência em sua educação. Para algumas instituições essa vertente tecnológica também tem impulsionado novas estratégias, e Paula (2015) explana que as instituições têm sentido a necessidade de explorar o potencial de aprendizagem a partir de ferramentas computacionais, tanto com softwares para equipamentos convencionais, como em aplicativos para dispositivos móveis.

Com esse crescimento tecnológico aliado ao ensino, diversas áreas do conhecimento estão proporcionando o alcance de novas descobertas a cada dia de maneira muito mais rápida e acessível. Na arquitetura, essas novas tecnologias digitais têm possibilitado a qualificação dos projetos, por meio da compatibilização com as mais complexas e diversas informações disponíveis aos projetistas. Novos programas estão sendo lançados a cada momento, facilitando o processo projetual e aliando temas como o conforto ambiental, que provém de análises complexas, permitindo o aperfeiçoamento do projeto. (FEIBER, 2010).

Pesquisadores já estão demonstrando interesse em avaliar o comportamento de ferramentas digitais no ensino de arquitetura. Cita-se o trabalho de Carvalho e Sauvignon (2007) que avaliaram o perfil do professor de projeto perante as atuais modificações de ensino após o surgimento das ferramentas digitais. Além desse fato, Ciampa (2013) demonstra em estudos que com o correto uso dos dispositivos móveis pode-se criar um modelo de aprendizado mais colaborativo e participativo, aumentando o interesse do aluno.

Atualmente, para os novos projetos a serem enfrentados por futuros arquitetos e urbanistas, cita-se como principal vertente as condicionantes ambientais, que estão sendo cada vez mais discutidas e a necessidade de sua aplicação se mostrando cada vez mais necessária. Com isso, a preocupação crescente em projetos que visem aspectos de sustentabilidade ambiental e a importância do conforto acústico nesse contexto cresce a cada dia, sendo de suma relevância sua aplicação em atividades de formação de arquitetos e urbanistas. Para Mano e Lassance (2009) as condições acústicas estão entre os conhecimentos prévios indispensáveis para qualquer concepção de projeto.

Através da informatização e dos aplicativos *mobile* essas condições que

poderiam ser explicadas de forma desvinculada do projeto, hoje podem colaborar como ferramentas no auxílio de projetos com qualidade cada vez maior. Podem auxiliar desde o desenvolvimento inicial do conhecimento do aluno até na compatibilização das diversas etapas do processo de projeto, desde sua concepção inicial, com a preocupação com o controle dos ruídos externos, até as partes finais do projeto, com a compatibilização entre os materiais a serem utilizados e o condicionamento acústico interno dos ambientes.

Nesse contexto, novos programas para smartphones são desenvolvidos para auxiliar em estudos de conforto ambiental acústico como, por exemplo, medidores de nível de pressão sonora, que podem oferecer aos acadêmicos e docentes uma nova forma de aprender sobre conceitos de acústica, vinculando os conteúdos aprendidos a experimentos rápidos proporcionados pelos aplicativos. Essas tecnologias, porém, poderiam ser mais exploradas no âmbito do ensino da acústica arquitetônica, principalmente por se tratar de uma geração de estudantes que está habituada a utilizar ferramentas digitais para comunicação e interação com outras pessoas via redes sociais e acesso às informações de forma rápida e facilitada. (PAULA, 2015).

Para as instituições, cabe a preocupação com a preparação dos docentes na forma de vincular as disciplinas de conforto a tecnologia, podendo ser de forma mais operativa ao abordar os conceitos das disciplinas, propondo-as não somente como instrumentos de simulação, mas também como ponto de partida para projetos. (BROWN, DEKAY, 2004).

1.1 Justificativa

Através do crescimento da tecnologia aliada ao ensino, têm-se a necessidade de agregar ferramentas que possam qualificar as práticas nas atividades acadêmicas. Quando se cita o vínculo das atuais tecnologias com as atividades acadêmicas deve-se considerar os dispositivos móveis que acompanham de forma constante as atividades cotidianas dos discentes. Nesse contexto, surge o *mobile learning*, que pode ser uma ferramenta para a utilização das tecnologias móveis, conforme cita Behar (2010).

Para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, nos últimos anos, vários recursos tecnológicos estão sendo constantemente desenvolvidos para facilitar a representação e compatibilização entre os projetos complementares. Na maioria, são dispositivos móveis ou softwares, que têm o objetivo de permitir simulações e oferecer resultados que possibilitem avaliações e decisões criteriosas que influenciarão diretamente nos projetos. Um exemplo, são os aplicativos mobile, que com a introdução digital, tem nos acadêmicos seu maior público consumidor. Com isso, professores e profissionais da arquitetura precisam continuar a se atualizar e desenvolver ambientes e didáticas propícias para seu uso. (PAULA, 2015).

A Associação Brasileira do Ensino de Arquitetura (ABEA), publicou em documento em que o estudo da informática aplicada a arquitetura e urbanismo, que abrange os sistemas de tratamento da informação e representação do objeto aplicados a arquitetura e urbanismo, deve ser implementado e utilizado como instrumento do cotidiano do aprendizado. (ABEA, 2014).

Pode-se unir o crescimento e a necessidade da informatização da atual geração ao também aumento da preocupação ambiental que se vive, uma das principais vertentes projetuais dos últimos anos. (BROWN, DEKAY, 2004).

Com o aumento da preocupação ambiental, cresce também a preocupação com a acústica dos ambientes. Para isso, têm-se além da criação da NBR 15.575:2013, que indica critérios para avaliar o isolamento acústico de sistemas construtivos em ambientes residenciais, além da atualização de diversas normas brasileiras da área de acústica. Para tanto, todo ambiente interno possui características que são diretamente ligadas à qualidade acústica que possui, desde sua geometria, sua estrutura, até seus revestimentos, considerando seu uso e o local onde está ou será construído. (KUTTRUFF, 2009).

Para as universidades, nesse contexto, é preciso considerar a preparação dos professores quanto as informações tecnológicas, sendo necessária uma adequação do processo de ensino aprendizagem da arquitetura para ampliar este novo cenário. Possuindo uma correta e ampla explanação das disciplinas de conforto ambiental para que os mesmos tenham todo o preparo para auxiliar os futuros arquitetos com todo o conhecimento necessário para que projetem edificações cada vez mais sustentáveis. (MANO; LASSANCE, 2009).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Determinar estratégias para o *mobile learning* ser inserido em práticas de ensino de acústica para o apoio na fixação de conceitos básicos de caracterização sonora.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar o ensino por *mobile learning* de maneira a entender essa modalidade de ensino.
- b) Apresentar os conceitos acústicos aplicados em uma disciplina de conforto acústico.
- c) Verificar a existência de aplicações de *mobile learning* nas disciplinas de conforto acústico.
- d) Determinar estratégias para o uso de *mobile learning* nas disciplinas de acústica, bem como a compatibilização do aplicativos *mobile* nas práticas da disciplina.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mobile learning

O termo *mobile learning* surgiu pela primeira vez em uma publicação científica, no ano de 2001, quando se destacava as vantagens do estudo que pudesse ocorrer em qualquer hora e lugar. (MÜLBERT; PEREIRA, 2011).

O *mobile learning* é um método de ensino, realizado através de equipamentos móveis, como celulares, tablets. É utilizado para representar o conjunto de práticas e atividades educacionais que os dispositivos móveis podem realizar. Atualmente segundo Mülbert e Pereira (2011) tem crescido significativamente com os avanços tecnológicos.

Essa prática alia os dispositivos móveis ao ensino, e acontece com a utilização dos dispositivos móveis e portáteis para facilitar o acesso a informação. Auxilia também na comunicação e na transferência e coleta de dados pelos acadêmicos. Nas salas de aula de hoje em dia, a maior parte dos acadêmicos e docentes dispõe de celulares, o que torna convidativo o desenvolvimento dessa modalidade de ensino. (PELISSOLI & LOYOLLA, 2004).

A aplicação do *mobile learning* facilita pesquisas e a integração de materiais didáticos eficiente, possibilita a aplicação de testes rápidos para avaliar os conhecimentos e sanar dúvidas que possam surgir durante o ensino, além de ser versátil o suficiente para abranger os diferentes estilos de aprendizagem de cada indivíduo (TAROUCO, et al., 2014).

Duas são as grandes vantagens desta modalidade de ensino, o tempo e a integração da tecnologia. O uso de tecnologias móveis otimiza o tempo, dentro e fora da sala de aula, proporciona aprendizagem contínua e autonomia no processo de ensino-aprendizagem. Mesmo assim, a atuação do professor não se torna dispensável, ele deve elaborar cuidadosamente as atividades às quais será associado o recurso tecnológico, pois a tecnologia e o celular são facilitadores do processo de ensino-aprendizagem, e não substitutos do professor. As tecnologias por si só não resolvem os problemas do ensino. (FONSECA, 2013).

Em uma sociedade em movimento, é preciso romper com os limites de espaço e tempo da sala de aula, para Pelissoli & Loyolla (2004) surge a necessidade

de aprender em horários e locais não-comuns, assim como aproveitar os momentos de deslocamento, como uma viagem, ou a ida ao trabalho, e a comodidade de poder utilizar o sistema onde e quando for mais confortável.

Quanto a tecnologia, vive-se na era dos nativos digitais, que necessita da aproximação entre a tecnologia e o ensino. Com isso, a utilização de recursos tecnológicos tem adquirido cada vez mais espaço em sala de aula. Em virtude dessa tendência, na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2016) é recomendado o uso de tecnologias digitais no ensino.

Ressaltando este fato, na atualidade, praticamente todos os cidadãos possuem um telefone celular. Portanto, é cada vez maior a possibilidade de utilização de recursos digitais como forma de aprimorar o ensino. Por serem portáteis e possuírem preços acessíveis, os dispositivos móveis de comunicação oferecem vastas possibilidades e alternativas que podem ser exploradas para a aprendizagem. (FONSECA, 2013).

Destaca-se aqui a evolução dos aparelhos celulares. No início de seu uso era um aparelho que possibilitava apenas a comunicação por voz, hoje consegue integrar voz, dados e vídeo, reúne diversos recursos, como o envio de SMS e e-mails, acesso a redes sociais, gravação de imagens e vídeos, reprodução de músicas, organização de contatos, agenda, jogos, entre outras possibilidades. Mülbert e Pereira (2011) destacam a praticidade do celular como dispositivo móvel.

Através dos aparelhos celulares o *mobile learning* tornou-se atraente para os profissionais, por possibilitar ensino de qualidade com flexibilidade de horário e local. Fonseca (2013), explica que o *mobile learning* mediado por celulares e os demais modelos de ensino-aprendizagem mediados de tecnologias digitais “não móveis” diferem pela especificidade do dispositivo. Nos celulares, devido à portabilidade, o aluno pode acessar o material de estudo no momento em que quiser ou sentir necessidade, possibilitando um modo de educação mais flexível, que se adapta às necessidades de cada um.

A sociedade também está se modificando com a invasão tecnológica, e por meio desses, novos modelos educacionais estão surgindo, buscando complementar os métodos tradicionais que em diversos momentos desprivilegiavam o papel do aluno. Sobre este modelo tradicional, Behar (2009) explica que o aplicado até então utiliza o ensino tecnicista, que apresenta grande base teórica e muitas vezes pouca base prática, não despertando curiosidade.

Nesse contexto, uma nova forma de ensino se mostra necessária, e com os dispositivos móveis surge uma oportunidade de unir a tecnologia ao ensino. Com eles, os acadêmicos podem obter conhecimentos dentro e fora das escolas, a qualquer hora e momento. (MOURA, 2010).

A interação entre estudantes e professores através de dispositivos móveis oferece maior liberdade e tempo de aprendizado, e também possibilita ao discente levar os estudos a ambientes e em períodos não alcançados pelas aulas comuns, como, por exemplo, na ida ou volta do trabalho. Fonseca (2013) complementa que outra vantagem dessa modalidade de ensino é a criação de materiais mais dinâmicos, levando ao aluno interatividade através de toques na tela, som ambiente e jogos de aprendizagem. Entretanto, para que ocorra a aprendizagem, alunos e professores devem estar preparados para implementar e adotar essa modalidade de ensino. Se o professor desejar trabalhar com um aplicativo em sala de aula, ele necessita conhecer esse aplicativo e analisar se é adequado para a aprendizagem.

O *mobile learning* retrata a mobilidade supracitada, porém não agrega somente a mobilidade como mudança física, mas também como tecnológica, social, temporal e no espaço conceitual, sobre isso Fonseca (2013) explica:

Mobilidade física: as pessoas estão movimento o tempo todo e qualquer momento pode ser uma oportunidade de aprender.

Mobilidade tecnológica: os dispositivos móveis podem acompanhar aonde quer que se esteja.

Mobilidade social: as pessoas podem aprender em diversos ambientes e grupos sociais.

Mobilidade temporal: o processo de aprendizagem se desenvolve ao longo do tempo.

Mobilidade no espaço conceitual: as pessoas experimentam inúmeras situações cotidianas que podem desenvolver novos aprendizados, e focar seu interesse no que mais lhe agrada.

Para que o professor possa através do *mobile learning* alcançar todos esses tipos de mobilidades em compatibilização com os alunos, é necessário planejamento no processo de ensino. Behar (2009) salienta que esse planejamento vai além da orientação e explicação dos elementos curriculares, apresentando quatro aspectos que colaboram para tanto, sendo eles:

- *Aspectos organizacionais*: relacionados ao planejamento, organização do tempo e espaço, expectativas e propostas pedagógicas, objetivos, atores, público-alvo e modalidade de ensino.

- *Aspecto de conteúdo*: relacionado ao conteúdo dos materiais didáticos (vídeos, áudios, imagens, objetos de aprendizagem, entre outros), recursos e atividades de estudo.

- *Aspectos metodológicos*: formas de comunicação, interação e procedimentos de avaliação.

- *Aspectos tecnológicos*: escolha de um ambiente virtual de aprendizagem e de outras tecnologias. Pensar nesses aspectos é essencial tendo em vista que, infelizmente, o uso de dispositivos móveis ainda não está associado à necessidade de um planejamento, acarretando em um uso limitado, já que não é possível usufruir todo o seu potencial. Dessa forma, é indispensável realizar um planejamento considerando o público-alvo, os conteúdos, as tecnologias, a metodologia, a modalidade, e tempo e contexto em que estes serão desenvolvidos.

Utilizando de todas as possibilidades que a tecnologia possa trazer ao ensino, o *mobile learning* pode ser extremamente colaborativo quando aplicado em salas de aulas, sobre isso, Tarouco et al. (2004) sugere como melhorias através do *mobile learning*:

- Possibilita ao estudante melhorar sua competência digital e sua capacidade de lidar com números;

- Incentivar tanto a aprendizagem individual quanto a colaborativa;

- Ajudar o estudante a identificar em que assuntos precisa de assistência e apoio;

- Auxilia no combate à resistência ao uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs);

- Remove parte da formalidade da experiência de aprendizagem e envolve alunos relutantes;

- Ajuda a elevar a autoestima e aumentar a autoconfiança.

2.2 Dispositivos móveis: conceito e interferência no ensino

Para o desenvolvimento de atividades para o *mobile learning*, faz-se necessário o uso dos aplicativos móveis. Estes, segundo Firtman (2013) são os celulares do tipo smartphones, os tablets e os e-readers (leitores de livros digitais) que possuem conexão com a internet. Em geral, são eletrônicos que propiciam a interação entre usuário, aparelho e internet.

Dentro de suas principais características de interação, Guimarães *et.al* (2016) complementa relacionando o fato de que para as pessoas de senso comum pode-se imaginar que qualquer aparelho tecnológico com possibilidade de se locomover será um dispositivo móvel. Porém, os autores explicam que para poder ser considerado um dispositivo móvel, o aparelho deve atender as seguintes características:

Personal: precisa ser de uso pessoal, o usuário irá definir suas características conforme sua personalidade e necessidade.

Companion: será companheiro de seu usuário, tendo que estar com o mesmo na maior parte do dia e deve ser de fácil uso.

Connected: a conexão com a internet deve sempre ser disponível, de forma que aplicativos do tipo *mobile* possam ser utilizados.

Ao unir as ferramentas dos aplicativos com os projetos de arquitetura, parte-se de um dos objetivos da arquitetura, que se dá em cumprir com as necessidades dos usuários, no conforto eles podem auxiliar a garantir condições térmicas,

acústicas, luminosas e visuais adequadas. Os dispositivos vêm para auxiliar os arquitetos a simular essas condições e avaliar as mesmas, possibilitando a melhoria dos projetos. (GUIMARÃES *et.al*, 2016).

Por meio dos mesmos também se tem acesso a diversas formas de conhecimento e interação, como: materiais didáticos, livros eletrônicos, jornais, acesso à Internet, redes sociais e bibliotecas virtuais. Possibilitam a produção de conteúdo e desenvolvimento de atividades diferenciadas de ensino e aprendizado, nas mais diversas áreas do conhecimento. (ARAÚJO JR.; SILVEIRA; CERRI, 2014).

Os dispositivos móveis quando associados a diferentes aplicativos (*apps*) têm proporcionado uma grande mudança na relação dos acadêmicos com as informações e, conseqüentemente com o conhecimento, possibilitando uma forma inovadora no processo de ensinar e no aprender. Essa transformação colabora para que novas estratégias de ensino e aprendizagem sejam desenvolvidas, podendo ampliar e qualificar as interações entre aluno e professor ou vice-versa. (NICHELE; SCHLEMMER, 2014).

Com o uso dos dispositivos móveis podem ser oferecidas aos alunos muitas oportunidades de trabalhar a sua criatividade, sendo um elemento de motivação e colaboração, por ser parte de uma aprendizagem atraente e divertida. (MOUSQUER; ROLIM, 2011).

2.3 Dispositivos móveis: interferência no papel dos professores em salas de aula

As relações humanas estão se modificando, e a tecnologia está fazendo parte disto em todos os cenários, desde as simples relações interpessoais até as relações em sala de aula, exigindo transformações. (GABRIEL, 2013).

Através dessa tecnologia, se desenvolvem os aplicativos, que usam da tecnologia e dos dispositivos móveis para potencializar o aprendizado, em um processo de encontrar informações levando a mudanças de conhecimento, habilidades, crenças e comportamentos. (ZARDINI, 2015).

Essas mudanças chegam as salas de aulas, com acadêmicos com cada vez mais conectados, sendo evidenciado o processo de constante transformação no ensino, Zardini (2015) explica que dessas transformações e das mudanças

socioeconômicas impulsionadas pelas tecnologias digitais, o comportamento da sociedade e dos nossos alunos, já não podem acontecer da mesma maneira. Hoje convive-se com uma geração hiperconectada, com acesso a um mundo de informação na ponta dos dedos, prontos para trazer outra perspectiva para a sala de aula. Com isso, os professores passam a enfrentar novos desafios, pois as exigências do mundo tecnológico são cada vez maiores.

A utilização das tecnologias com sua dimensão interativa mostra que a educação precisa mudar para que os alunos não sofram com lacunas que deixaram de ser preenchidas porque a educação só estava preocupada com um currículo rígido voltado para saberes e conhecimentos determinados. (GABRIEL, 2013).

Nos dias atuais tem-se uma aprendizagem móvel que para Sharples, Taylor e Vavoula (2006) é o processo de construção de conhecimento que se gera através da conversação, de múltiplos contextos e das tecnologias interativas. Nessa, o foco não pode estar só no aluno, nem na tecnologia, mas, sobretudo na interação comunicativa entre estes para avançar no conhecimento.

Aqui entra o *mobile learning* que para Moura e Carvalho (2011) com o uso de tecnologias móveis wireless, a educação está sendo direcionada para este novo conceito, que permite o acesso a conteúdos sem limites de espaço ou tempo, além de uma organização mais flexível do tempo de aprendizagem.

A aprendizagem acontece em qualquer lugar, sem necessariamente estar em uma sala, sem período específico de tempo. Se mostra necessário examinar como a aprendizagem é construída ao redor dos lugares, tempos, tópicos e tecnologias. Destaca-se aqui que a aprendizagem móvel on-line através de dispositivos móveis, a aprendizagem pode passar a ser gerenciada por atividades síncronas e assíncronas, não sendo necessária a supervisão em todos os processos. (SHARPER; TAYLOR; VAVOULA, 2006).

Quanto ao papel do professor, ressalta-se aqui a importância das atualizações profissionais que os mesmos devem fazer. Estando desta maneira sempre preparados para as evoluções, podendo entender a complexidade de uma sala de aula na atualidade. (NÓVOA, 2011).

O professor precisa transgredir o método da transmissão de conhecimentos e estar em um ensino mais contextualizado, se adaptando às exigências contemporâneas. O mesmo deve se apropriar das tecnologias, desenvolver alternativas educacionais apropriadas em prol do aprendizado, da agregação do

conhecimento e da motivação de seus alunos. Conhecer essas tecnologias hoje é uma necessidade diretamente ligada à eficácia do ensino. (NÓVOA, 2001).

Segundo Favarin (2003) os professores possuem um papel fundamental, porque eles precisam mediar a relação entre a informação e o conhecimento e os alunos por meio das novas tecnologias, ou seja, é primordial a formação inicial e continuada dos professores para que possam utilizar as ferramentas tecnológicas sempre que possível. (KURTZ, 2015).

Além da qualificação profissional precisa-se da interação entre docentes e acadêmicos, com participação conjunta para aprender de forma criativa, dinâmica, encorajadora em que o diálogo e a descoberta é a essência do processo. Precisam ser parceiros que enfrentam desafios a partir das problematizações reais do mundo contemporâneo que demandam ações conjuntas que levem à colaboração, à cooperação e à criatividade, para tornar a aprendizagem colaborativa, crítica e transformadora. O professor deve realizar um trabalho em parceria com seus alunos, procurar refletir sobre sua prática pedagógica. Para conseguir aumentar o interesse dos alunos, o professor necessita estar adaptado às mudanças tecnológicas, não só pelo acesso à internet como meio de pesquisa, mas também porque tem cada vez mais interesse em que o conhecimento adquirido seja aplicável na realidade que os cerca. (BEHRENS, 2005).

2.4 Dispositivos móveis: desenvolvimento no ensino da arquitetura e urbanismo

Vive-se uma revolução digital e através dessa tem-se os aplicativos digitais. Com isso, uma nova expressão do projeto está surgindo, com possibilidades de concepção da geometria em formas e projetos com maior agilidade, com curvas e formas complexas. Além das formas com a tecnologia e a inserção dos sistemas CAD, têm-se a compatibilização dos projetos, aumentando o nível de precisão e maior possibilidade de qualidade gráfica dos projetos. (KOLAREVIC, 2003).

Oxman (2005) explana que as tecnologias digitais libertaram a imagem dos tradicionais conceitos de representação e as mesmas já não estão mais sendo representadas de um modo convencional baseado nos parâmetros de um espaço estático estabelecido pelo papel, já que foram introduzidos novos conceitos de

espaço e formas dinâmicas e interativas que produzem novas categorias de projetos que se viabilizam através das Tecnologias da Informação e Comunicação.

Oxman (2005) propõe a seguinte evolução dos projetos que saem do papel e chegam aos dispositivos móveis, abaixo cita-se sua linha evolutiva.

- Sistemas CAD - um primeiro passo para o rompimento com desenho convencional sobre papel, porém com pouco efeito inicial sobre o processo de projeto;

- Formation - um conceito estabelecido a partir da teoria emergente de projeto que transformou o conceito de forma em conceito de composição associado à topologia (que explora conceitos formais topológicos e a geometria não-Euclidiana), parametrização e animação;

- Geração - caracterizado pela provisão de mecanismos computacionais por processos gerativos, em que as formas se definem a partir de fórmulas gerativas pré-definidas. Aqui podem ser definidos dois sub-grupos, shape grammars (gramática formal) e modelos evolutivos;

- Performance - determinado pelo desempenho e potencialidade integrados com processos “formation” e de geração a partir de determinantes externas, como questões ambientais, características do sítio, programa, etc.

A introdução da informática no processo de projeto coincide com a pesquisa de métodos na década de 60 quando se tentava utilizar algoritmos e matrizes matemáticas para racionalizar o projeto. A partir dessa época, a informática vem influenciando a prática profissional dos projetistas. (BATISTA 2010).

Perante a isto, cabe também avaliar evolutivamente na prática o abandono da prancheta e do papel, com a substituição inicial pelos computadores e após pelos aplicativos móveis. Para tanto, Hanuu Penttila (2006) cita a seguinte representação evolutiva:

- 1980-85 - representa o fim do projeto feito à mão, inicia-se a adoção do sistema CAD. Caracteriza-se pela predominância da produção dos projetos em

papel manteiga e vegetal, das reuniões presenciais e dos documentos enviados pelo correio ou com mensageiros.

- 1993-98 - os profissionais consolidam a substituição da prancheta pelo uso dos programas de CAD. Além de contar com a facilidade provocada pela semelhança conceitual entre a metodologia tradicional e a dos programas de CAD. Refletido, também, na rotina operacional que os projetos apresentam nos escritórios. As pranchas de projeto continuam sendo enviadas em papel através do correio ou mensageiros, porém as cópias de projetos foram substituídas por plotagem ou impressões. Essa situação era reforçada pelos problemas causados pela incipiente internet, que ainda era lenta e o envio de arquivos pesados era complicado.

- 2000-05 – O desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), inclusive da internet, geraram novas possibilidades que influenciaram toda a sociedade. A comunicação e o envio de documentos, inclusive de pranchas de projeto entre profissionais, passaram a ser feita através do formato digital. Os celulares, notebooks, datashow, permitiram novas modalidades de trabalho colaborativos ou reuniões onde os profissionais não precisavam ocupar o mesmo espaço físico para realizar trabalhos. A ampliação e enriquecimento das TICs foram responsáveis pelo remodelamento da sociedade contemporânea, representando um capítulo à parte nesse processo, uma vez que revolucionou tanto a prática quanto o processo do projeto.

Pode-se após avaliar a evolução dos projetos na tecnologia, em dois momentos, ou duas gerações. Batista (2010) explica que a primeira geração é marcada pelo predomínio dos programas CAD que possuem quando o objeto a ser construído é representado por desenhos e tem a pretensão de ser a projeção real daquilo que será construído. A segunda geração tem como característica a tentativa de quebra deste paradigma, explorando as potencialidades inerentes ao computador como ferramenta de concepção de projeto, quando o projetista interage com o computador de modo a obter a melhor solução. Contata-se também que o desenvolvimento da informática destinada à arquitetura está intrinsecamente ligado ao desenvolvimento do mercado de hardware e software

O uso de ferramentas para desenho ou para construção de formas geométricas, é considerado uma forma de computação. (KALAY, 2004). Essa realidade inspira tanto a arquitetura quanto a descrição vitruviana do homem com pés e mãos esticadas, que se encaixavam em figuras geométricas perfeitas e encantaram os arquitetos renascentistas, desde então o desenho geométrico tornou-se pré-requisito para a profissão e se aperfeiçoou com a computação. (KALAY, 2004).

A mesma serviu no auxílio do desenho de plantas e elevações e da comunicação das mesmas para os próprios arquitetos e aos clientes. O uso destas ferramentas digitais pelos arquitetos desde o final das décadas de 90 cresce de forma exponencial fazendo uso da representação gráfica digital no meio profissional e acadêmico. O mesmo aconteceu através da disseminação dos computadores de uso pessoal e com a evolução dos programas de CAD e demais interações gráficas. As primeiras aparições vieram com ferramentas de desenho técnico, que ainda hoje são utilizadas para aumentar a capacidade dos acadêmicos, tornando algumas tarefas mais eficientes, precisas e confiáveis. (KALAY, 2004).

A computação móvel nos dispositivos iniciou com as práticas projetuais através da modelagem tridimensional e a realidade virtual. Porém atualmente avançou, e passa-se a oferecer aplicativos, que entre outras funcionalidades, medem o nível de pressão sonora e simulam os efeitos de iluminação, ventilação e acústica, possuindo inclusive bancos de dados com propriedades de materiais. (GUIMARÃES et. al,2016).

2.5 O conforto ambiental nos cursos de arquitetura e urbanismo

O ensino de conforto ambiental nos cursos de arquitetura e urbanismo ocorrem para que no momento da concepção do projeto, seja possível apresentar soluções que aproveitem os recursos naturais do local, visando melhorar as condições de conforto das edificações construídas e a redução do consumo de energia das mesmas. Abrange três assuntos principais, o conforto térmico, visual e acústico, que se estudam a partir de fatores climáticos, das características do ambiente construído e das fontes sonoras locais. (BIANCHI. et al, 2009).

A implantação da disciplina de conforto ambiental desde o início buscava reduzir o impacto ambiental que as edificações pudessem causar. Para tanto, a disciplina procurou evoluir conforme os cenários que a história da arquitetura vivenciou, de modo a colaborar com a concepção de projetos cada vez mais adequados. Na era contemporânea uma adequação curricular no ensino não só do conforto, mas como da arquitetura se mostra necessária para que se possa voltar o olhar aos problemas ambientais e a uma construção sustentável. (ROCHA. et al, 2009).

Para entender a implantação da disciplina de conforto ambiental se mostra necessário demonstrar a evolução curricular do curso de arquitetura e urbanismo. Nesse contexto, Barreto e Salgado (2011) explanam a introdução da disciplina de conforto ambiental e sua evolução com os seguintes acontecimentos:

- Meados do século XX- era do modernismo: criação de novas disciplinas através das técnicas e materiais desenvolvidos pelo modernismo .

- 1962- Reorganização da educação no Brasil: a partir desse instituiu-se um currículo mínimo para os cursos de arquitetura, disposto no parecer 336, que continham as seguintes disciplinas: cálculo, física aplicada, resistência dos materiais e estabilidade das construções, desenho e plástica, geometria descritiva, materiais de construção, técnica de construção, história da arquitetura e da arte, teoria da arquitetura, estudos sociais e econômicos, sistemas estruturais, legislação, prática profissional, evolução urbana, composição arquitetônica de interiores e exteriores e planejamento.

- Reforma universitária de 1968- modificou-se o currículo mínimo através da Resolução n.º 3 de 25 de junho de 1969, da Lei n.º 5.540/68, quando determinou-se a atribuição única em Arquitetura e Urbanismo. Nesse momento passou-se a permitir a diversificação dos currículos entre as instituições, e a distinção entre disciplinas básicas e do curso.

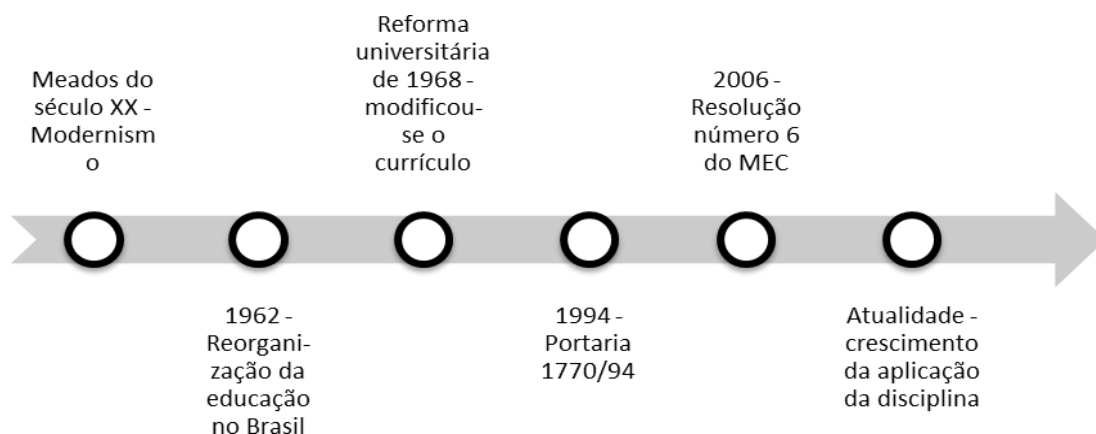
-1994 - Portaria 1770/94 - as mudanças do final do século XX, que passava a se preocupar com os problemas ambientais, sociais e de patrimônio modificaram o

currículo. Nesse período são implantadas as disciplinas de conforto ambiental térmico, luminico e acústico.

- 2006 - Resolução número 6 do MEC implantou nova organização para os cursos de arquitetura e urbanismo, que agora precisam contar com: projeto pedagógico, descrição de competências, habilidades e perfil, conteúdos curriculares, estágio curricular supervisionado, acompanhamento e avaliação, atividades complementares e trabalho de conclusão de curso.

Na Figura 1, está apresentada a linha do tempo explanada anteriormente.

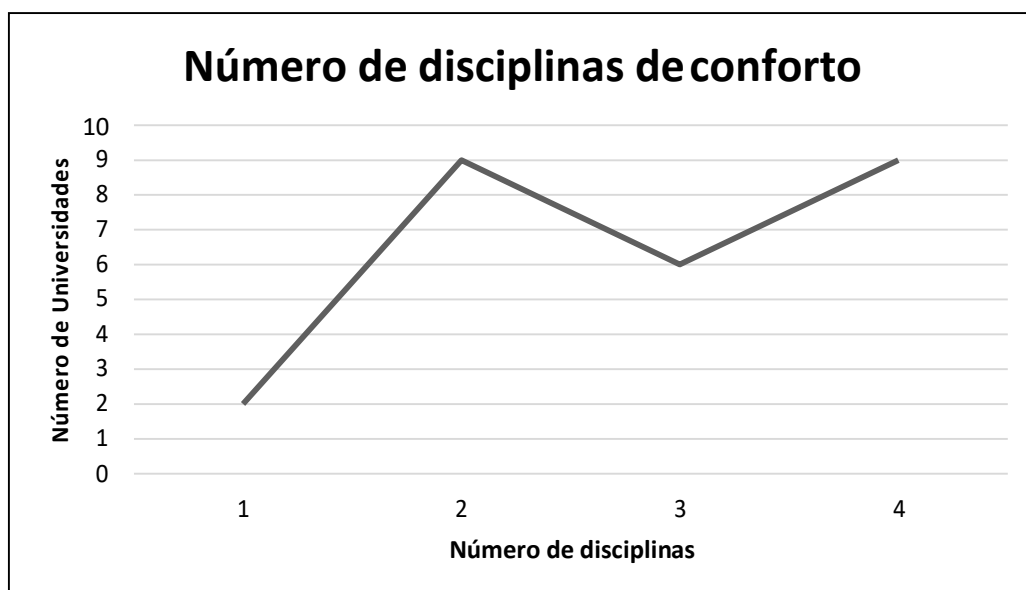
Figura 1- Linha do tempo da implantação da disciplina de conforto ambiental



Fonte: Barreto e Salgado (2011) – adaptado pela autora

Nos últimos anos, a disciplina de conforto, implantada em 1994, tem crescido em termos de sua aplicação. Vianna (2001) avaliou 26 escolas brasileiras quanto a existência das disciplinas de conforto ou não, bem como em se aplicadas em qual número de disciplinas. Na figura 2 apresenta-se a os resultados.

Figura 2 - Número de disciplinas de conforto aplicadas Vianna /2001

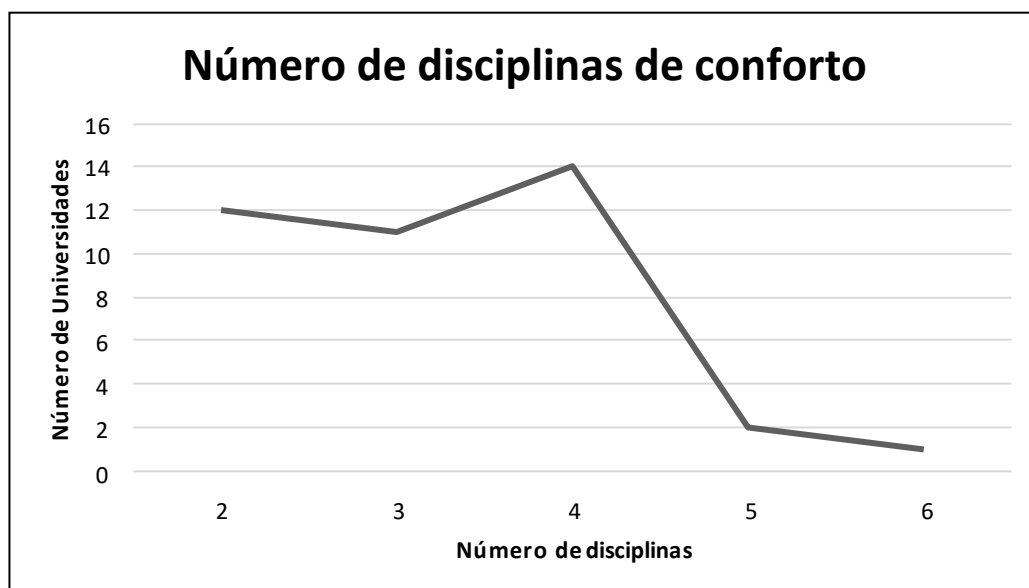


Fonte: Vianna (2001) – adaptado pela autora

Pode-se observar no gráfico 1, que todas as universidades pesquisadas pelo autor apresentavam a aplicação das disciplinas de conforto, em sua maioria em 2 ou 4 disciplinas, o que reforça a afirmação quanto ao crescimento da disciplina.

Neves et. Al (2016) também comprovou a evolução supracitada ao avaliar 40 cursos de arquitetura e urbanismo de redes públicas e privadas brasileiras, com objetivo de identificar se as mesmas possuíam disciplinas de conforto, e em quantas disciplinas as mesmas eram oferecidas. Em Figura 3 pode-se observar o resultado encontrado.

Figura 3 - Número de disciplinas de conforto aplicadas - Neves et. Al - 2016



Fonte: Neves et. al (2016) – adaptado pela autora

Neves et. al (2016) apresentaram em segundo gráfico a configuração que as mesmas escolas usualmente expõe em seu currículo as disciplinas de conforto, em suma em como as disciplinas de conforto de dividem, avaliando três configurações mais usuais, sendo as mesmas:

Opção 1- duas disciplinas obrigatórias, sendo uma introdutória e uma de aprofundamento, sem divisão por temas.

Opção 2- três disciplinas obrigatórias, destinadas aos temas conforto térmico, luminoso e acústico;

Opção 3- quatro disciplinas obrigatórias, sendo uma mais generalista e introdutória e as três demais destinadas às temáticas de conforto térmico, luminoso e acústico.

Opção 4- qualquer outra classificação.

Na Figura 4, se apresenta os resultados.

Figura 4 - Número de disciplinas de conforto aplicadas - Neves et. Al - 2016



Fonte: Neves et. Al (2016) – representado pela autora

Com os trabalhos supracitados, pode-se constatar que nas universidades brasileiras as disciplinas de conforto costumam em maioria ser aplicadas através de **3** ou 4 módulos. Solano (2001) explica que todas as disciplinas de conforto ambiental são da área da tecnologia, sendo dessa maneira complemento para as disciplinas de projeto e não atividade, por esse motivo podendo estar em diferentes momentos no currículo, conforme a exigência das demais disciplinas.

2.6 O conforto acústico para os cursos de arquitetura e urbanismo

O conforto pode ser definido como a sensação de bem-estar ao usuário, em caráter subjetivo pode se modificar devido a suas diversas variáveis. Por o mesmo ser abrangente, o estudo da acústica vem contribuir para a observação da forma como os alunos podem ouvir a arquitetura. (BERTOLI, 2002).

Nas disciplinas de conforto acústico, os conceitos a serem estudados poder se deter aos aspectos físicos do som, com a caracterização das fontes sonoras, sua quantidade e sua tonalidade. (BISTAFA, 2006). Um sistema acústico, conforme explica Bruneau (2006), é composto por três partes: uma fonte sonora, um receptor

e um meio de propagação. Para tanto, apresenta-se a seguir perante alguns autores, os conceitos empregados na disciplina.

2.6.1 O som

Pode-se definir o som como o resultado da vibração de moléculas que se propagam em um meio, sólido ou fluído, e são percebidos pelo aparelho auditivo e interpretados pelo cérebro. (BIES; HANSEN, 2003). As ondas sonoras têm velocidade variável, dependendo do meio de propagação (PATRÃO, 2010).

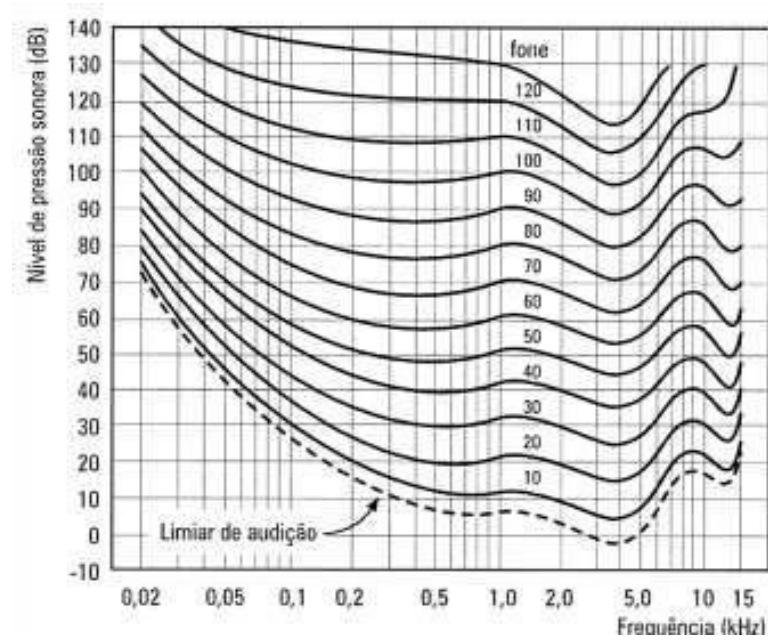
O aparelho auditivo humano tem capacidade de perceber sons entre 20 Hz e 20 kHz (VALE, 2009).

2.6.2 Frequência Sonora

A frequência sonora é o número de ciclos por segundo e é expressa em hertz (Hz). (BISTAFA, 2006). Um som pode ser puro ou composto. Os sons puros são os de frequência única, mais raros, já os compostos abrangem os sons do nosso dia a dia como, por exemplo, a voz humana, músicas e ruídos que resultam da sobreposição de vários sons puros. (BARRON, 2010).

A audição do ouvido humano não apresenta a mesma sensibilidade para todas as frequências. Observando a Figura 5, apresentado as curvas de Fletcher e Munson tem-se que o ouvido humano é mais sensível nas altas frequências, pois para se ter a mesma sensação auditiva se necessita uma pressão sonora mais baixa do que nas baixas frequências. Essa relação é expressa em dB por kHz, ou seja, relacionando nível de pressão sonora com frequência. (VALLE, 2009).

Figura 5 - Curva de Fletcher e Munson



Fonte: VALLE (2009, p. 48)

2.6.3 Absorção Sonora

As ondas sonoras ao incidir qualquer obstáculo produzem uma vibração, com isso parte dessa energia é refletida ao ambiente e parte é absorvida. Na parte absorvida tem-se parcela dissipada como energia mecânica e parte dissipada em seu lado oposto como som aéreo. (DE MARCO, 1982).

O coeficiente de absorção expressa a relação de absorção que um som pode ter em um determinado material. Pinto (2012) explica que este coeficiente parte da relação da divisão entre a energia absorvida pela energia incidente. Valle (2009) aprofunda relatando que as variações do coeficiente de absorção mensuram de 0 a 1, tendo superfícies totalmente refletoras e totalmente absorventes como parâmetro

respectivamente. A absorção de um ambiente é dada pela soma das áreas de todas as superfícies pelos seus coeficientes de absorção.

Cabe ressaltar que cada material possui um coeficiente de absorção distinto que provém de suas características (densidade, porosidade, montagem, etc) e pode variar perante a exposição em diferentes frequências, desenvolvendo materiais mais efetivos quando para altas frequências e outros mais efetivos para as baixas frequências. (SILVA, 2011). Os materiais acústicos absorventes são principalmente utilizados para o controle da reverberação e redução de ruído nos ambientes prevenindo os fenômenos de eco e “flutter echo”. (EGAN, 1988).

Barron (2010) divide os materiais sonoros em três classificações: porosos e fibrosos, ressonadores e membranas. Os porosos e fibrosos são mais eficientes nas altas frequências, por possuírem somente parte de seu volume preenchido com material sólido, transformando as ondas sonoras em energia térmica, submetendo-as a movimentos oscilatórios. Na Figura 6, tem-se a lã de vidro, exemplo de material fibroso.

Figura 6 - Lã de vidro



Fonte: Site Refratil materiais para construção

Os ressonadores de cavidade, ou ressonadores de Helmholtz atuam nas médias frequências, que se assemelham ao sistema de gargalo, pois possuem uma cavidade com uma abertura mais estreita, fazendo com que o som chegue ao fim da cavidade através de sua vibração, sua energia é transformada em energia mecânica com menos intensidade. (BRUNEUAU, 2006).

As membranas conceituadas por Silva (2011) se mostram eficazes para os materiais de baixa frequência e são painéis de espessura fina que através de sua espessura convertem a energia acústica em calor.

2.6.4 Reflexão relacionada a Absorção sonora

As ondas sonoras ao incidirem um obstáculo podem ocasionar dois tipos de reflexão, as especulares e as difusas. Geralmente esse fenômeno trabalha com as duas variáveis e a singularidade de uma ou de outra está inteiramente relacionada com as características da superfície que a absorver e as frequências pelas quais a onda sonora for emitida. (BRANDÃO, 2016).

Em espaços fechados a geometria da reflexão obedece a comportamento semelhante ao da luz. O ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência, considerando-se um eixo normal à superfície. (SILVA, 2001).

Damaske (2008) relata que o primeiro som que o receptor escuta é o som direto, que tem sua propagação a partir da fonte sonora. A partir dele seguem inúmeras reflexões, se chegarem ao receptor em menos de 50 metros são denominadas reflexões iniciais, o restante do som é chamado de som tardio, que ocorre mais tarde e menos intenso por percorrer uma maior distância.

Os conceitos iniciais supracitados são a base necessária para os fenômenos acústicos que se mostram através do isolamento acústico e do condicionamento acústico que se oferecem aos ambientes. A transmissão pode provir de fontes sonoras aéreas ou pela vibração da estrutura ocasionada por questões da própria edificação ou por questões externas, sob estes aspectos trata-se de isolamento acústico. Para criar uma sonoridade adequada dentro do ambiente, esse controle de reverberação é parte do denominado condicionamento acústico. (VALLE, 2009).

2.7 O uso dos dispositivos móveis

Os smartphones evoluíram de grandes máquinas de computação com elevada capacidade: a maioria agora tem sensores embutidos, como microfones, câmeras, sistema de posicionamento global (GPS), com isso agora passam a oferecer aplicativos de medição de som usando os dispositivos de microfone (ou através de um microfone externo para aplicativos mais sofisticados). O interesse em tais aplicativos de medição de som está crescendo entre os educadores, pesquisadores da área de acústica, e até mesmo para o público em geral. (SAKAGAMI et al., 2011).

Como exemplo disso cita-se alguns estudos de controle da poluição sonora através dos celulares. O sucesso desses estudos depende da coleta de dados usando os recursos de áudio de seus telefones. (SAKAGAMI et.al, 2011).

Para as disciplinas de acústica, essa vertente ainda é novidade e aos poucos pretende chegar aos acadêmicos. Como ensino de acústica em suas aulas introdutórias os alunos costumam realizar medições objetivas de quantidades físicas acústicas usando um aparelho de medição, como um analisador sonoro. Dessa maneira, rompe-se uma barreira que é o custo dos aparelhos de medição acústica para medições em atividades acadêmicas, que são bem elevados e por isso nem sempre utilizados. (SAKAGAMI et.al, 2016).

Além disso, a introdução do método de medição através dos aplicativos pode ser apresentado aos alunos com os exercícios práticos de medição de níveis sonoros, o que pode qualificar o compartilhamento de conhecimento. (SAKAGAMI et.al, 2016).

No momento da introdução dos conceitos, quando se aprende o que é nível de pressão sonora, mostra-se interessante que os alunos possam medir os sons percebidos por eles, relacionando a medição com sua percepção, o que pode aumentar seu interesse pela acústica. Ressalta-se aqui que preparar equipamentos com custo elevado, que os alunos muitas vezes não conhecem, e pedir que eles relacionem com assuntos de campo que não os interessam, pode não representar a realidade em muitas instituições de ensino. Agora, quando deixa-se utilizar um aparelho de uso diário e móvel, seu uso e interesse podem aumentar de forma significativa, conforme estudo de Chucri et.al (2016).

3 MÉTODO

Em seu contexto, esse trabalho se caracteriza como uma pesquisa que pretende gerar novos resultados através de revisão de pesquisas já efetuadas e novas análises. Pretende-se determinar com os conceitos estudados e a pesquisa estratégias para a aplicação do ensino por *mobile learning* em disciplinas que abordem o conforto ambiental acústico.

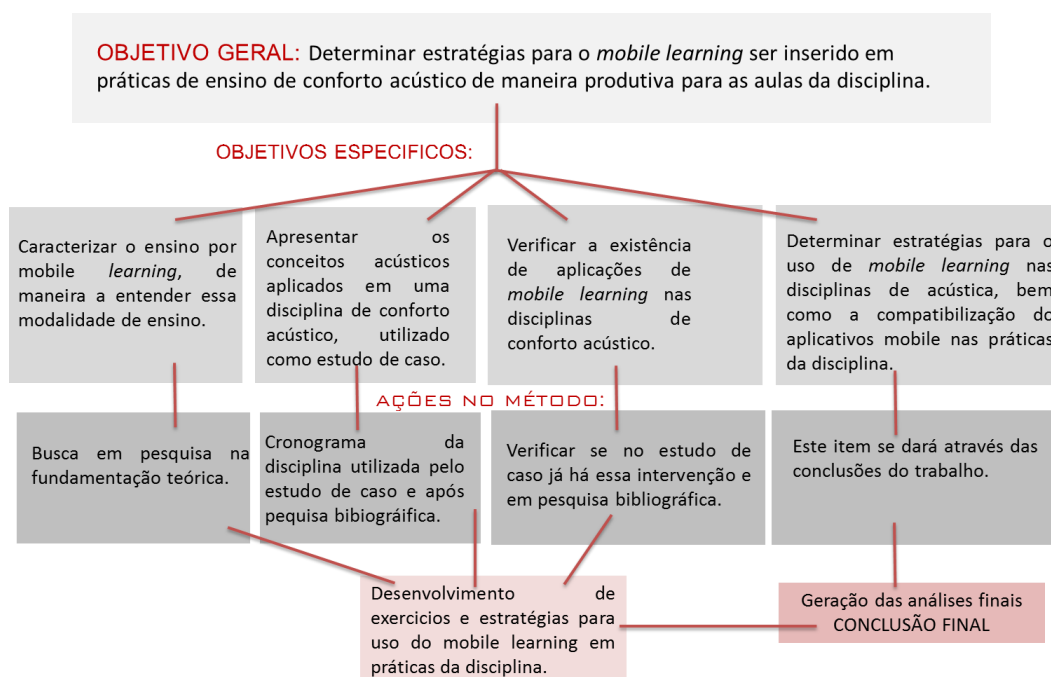
Em sua execução são utilizados procedimentos de estudo de caso e revisão, pois o estudo envolve algo já conhecido e o aprofundamento através de dados mensuráveis e não mensuráveis.

Ao que se segue, inicia a busca nas lojas virtuais dos dispositivos móveis, que são a App Store e Google Play aplicativos que possam auxiliar nos processos de aprendizagem, para reforçar os conceitos aplicados nas atividades acadêmicas das aulas da disciplina de acústica.

Com isso, foi obtido toda a base necessária. Desde os conhecimentos dos conceitos que são trabalhados, a base da disciplina através do estudo de caso e os aplicativos que podem ser utilizados, aqui buscou-se também exemplos em que o *mobile learning* já é aplicado na disciplina de conforto acústico.

Ao fim, foram criados exercícios para a implantação e uso do *mobile learning* na disciplina, não somente do estudo de caso avaliado, mas como base para qualquer disciplina de acústica de qualquer instituição. Na Figura 8, apresenta-se fluxograma do método utilizado.

Figura 8 – Fluxograma do método



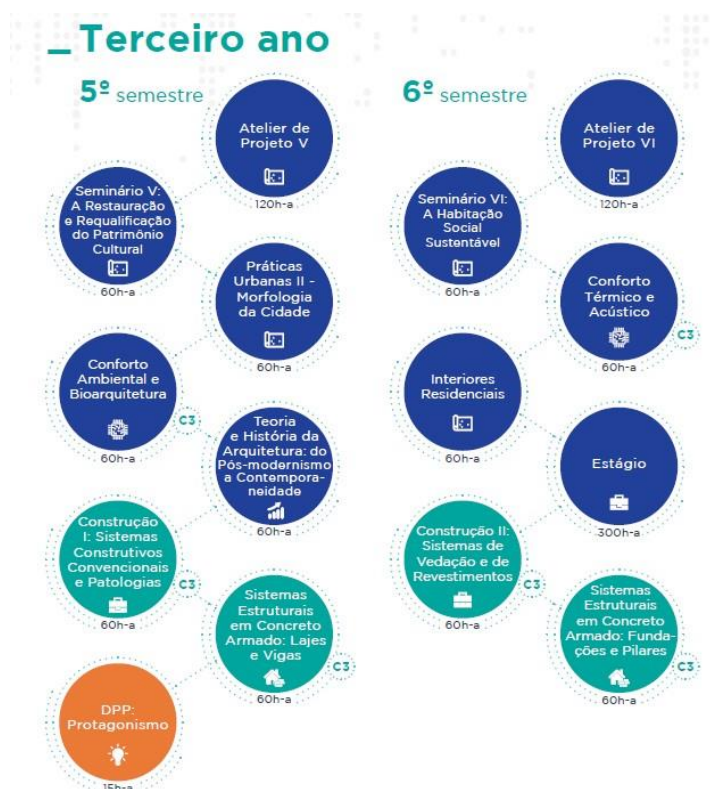
Fonte: a autora

3.1 O estudo de caso

Para o presente trabalho conforme supracitado foi elencado um estudo de caso para efetivar os estudos. O estudo de caso necessário se dá com uma disciplina de conforto acústico de alguma universidade, neste caso será a disciplina de Conforto Ambiental III da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), que aborda os conceitos de acústica.

O curso de Arquitetura e Urbanismo na Unisinos busca oferecer ao aluno a criatividade, o pensamento projetual e computacional necessários para a formação do aluno. A disciplina está inserida no terceiro ano na grade curricular para apresentar aos alunos conceitos de acústica. Na Figura 9, apresenta-se imagem da grade curricular disponibilizada pela Unisinos.

Figura 9 – Grade Curricular



Fonte: Unisinos (2018)

Por a Universidade estar sempre buscando inovações e sua mais recente reformulação curricular estar focada nas tecnologias, como exemplo a inserção da plataforma BIM (Building Information Model), ferramentas como o *mobile learning*, foco desta dissertação seguem a linha desejada pela universidade.

Após a escolha do estudo de caso, buscou-se as informações curriculares desejadas para o desenvolvimento dos conteúdos pela disciplina, em suma os conteúdos apresentados pelo seu cronograma. Segue em resumo abaixo, conceitos abordados:

- Onda sonora; Comprimento de onda;
Volume e timbre; Pressão sonora;
Intensidade sonora; Amplitude e Frequência;

- Reflexão;
- Difração; Reverberação; Ruído;
- Isolamento acústico; Condicionamento acústico.


3.1 Os aplicativos



Para atividades didáticas de conforto acústico, os apps pode permitir a medição dos níveis de pressão sonora em dB, oferecendo aos usuários uma noção básica de quantidade sonora, proporcionando aos acadêmicos a familiarização com a interpretação qualitativa de diferentes níveis de pressão sonora.

Para tanto, realizou-se busca de algumas palavras chaves em ambas as plataformas, sendo elas: medidor acústico, medidor de nível de pressão sonora, aplicativos para acústica, medição dos níveis sonoros. Para cada busca elencou-se no máximo 5 aplicativos para casa busca, variando em cada plataforma. Tomou-se o cuidado de restringir a aplicativos que estejam nas duas plataformas e possam ser acessados nos sistemas Android e IOS e que sejam gratuitos ou de baixo custo, pois dessa maneira alunos que dispõe de smartphones poderão ter acesso, não oferecendo gastos aos alunos e docentes.

Após a busca elencou-se quatro aplicativos, que foram selecionados de maneira a proporcionar seus diferentes níveis, desde os mais simples disponíveis nas próprias plataformas até utilizados em pesquisas acadêmicas, para medições sonoras. Abaixo, na Tabela 1 os mesmos serão apresentados, destacando suas funções.

Tabela 1 – Aplicativos Selecionados

Aplicativo	Explicação do aplicativo
	<p><i>Decibel X</i></p> <p>Aplicativo de medição de níveis sonoros, capta o som e exibe o resultado na tela em dB. Permite a geração de gráficos dos valores medidos. Aplicativo gratuito nas duas plataformas. Exibe resultados em L_{Aeq}.</p>
	<p><i>Sound Meter</i></p> <p>Aplicativo de medição dos níveis sonoros, capta o som e exibe o resultado na tela em dB. Permite a geração de gráficos da medição. Exibe resultados em L_{Aeq}.</p>
	<p><i>Noise Meter</i></p> <p>Aplicativo de medição dos níveis sonoros, capta o som e exibe o resultado na tela em dB. Permite a geração de gráficos da medição. Exibe resultados em</p>

	<p>L_{Aeq}.</p>
	<p><i>Bismark bs – spectrum</i></p> <p>Aplicativo de medição de níveis sonoros, capta o som e exibe na tela os resultados expressos em dB. Permite a geração de gráficos da medição. Aplicativo gratuito na plataforma Android, porém com valor de R\$ 14, 90 na plataforma IOS. Suas medições já foram utilizadas em trabalhos acadêmicos. Na Figura 10, tela de busca do aplicativo na plataforma IOS demonstrando valor para obter o aplicativo. Exibe resultados em L_{Aeq}.</p>

Fonte: a autora

3.2 Estratégias para o uso dos aplicativos na disciplina de acústica

Após a análise de conteúdos da disciplina do estudo de caso e da seleção dos aplicativos buscou-se exercícios já aplicados em pesquisas acadêmicas, visando relacioná-los com a disciplina e com as imposições normativas da NBR 10151 que trata do ruído ambiental e da NBR 10152 que aborda som nos ambientes internos.

3.2.1 Exercício 01

O primeiro exercício parte de uma pesquisa acadêmica realizada por Satoh, Sakagami e Omorto (2016) que avaliou a eficiência dos aplicativos quando realizado o exercício em sala de aula.

O exercício se dá com a criação de um mapa de som, que se aplica para as aplicações acústicas iniciais na educação. O mesmo se desenvolve em sala de aula, com a turma. Primeiramente se escolhe um local para mapear, pode ser a própria universidade, ou uma escolha da turma. Após desenha-se o mapa em cima de uma imagem de satélite escolhendo pontos para medição e os atribuindo por números. Na Figura 10, apresenta-se mapa realizado pela pesquisa acadêmica supracitada.

Figura 10 – Mapa do som



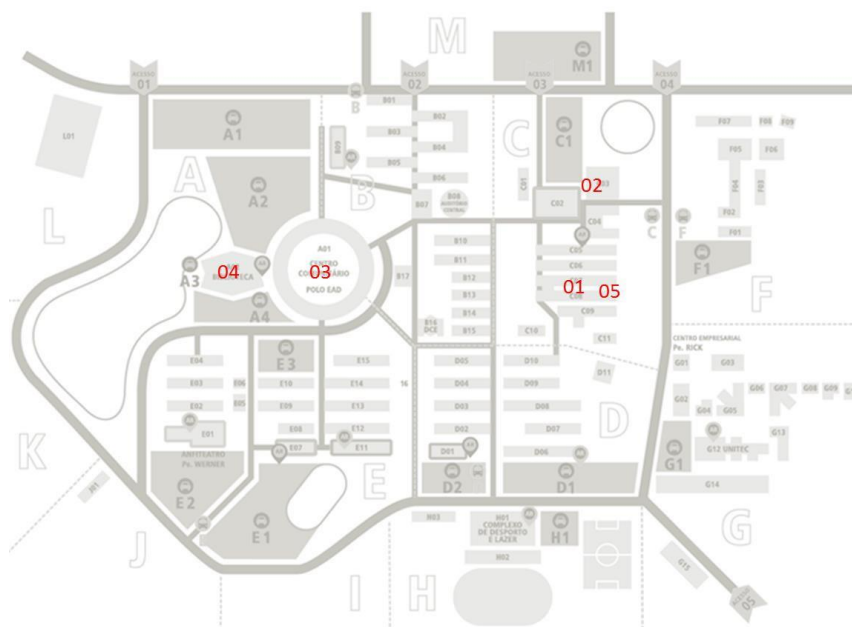
Fonte: (SAKAGAMI et.al, 2016)

No estudo de caso, partindo do planejamento citado, estabeleceu-se algumas definições. O mapa sonoro será aplicado na própria universidade, de forma a proporcionar essa experimentação aos alunos em um ambiente que eles vivenciam. Para tanto, definiu-se cinco pontos, que são:

- 1- Sala de aula vivenciada pelos alunos;
- 2- Convivência do bloco C, local das aulas;
- 3- Centro Comunitário, bloco redondo;
- 4- Biblioteca, no quinto andar, espaço com exemplares reservados a arquitetura.
- 5- Laboratório de conforto ambiental.

Abaixo, na Figura 12, segue mapa do Campus de São Leopoldo, com pontos demarcados.

Figura 11 – Mapa de pontos utilizados pelo exercício aplicado



Fonte: site Unisinos/ modificado pela autora.

Com o local e pontos definidos, pode-se inserir a NBR 10152/2017, para que possa extrair as informações necessárias quanto as medições e também para após análise dos resultados.

Para medições a norma especifica alguns critérios: quanto aos equipamentos exige que o sonômetro utilizado deve atender a IEC 61672 para classe 1 e 2, e quando ao ar livre realizar correção da influência dos efeitos do mesmo. O calibrador deve atender A IEC 60942, para classe 1, respeitando as instruções do fabricante e ser credenciado pela RBC (Rede Brasileira de Calibração). O Microfone deve atender a IEC 61672 ou a IEC 61094-4. É imprescindível ressaltar aos alunos que os aplicativos geram resultados meramente comparativos, pois não atendem aos requisitos para fins de medições técnicas.

Já para os procedimentos da medição indica que os equipamentos devem ser ajustados e observadas as condições ambientais.

Sobre o tempo da medição, deve ser definido para cada ponto de maneira a conseguir caracterizar o som do ambiente. Devem ser descartados resultados de medições que passem por interferência sonora durante a medição. Também se define que as medições devem ser em 3 pontos, este estando a pelo menos 1 metro da parede e 0,70 m um do outro.

A norma especifica como procedimento da avaliação, o método simplificado, que segue em comparar o L_{Aeq} do ponto máximo com resultados permitidos pela norma.

As Figuras 12 e 13 apresenta- se tabela da norma, para posterior comparação

Figura 12 - Valores de referência pela norma 10152

Tabela 3 (continuação)

Finalidade de uso	Valores de referência		
	RL_{Aeq} (dB)	RL_{ASmax} (dB)	RL_{NC}
Cinemas	35	40	30
Salas de concertos	30	35	25
Teatros	30	35	25
Templos religiosos pequenos ($\leq 600 \text{ m}^3$)	40	45	35
Templos religiosos grandes ($> 600 \text{ m}^3$)	35	40	30
Bibliotecas	40	45	35
Museus (exposições)	40	45	35
Estúdios de gravação audiovisual	25	30	20
Educação			
Circulações	50	55	45
Berçário	40	45	35
Salas de aula	35	40	30
Salas de música	35	40	30
Escritórios			
Centrais de telefonia (<i>call centers</i>)	50	55	45
Circulações	50	55	45
Escritórios privativos (gerência, diretoria etc.)	40	45	35
Escritórios coletivos (<i>open plan</i>)	45	50	40
Recepções	45	50	40
Salas de espera	45	50	40
Salas de reunião	35	40	30
Salas de videoconferência	40	45	35
Esportes			
Ginásios de esportes e academias de ginástica	45	50	40
Hotéis			
Quartos individuais ou suítes	40	45	35
Salões de convenções	40	45	35
Áreas de serviço	50	55	45
Circulações	45	50	40

Fonte: NBR 10152

Para o exercício proposto, após a definição dos pontos, e com base na norma 10152, se define o seguinte. Quanto aos instrumentos, os aplicativos já possuem coletores e medidores minimamente compatíveis para fins de introdução dos conceitos básicos. A turma será dividida em grupos, cada um se responsabilizando pela medição de um ponto. A mesma será realizada conforme a NBR, em três pontos, respeitando a distância de 0,70 m de cada um, e um metro das paredes para os três pontos, a altura será sempre de 1,20 m, conforme sugere a NBR 10151 e o tempo de medição será de 2 minutos, de forma a conseguir captar as características do ambiente.

O aplicativo deverá expressar variáveis de som em: mínimo, máximo, instantâneo e ponderado. A turma preencherá para cada ponto a tabela sugerida a seguir, sempre buscando na norma suas relações. Nas Tabela 2, 3 e 4, modelo a ser preenchido.

Tabela 2 – Resultados mapa de ruídos por ponto

Medição	Ponto 01 a	Ponto 01b	Ponto 01c	Permitido pela NBR
Biblioteca				
Valor Mínimo				40 dB
Valor máximo				40 dB
Instantâneo				40 dB
Ponderado				40 dB

Fonte: a autora.

Tabela 3 - Resultados mapa de ruídos por ponto

Medição	Ponto 012 a	Ponto 02 b	Ponto 02 c	Permitido pela NBR
Biblioteca				
Valor Mínimo				40 dB
Valor máximo				40 dB
Instantâneo				40 dB
Ponderado				40 dB

Fonte: a autora.

Tabela 4 - Resultados mapa de ruídos por ponto

Medição Biblioteca	Ponto 03 a	Ponto 03 b	Ponto 03 c	Permitido pela NBR
Valor Mínimo				40 dB
Valor máximo				40 dB
Instantâneo				40 dB
Ponderado				40 dB

Fonte: a autora.

Com as medições concluídas, a turma retornará a sala para a compilação de todas as medições, as aplicando em mapa, antes será comparado os resultados obtidos colorindo o mapa de tons de amarelo, laranja, vermelho, verde e azul, conforme forem obtidos resultados maiores. Poderá ser utilizada uma planilha do excel para a tabulação dos resultados e expressão em gráfico do tipo “superfície”.

Ao fim, a turma gerará o mapa e as tabelas, podendo além de obter um primeiro contato com o mapa de ruído, gerar uma análise perceptiva do local e sua relação com a norma.

3.2.2 Exercício 02

No segundo exercício aplicado será relacionado as medições as NBRs propostas para a acústica. Nesse caso, será utilizada a NBR 10151/2019.

Inicialmente, será apresentado aos alunos, o que a norma exige como procedimentos de medição e do que a mesma se refere.

Para as medições a NBR 10152, especifica alguns critérios: quanto aos equipamentos exige que o sonômetro utilizado deve atender a IEC 61672 para classe 1 e 2, e quando ao ar livre é obrigatório uso de protetor de vento acoplado. O calibrador deve atender A IEC 60942, para classe 1, respeitando as instruções do

fabricante e ser credenciado pela RBC (Rede Brasileira de Calibração). O Microfone deve atender a IEC 61672 ou a IEC 61094-4. Por não atenderem aos requisitos de precisão, os aplicativos emitem resultados meramente ilustrativos.

Já para os procedimentos da medição, indica que o nível de pressão sonora equivalente ponderado em A no espectro global (L_{Aeq}), deve ser medido diretamente ou calculado pela média logarítmica ponderada no tempo de resultados integrados em intervalos de tempo parciais.

Além disso, explica que quanto as condições ambientais, as medições não podem ser realizadas com precipitações pluviométricas ou trovoadas, também não pode haver mudanças ambientais durante o período da medição. Sobre o tempo da medição, este deve ser definido para cada ponto de maneira a conseguir caracterizar o som do ambiente, devem ser descartados qualquer medição que passar por grave interferência sonora durante a medição.

Para o local da medição, a norma admite a mesma em locais diversos, porém ao considerar um empreendimento se faz necessário medir áreas vizinhas habitadas, quando não houver, apenas no empreendimento.

Quanto a características da medição, a altura deve ser de 1,2 a 1,5 m do solo e afastadas no mínimo 1,00 da fachada, deve ser posicionado com alguma haste, para não alterar os resultados.

Para a análise, a norma sinaliza dois métodos, simplificado e detalhado, aqui abre-se o método simplificado, e indica que se deve considerar ajustes de sonômetro, verificação das condições ambientais e tempo de medição e pontos definidos. Para parâmetro da avaliação sonora, será realizada comparação com valores estabelecidos pela norma. A norma apresenta duas relações, uma para medições noturnas e uma para diurnas, explica-se aqui que o horário noturno começa após as 22h deve terminar antes das 7h. Abaixo, na Figura 12 se apresenta tabela da norma.

Figura 13 – Tabela NBR 10151/2019

Tabela 3 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período

Tipos de áreas habitadas	RL_{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151/2019

Com a apresentação da norma aos alunos, se explana a tabela disponível e os horários, após divide-se os grupos. Aqui as opções de aplicações também podem variar, realizando as medições em mais de uma área de uso em cada grupo ou dividindo os grupos por áreas, além de se poder utilizar um único aplicativo ou mais. De qualquer maneira, o objetivo final é a coleta dos dados das medições de sua área de uso e a comparação da mesma com a norma, podendo gerar uma análise de composição sonora percebendo o comportamento de um exemplar dessa área de uso e suas relações.

Como sugestão nesta dissertação, o exercício poderá discorrer da seguinte maneira: após a apresentação da norma, a turma será dividida em 4 grupos, e para cada grupo será indicado uma área de uso, que serão elas: escolar, residencial, comercial e industrial. Para tanto cada grupo deverá realizar a medição em um exemplar de seu uso em área externa com cada aplicativo dentro dos horários diurnos e noturnos.

A medição será realizada no período noturno e diurno por dois minutos pelos quatro aplicativos, os grupos irão até o empreendimento para coletar as medições.

Com a medição concluída, o aluno trará mapa básico para explanação do ponto medido e tabela com resultados para cada aplicativo.

Abaixo, demonstração da tabela que deverá ser apresentada para cada área de estudo, deve ser observado aqui relações estipuladas para cada área de uso na norma. Segue na Tabela 5, modelo que deve ser preenchido pelos alunos.

Tabela 5 – Resultados da medição do aplicativo em área externa conforme uso.

Área comercial	Decibel X	Sound Meter	Noise meter	Bismark bs - spectrum	Relação normativa-residencial
Ponto Diurno	A				55 dB
Ponto Noturno	A				50 dB

Fonte: a autora.

Com a conclusão deste exercício, os alunos farão seu primeiro contato com a norma para ambientes externos, comparando os pontos medidos, além de mesclar o uso do aplicativo dentro e fora da universidade, e poderão ter uma breve explanação para as áreas de uso mais utilizadas, podendo levar essas relações para futuros projetos. Os discentes ao fim, ainda poderão discutir os resultados para cada área de uso, determinando como estão acusticamente os ambientes que eles circulam.

3.2.3 Exercício 03

No terceiro exercício aplicado será também relacionado as medições as NBRs propostas para a acústica. Nesse caso, também será utilizada a NBR 10152:2017. Aqui apresenta-se a relações para ambientes internos, considerando seu uso. A norma apresenta uma tabela dividida pelos ambientes e suas respectivas recomendações. Em figura 14 apresenta-se tabela.

Figura 14 - Tabela NBR 10152/2017

Tabela 3 (continuação)

Finalidade de uso	Valores de referência		
	RLAeq (dB)	RLASmax (dB)	RLNC
Cinemas	35	40	30
Salas de concertos	30	35	25
Teatros	30	35	25
Templos religiosos pequenos ($\leq 600 \text{ m}^3$)	40	45	35
Templos religiosos grandes ($> 600 \text{ m}^3$)	35	40	30
Bibliotecas	40	45	35
Museus (exposições)	40	45	35
Estúdios de gravação audiovisual	25	30	20
Educacionais			
Circulações	50	55	45
Berçário	40	45	35
Salas de aula	35	40	30
Salas de música	35	40	30
Escritórios			
Centrais de telefonia (<i>call centers</i>)	50	55	45
Circulações	50	55	45
Escritórios privativos (gerência, diretoria etc.)	40	45	35
Escritórios coletivos (<i>open plan</i>)	45	50	40
Recepções	45	50	40
Salas de espera	45	50	40
Salas de reunião	35	40	30
Salas de videoconferência	40	45	35
Esportes			
Ginásios de esportes e academias de ginástica	45	50	40
Hotéis			
Quartos individuais ou suítes	40	45	35
Salões de convenções	40	45	35
Áreas de serviço	50	55	45
Circulações	45	50	40

Fonte: NBR 10152/2017

Aqui se apresentam os parâmetros que a norma determina. Quanto aos equipamentos exige que o sonômetro utilizado deve atender a IEC 61672 para classe 1 e 2, e quando ao ar livre realizar correção da influência dos efeitos do mesmo. O calibrador deve atender a IEC 60942, para classe 1, respeitando as instruções do fabricante e ser credenciado pela RBC (Rede Brasileira de Calibração). O Microfone deve atender a IEC 61672 ou a IEC 61094-4. Cabe ressaltar que nos aplicativos, tem-se resultados meramente ilustrativos, pois não são utilizados equipamentos de precisão.

Já para os procedimentos da medição a norma indica que os equipamentos devem ser ajustados e observadas as condições ambientais.

Sobre o tempo da medição, este deve ser definido para cada ponto de maneira a conseguir caracterizar o som do ambiente, devem ser descartados qualquer medição que passar por grave interferência sonora durante a medição. Também se define que devem se realizar medição em 3 pontos, este estando a pelo menos 1 metro da parede e 0,70 m um do outro.

A norma especifica como procedimento da avaliação, o método simplificado, que segue em comparar o L_{Aeq} do ponto máximo com resultados permitidos pela norma.

Com a apresentação da norma aos alunos, se explana a tabela disponível e após divide-se os grupos. Aqui as opções de aplicações também podem variar, realizando as medições em mais de um ambiente em cada grupo ou em um apenas, além de se poder utilizar um único aplicativo ou mais. De qualquer maneira o objetivo final é a coleta das medições dos ambientes e a comparação da mesma com a norma, percebendo o comportamento do ambiente e suas relações.

Nesta dissertação, o exercício discorrerá da seguinte maneira: após a apresentação da norma, a turma será dividida em 4 grupos novamente, e para cada grupo será entregue um ambiente relacionado a área de uso que o mesmo trabalhou no exercício 2, sendo: sala de aula para escolar, dormitório para residencial, restaurante para comercial e sala coletiva para industrial. Para tanto, cada grupo deverá realizar a medição para cada ambiente em cada um dos quatro aplicativos.

Para o exercício proposto, após a definição dos pontos, e com base na norma 10152, se define o seguinte: A turma será dividida em quatro grupos, cada um se responsabilizando pela medição de um exemplar de cada área de estudo. A mesma será realizada conforme diz a NBR, em três pontos, respeitando a distância de 0,70 a cada um, e um metro das paredes para os três pontos, a altura será sempre de 1,20, conforme sugere a NBR 10151 e o tempo de medição será de 2 minutos, de forma a conseguir captar as características do ambiente. Os ambientes devem estar com janelas e portas fechadas e com a menor interferência sonora possível.

Com a medição concluída, o aluno trará mapa básico para explanação dos pontos medidos e tabela com resultados.

Como entrega final, cada grupo entregará seu breve mapa com ponto demarcado e sua tabela de resultados.

Abaixo, demonstração da tabela que deverá ser apresentada, segue na Tabela 3.

Tabela 6 - Resultados da medição do aplicativo em área de ambiente interno.

Area Residencial	Decibel X	Sound Meter	Noise meter	Bismark bs - spectrum	Relação normativa-dormitório
Ponto 01					45 dB
Ponto 02					45 dB
Ponto 03					45 dB

Fonte: a autora.

Com a conclusão deste exercício, os alunos farão seu primeiro contato com a norma para ambientes internos, comparando com os aplicativos, além de mesclar o uso do aplicativo dentro e fora da universidade, e poderão ter uma breve explanação para as áreas de uso mais utilizadas, podendo levar essas relações para futuros projetos.

Ressalta-se aqui que os exercícios 2 e 3 devem ter as medições solicitadas e explicada em uma aula, e o retorno da mesma e a finalização dos exercícios realizadas na próxima aula, ou conforme cronograma proposto.

A forma e sequência dos exercícios pretendem apresentar aos alunos desde o uso inicial dos aplicativos, com a execução do mapa acústico, até o primeiro contato normativo com ambientes internos e externos quanto ao condicionamento acústico, oferecendo aos alunos com a execução dos exercícios um panorama geral sobre a acústica de condicionamento de ambientes internos e externos, e a integração com os aplicativos dentro e fora da sala de aula.

3.2.4 Exercício 04

No quarto exercício apresentado esta fundamentado na pesquisa acadêmica realizada por Brito em 2017.

O exercício propõe um mapa de ruídos em um Bairro da cidade de Campos do Jordão. Foi escolhido pelo autor 15 pontos dentro do Bairro, nos quais se percebia diferença acústica, como exemplo: área residencial, área de recreação, trânsito com alto fluxo, etc. Assim, possibilitando detectar maiores diferenças gráficas para elaboração do mapa acústico. Na figura 16, imagem do mapa apresentado na pesquisa.

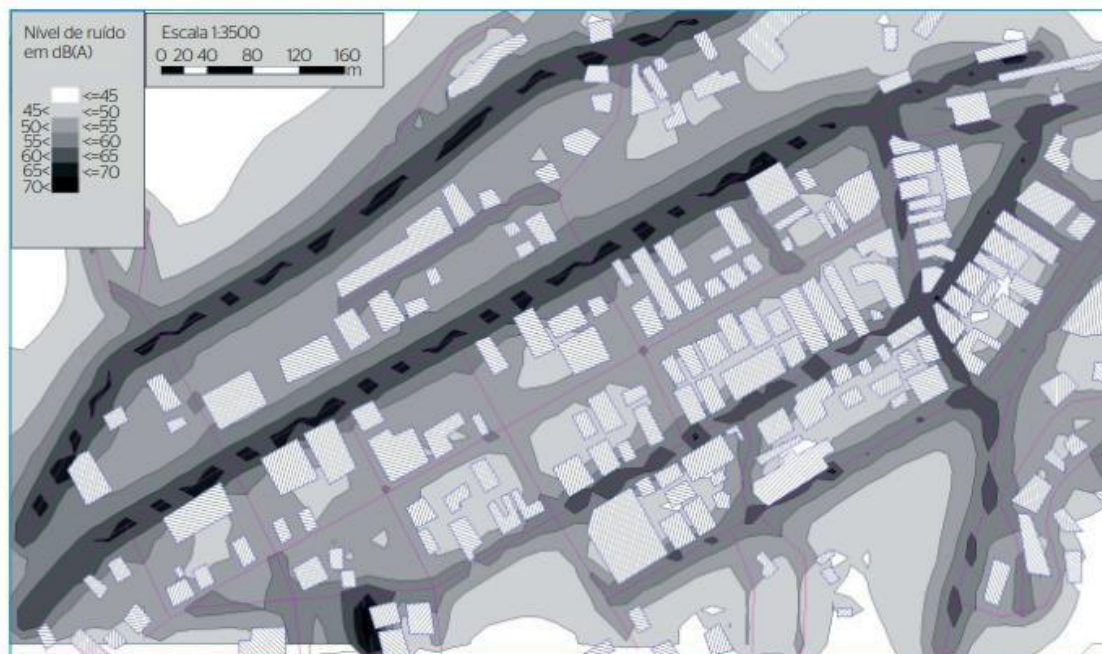
Figura 15 – Mapa da escolha dos pontos em pesquisa em Campos do Jordão



Fonte: Brito (2017)

Com a escolha dos pontos, na pesquisa supracitada foram realizadas oito medições de 15 minutos, para após poder ser anexado os dados coletados em software e com estes criar um mapa eletrônico de ruídos que simula o comportamento do som em diversas situações. Na Figura 17, se apresenta mapa simulado pela pesquisa.

Figura 16 – Mapa gerado através de simulação pela pesquisa apresentada



Fonte: Brito (2017)

Para a realidade das turmas de conforto acústico, primeiro se conecta relação com a norma 10151, para ambientes externos. E se apresenta aos alunos as seguintes relações que a norma apresenta para as medições: quanto aos equipamentos exige que o sonômetro utilizado deve atender a IEC 61672 para classe 1 e 2, e quando ao ar livre é obrigatório uso de protetor de vento acoplado. O calibrador deve atender a IEC 60942, para classe 1, respeitando as instruções do fabricante e ser credenciado pela RBC (Rede Brasileira de Calibração). O Microfone deve atender a IEC 61672 ou a IEC 61094-4. Assim como nos exercícios anteriores, é muito importante esclarecer que os resultados serão meramente ilustrativos, por não serem atendidas as condições de precisão dos equipamentos.

Já para os procedimentos da medição indica-se que o nível de pressão sonora equivalente ponderado em A no espectro global (L_{Aeq}), deve ser medido diretamente ou calculado pela média logarítmica ponderada no tempo de resultados integrados em intervalos de tempo parciais.

O tempo da medição deve ser definido para cada ponto de maneira a conseguir caracterizar o som do ambiente, devem ser descartados qualquer medição que passar por grave interferência sonora durante a medição.

Para o local da medição, a norma admite a mesma em locais diversos, porém

ao considerar um empreendimento se faz necessário medir áreas vizinhas habitadas, quando não houver, apenas no empreendimento.

Quanto a características da medição, a altura deve ser de 1,2 a 1,5 m do solo e afastadas no mínimo 1,00 m da fachada, deve ser posicionado com alguma haste, para não alterar os resultados.

Para a análise, a norma sinaliza dois métodos, simplificado e detalhado, aqui se utilizará o método simplificado, que indica que deve-se considerar ajustes de sonômetro, verificação das condições ambientais e tempo de medição e pontos definidos. Para parâmetro para avaliação sonora, comparação com estabelecidos pela norma. A norma apresenta duas tabelas, uma para medições noturnas e uma para diurnas, explica-se aqui que o horário noturno começa após as 22:00h e deve terminar antes das 7h. Na Figura 17, apresenta-se tabela com relações por área de uso apresentadas pela norma.

Figura 17 – Tabela NBR 10151/2019

Tabela 3 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período

Tipos de áreas habitadas	RL_{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151/2019

Com a norma apresentada, a turma se dividirá em 4 grupos, e os mesmos definirão um Bairro junto com o docente para realizar a avaliação. Com o mesmo definido se escolherá dez pontos para medição, cada grupo receberá no dia da medição um mapa do local, com os pontos demarcados. Com isso, a turma irá ao Bairro e passará por cada ponto definido realizando as medições.

Como as medições serão realizadas por toda a turma no mesmo momento, será considerado para elas, somente o período diurno. Será medido apenas um ponto, cada medição durará 2 minutos. Na Tabela 8, preenchimento das medições para cada aplicativo. Para o preenchimento da mesma em relação a norma deverá ser observado pelo grupo que tipo de área se apresenta no ponto e relacioná-lo com a norma.

Tabela 7 – Resultado das medições mapa acústico urbano por ponto

Decibel X	Medição	Relação com a NBR 10151
Ponto 01		
Ponto 02		
Ponto 03		
Ponto 04		
Ponto 05		
Ponto 06		
Ponto 07		
Ponto 08		
Ponto 09		
Ponto 10		

Fonte: autora

Cada grupo poderá utilizar um diferente aplicativo, após as medições e tabelas preenchidas, a turma retorna e pode gerar uma análise perceptiva do local, gerando além da tabela, um mapa acústico urbano.

3.2.4 Exercício 05

O quinto exercício apresentado parte de uma pesquisa acadêmica realizada por Neto e Santos em que se procurava realizar a medição de diferentes frequências através de aplicativos móveis.

O exercício se baseia no apresentado na pesquisa acadêmica e tem como intenção na disciplina de acústica ser apoio ao ensino do conceito de frequência. Para tanto, será necessário o uso de um aplicativo que não está citado na parte inicial deste trabalho, o mesmo se chama Frequency Meter Pro e tem um custo de R\$ 10,90 e está disponível em ambas plataformas, Android e IOS. O objetivo deste aplicativo é a medição da frequência sonora com a exposição de sons determinados em torno de 2 a 3 segundos. Na figura 18, interface do aplicativo.

Figura 18 – Interface do aplicativo



Fonte: a autora

Para tanto foram sugeridas cinco opções de fontes sonoras para medição, que são elas: voz, falada, voz cantada, voz humana cantada com som, apito de mar e som de inseto a escolher. Na pesquisa acadêmica se percebeu que quando testados com vozes cantadas e faladas humanas se percebeu dificuldade na precisão dos resultados, assim sendo aqui se sugere que todos os resultados sejam obtidos através do youtube, de maneira a melhorar a precisão. A escolha da medição destes acima se dá pela diferença de componente tonal que se perceberá

quando coletadas as medições.

Com o aplicativo baixado e as opções do que medir escolhidas parte-se para a aplicação do exercício, a ideia é dividir a turma em grupos, tantos quanto necessários e solicitar que os mesmos baixem o aplicativo. Após o aplicativo Frequency Meter Pro necessita antes das medições a validação do mesmo, conforme sugere a pesquisa acadêmica estudada, para validar basta entrar no site: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/sound e utilizar o simulador de som por frequência sound_pt_BR.jar e verificar se o som emitido quando medido não sofre alterações. Para emitir os sons é necessário o apoio de notebook, de onde será localizado no youtube os sons solicitados e medidos.

Com a validação realizada, se iniciam as medições, para tanto é necessário silêncio de maneira a não ocorrer interferência nas medições. Cada grupo será responsável pela medição de um ou dois itens, dependendo que quantos grupos a turma será dividida, desta maneira toda a sala participará das medições sem interferência entre um grupo e outro.

Com as medições concluídas a turma preencherá tabela. Na Tabela 5, modelo a ser preenchido.

Tabela 8 – Coleta das medições:

Tipo de som	Frequência Medida
Voz Humana Falada	
Voz Humana Cantada	
Voz humana cantada com música	
Som de Inseteos	
Apito	

Fonte: A autora

Como resultado final a turma será exposta a sons com diferentes composições tonais para a percepção das relações entre os conceitos, desta forma sendo mais fácil para os alunos um primeiro contato com o conteúdo, facilitando sua aprendizagem. O exercício pode sofrer alterações, como troca de vozes, todas devem ser pensadas

pelo docente, ressalta-se aqui que o docente deve participar ativamente da escolha dos sons no youtube.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema principal deste trabalho deteve-se a proporcionar ferramentas *mobile learning* na disciplina de acústica em atividades acadêmicas. Para tanto, como intenção inicial foi realizada a revisão bibliográfica do conceito de mobile learning e dos principais aspectos da disciplina de conforto acústico.

Percebeu-se aqui, com a revisão em andamento, que o *mobile learning* para a inserção na disciplina de acústica poderia ocorrer através de uso de aplicativos para smartphone que viriam a facilitar a conectividade entre docentes e acadêmicos, pois ambos participam ativamente do processo tecnológico ocasionado pelas novas possibilidades oferecidas pelos modelos cada vez mais tecnológicos de telefones celulares, além de ser uma maneira de interagir com o público jovem, consumidor frequente desses equipamentos e funcionalidades.

Nesse momento, sentiu-se também a necessidade de conhecer o panorama atual do ensino através do mobile learning, bem como localizar nas disciplinas de acústica quais conteúdos costumam ser abordados, de maneira a perceber de que forma os aplicativos podem ser colaborativos, a partir das funções disponíveis. Com isso, pode-se observar que evoluções tecnológicas fizeram parte do contexto da criação do curso de arquitetura, desde as novas ferramentas para expressão gráfica com recursos digitais, até a resolução de projetos com geometrias cada vez mais complexas sendo resolvidos por ferramentas tecnológicas.

Para tanto, buscou-se uma disciplina de acústica como estudo de caso, para este trabalho foi utilizada a disciplina de Conforto Ambiental III, que aborda os conceitos de acústica, e extraiu-se os conteúdos a serem trabalhados. Percebendo a influência que os conceitos de níveis sonoros e frequência têm na disciplina, e influenciam nos demais conceitos estudados, buscou-se nas lojas virtuais de dispositivos Android e IOS, aplicativos que pudessem responder a esses conceitos.

Com os mesmos selecionados, partiu-se para a próxima fase da pesquisa, que se deu através da procura de artigos, dissertações ou teses que trabalhassem com a aplicação de algum exercício de acústica através de aplicativos, dos quais se

extraiu os exercícios utilizados por esta dissertação como base para a criação dos propostos.

A criação de exercícios se deu, por perceber que seria uma maneira interativa de inserir nas disciplinas de acústica o mobile learning, unindo acadêmicos e docentes através da aplicação dos mesmos e proporcionando aos acadêmicos experimentação do uso dos aplicativos, não só dentro de sala de aula, mas em momentos externos, podendo-se unir os conceitos abordados em sala de aula ao uso dos aplicativos.

Como definições iniciais, pode-se observar a importância que o mobile learning vem trazendo aos alunos através da geração tecnológica ao qual estão inseridos. Percebe-se, atualmente, uma sala de aula com alunos que tem acesso às mais diversas fontes de informações, no menor espaço de tempo e em qualquer lugar. Sendo, portanto cada vez mais difícil encontrar maneiras de cativa-los e de trazer as aulas ocasiões atrativas. Nesse contexto, a inserção do mobile learning traz a rotina acadêmica momentos de descontração e aprendizado.

Como panorama em paralelo estudado, o conforto ambiental cresce como intenção de projeto a cada dia, inclusive com a atualização e criação de novas NBRs, trazendo o conforto acústico a assunto pauta nas aulas de arquitetura. A disciplina de conforto acústico é uma no curso de arquitetura, porém sua importância se reflete em várias sequentes e na vida do futuro profissional. Percebe-se a dificuldade que o docente tem na hora de explicar e expor aos alunos, conceitos influenciados pelo som, e principalmente as relações que as NBRs implantam como níveis admissíveis.

Ao unir estes dois panoramas, surge a inserção do mobile learning, que pode trazer as aulas de conforto acústico atratividade e facilitar a abordagem dos conceitos. Para proporcionar isto, nesta dissertação se utilizou de uma disciplina de conforto acústico, nesse caso a disciplina de Conforto Ambiental III, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, para localizar os conceitos abordados e buscou-se relaciona-los como os aplicativos móveis. Logo, percebeu-se que diversos medidores estão disponíveis nas duas principais plataformas dos sistemas Android e IOS. Podendo servir como uma importante ferramenta de apoio em atividades acadêmicas. No entanto, é extremamente importante deixar claro que essas ferramentas têm a finalidade meramente didática e comparativa. Cabe aos

professores, evidenciar de forma contundente que não devem ser utilizados com fins profissionais.

Com isso, percebendo o que os aplicativos poderiam fazer, se percebeu que a melhor maneira que inserir o mobile learning nas disciplinas se dá com a criação e aplicação de exercícios durante a disciplina. Nesse momento, buscou-se para apoio exercícios realizados em outras pesquisas acadêmicas com aplicativos em aulas de acústica. Ao fim, apresentou-se cinco exercícios, que podem ser aplicados em diferentes momentos da disciplina, sendo colaborativos para várias partes do conteúdo. Trazendo desde mapas acústicos de percepção inicial, até de nível baixo, bem como a percepção de ambientes internos.

Ao fim, tem-se modelos de exercícios que docentes podem aplicar nas aulas das disciplinas, podendo ser colaborativos aos mesmos, mas principalmente aos acadêmicos, que terão nas aulas das disciplinas maneiras de vivenciar, sentir, medir e avaliar os resultados acústicos analisados.

Futuras investigações podem seguir a partir deste estudo. Podem, ainda, abranger desde a aplicação dos exercícios, a até mesmo a criação de novos exercícios ou alterações nos mesmos propostos. Dada a importância do tema considera-se que muito há ainda que percorrer no campo da investigação nesta área sendo, portanto, um campo fértil de trabalho para outros investigadores.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO JR., C. F.; SILVEIRA, I. F.; CERRI, M. S. A. **Os tablets no Ensino Fundamental e Médio: estudos e análises na direção de novas metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem.** São Paulo: Terracota, 2014.

BARRETO, M.M.; SALGADO, M. S. **O Ensino de Arquitetura e a Metodologia Prática na Produção do Conhecimento na FAU/UFRJ.** In: VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. São Pedro,SP, Brasil. 2001.

BARRON, Michael. **Auditorium Acoustics and Architectural Design.** Nova Iorque: Spon Press, 2010.

BATISTA, L.T. **O processo de projeto na era digital. 2010.** Dissertação (Curso de Mestrado da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais). Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2010.

BEHAR, P. A.; MACEDO, A. L.; SOUZA, A. P. F. C.; BERNARDI, M. **Objetos de Aprendizagem para Educação a Distância.** In: Revista Eletrônica Renote, v.5, n.2, dez. 2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/issue/view/947>. Acesso em: 14 abr. 2019.

BERTOLI, S. R. **Quanto custa o conforto ambiental?** In: ENCAC 2012 (XII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e III Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído). Foz do iguacu, RS. 2012.

BEHRENS, Marilda Aparecida. **Tecnologia interativa a serviço da aprendizagem colaborativa num paradigma emergente.** Brasília, DF: MEC, SEED, 2005. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/2sf.pdf>. Acesso em: 08 de fev de 2019.

BIANCHI. S. A; NYEMEYER. M. L.A ; STRAMANDINOLI. M.J.O.S. **A integração das disciplinas de conforto ambiental e planejamento paisagístico no ensino de**

arquitetura. In: ENCAC 2009 (X Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e III Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído). Natal, RN. 2009.

Bies, D. A., Hansen, C. H. **Engineering Noise Control: Theory and Practice**, 3ª Edição, Spon Press. 2003.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. São Paulo: Blucher, 2006.

BRANDÃO, Eric. **Acústica de Salas: Projeto e Modelagem**. São Paulo: Blucher, 2016.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.394/96**. R6: dispõe sobre as Diretrizes e Bases da Educação, Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília, DF, 1996. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1996/lei-9394-20-dezembro-1996-362578-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 05 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Proposta preliminar**. Segunda versão revista. Brasília: MEC, 2016.

BRUNEAU, Michael. **Fundamentals of Acoustics**, 2.ed., Londres: ISTE, 2006.

CARVALHO, Antonio Pedro de Oliveira de. **Acústica Ambiental e de Edifícios**, 8.1.ed. Porto: Editorial da AEFEUP, 2011.

CIAMPA, K. **Learning in a mobile age: an investigation of student motivation**. Journal of Computer Assisted Learning, Nova Jersey, n. 30, p.1-15, Aug. 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jcal.12036>. Acesso em: 25 set. 2018.

CHUCRI, A.K; SHAW.P.B.. **Evaluation of smartphone sound measurement applications**. IN: J Acoust. Soc. Am., Out. 2016. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/1518/29ff525033d65af4dbf7b46b97b259e5736e.pdf>.

Acesso em: 10abr. 2019.

COX, T. J.; D'ANTONIO, P. **Acoustics Absorbers and Diffusers: Theory, Design and Application**. New York: Taylor & Francis, 2009.

Damaske, P. – **Acoustics and Hearing**, Springer, Berlim, 2008.

DE MARCO, Conrado Silva. **Elementos da Acústica Arquitetônica**. São Paulo: Nobel, 1982.

EGAN, M. D. **Architectural Acoustics**. New York: McGraw-Hill Inc., 1988.

FEIBER, F. N.O. **Ensino de projetos arquitetônicos e o espaço atelier: uma abordagem ergonômica**. 2010. 205f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2010.

FIRTMAN, M. **Programming the mobile web**. 2. ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2013.

FONSECA, A. **Aprendizagem, mobilidade e convergência: Mobile Learning com Celulares e Smartphones**. In: Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Mídia e Cotidiano, Artigos Seção Livre, n. 2, p. 163-181, jun. 2013. Disponível em: <http://periodicos.uff.br/midiaecotidiano/article/view/9685/6809>. Acesso em: 12 ab. 2019.

GABRIEL M.– **A (r)evolução digital na educação**. 2 ed. Caxias do Sul: Saraiva, 2013.

GONÇALVES, R. P.R. **Atenuação Sonora de Barreiras Acústicas**, Coimbra 2014 94f . Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra. Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014.

GUIMARÃES, I.J.B; SOUZA, M.R.F. **Reflexões sobre Arquitetura da Informação para dispositivos móveis**. Em questão. Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 267-288, jan/abr. 2016. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/EmQuestao/article/viewFile/55616/37092>. Acesso em: 03 Nov. 2018.

KALAY , Y. **Architecture New Media: principles, theories, and methods of computer aided design**. 1 ed. Massachusetts: The MIT Press, 2004.

PAULA. A.K. **Integração do conforto ambiental ao processo de ensino aprendizagem de projeto arquitetônico com uso de aplicativos móveis**. 2015. 137 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2015.

KOLAREVIC, B. **Architecture in the digital age: design and manufacturing**. 1 ed. New York: Spon Press, 2003.

MANO, R.; LASSANCE, G. **O atelier integrado: potencialidades e limitações para a transformação do ensino de arquitetura**. In: *Projetar IV – Projeto Como Investigação: Ensino, Pesquisa e Prática*, 2009, São Paulo. Anais. São Paulo: FAU; Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2009. 1 CD-ROM.

MOURA, A., CARVALHO, A. A. **Aprendizagem Mediada por Tecnologias Móveis: Novos Desafios Para as Práticas Pedagógicas**. In: VII Conferência Internacional de TIC na Educação, 2011, Braga. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/55617138.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

MOUSQUER, T.; ROLIM, C. O. **A utilização de dispositivos móveis como ferramenta pedagógica colaborativa na educação infantil**. In: *Simpósio de tecnologia da informação da região noroestes do Estado do Rio Grande do Sul*, 2011, Santo Angelo. Disponível em: <http://www.santoangelo.uri.br/stin/Stin/trabalhos/11.pdf>. Acesso em: 20 mar.2019.

MÜLBERT, A. L.; PEREIRA, A. T. C. **Um panorama da pesquisa sobre aprendizagem móvel (m-learning)**. In: *Associação Brasileira de Pesquisadores em Cibercultura*, 2011, Florianópolis. Anais do V Simpósio Nacional da ABCiber. Disponível em: <https://abciber.org.br/simposio2011/anais/Trabalhos/artigos/Eixo%201/7.E1/80.pdf>>. Acesso em: 07 nov.2019.

NEVES, Letícia de Oliveira; KOWALTOWSKI, Doris C.C.K.; RUSCHEL, Regina Coeli. **Um panorama sobre a temática do conforto ambiental**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 7, n. 4, p. 198-201, dez. 2016. Disponível em: <http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8649272>. Acesso em: 16 maio 2017.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. **Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química**. Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p.1-9, 2014. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/53497/33014>>. Acesso em: 10 fev. 2019.

NÓVOA, Antônio. **Professor pesquisador e reflexivo**. Rio de Janeiro, 13 set. 2001. Disponível em: http://www.redebrasil.tv.br./salto/entrevistas/antonio_novoa. Acesso em 07 mar. 2019.

OXMAN, R. **Theory and design in the first digital age**. 1 ed. Grã Bretanha: Elsevier, 2005.

PATRÃO, Artur José Alves. **Caracterização acústica de salas de ensaio- Estudo de casos, Portugal. 2010**. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

PELISSOLI, Luciano & LOYOLLA, Waldomiro. **Aprendizado móvel(M-Learning): dispositivos e cenários**. Salvador, Brasil, 2004. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/pdf/074-TCC2.pdf>. Acesso em: 09 Abr. 2019.

PRENSKY, M. **Digital Natives Digital Immigrants**. MCB University Press, v.9, n.5, Out. 2001. Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20%20Part%201.pdf>. Acesso em: 03 set. 2018.

PINTO, M. H. A. **Caracterização de Auditórios- O caso do auditório da FEUP**, Portugal. 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2012.

ROCHA. A.P.A ; SOUZA. R.V .G. **Práticas de ensino de tecnologia na arquitetura e urbanismo – estudo de caso da UFMG**. In: ENCAC 2009 (X Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e III Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído). Natal, RN. 2009.

SAKAGAMI K; SATOH. F; OMORTO.A. **A case study of introductory teaching method for architectural/environmental acoustics using a smartphone**. IN: Acoustic Science and Techology Journal, v.34, p. 209-211, Jan. 2011. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/ast/34/3/34_E1279/_article. Acesso em: 08 abr. 2019.

SHARPLES, M.,TAYLOR, J., VAVOULA, G. A. **Theory of Learning for Mobile Age**. In R. Andrews and C. Haythornthwaite The Sage Handbook of Elearning Research. Londres, 2007. Disponível em: https://telearn.archivesouvertes.fr/file/index/docid/190276/filename/Sharples_et_al_Theory_of_Mobile_Learning_preprint.pdf. Acesso em: 04 fev. 2019.

SILVA, P. **Acústica Arquitetônica & Condicionamento do Ar**. Belo Horizonte: Edital E. T. Ltda., 2011.

TAROUCO, L. M.R.; FABRE, M. C.J.M.; GRANDO, A. R.S. & KONRATH, M. L.P. **Objetos de aprendizagem para M-Learning** . Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2004. Disponível em: http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/objetosdeaprendizagem_sucesu.pdf, Acesso em: 11 abr. 2019.

VALLE, S. **Manual Prático de Acústica**. 3 ed. Rio de Janeiro. Editora música e tecnologia, 2009.

VIANNA, Nelson Solano. **Análise Crítica do Ensino de Conforto Ambiental nas Escolas de Arquitetura**. In: ENCAC 2001 (VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e III Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído). São Pedro ,SP, 2001.

VORLÄNDER, Michael. **Auralization: Fundamentals of Acoustics, Modelling, Simulation, Algorithms and Acoustic Virtual Reality**. Berlin: Springer-Verlag, 2008.

ZARDINI, A. S. **O uso do WhatsApp na sala de aula de Língua Inglesa – relato de experiência em um curso de idiomas**. In: Anais do V Simpósio sobre o Livro Didático de Língua Materna e Língua Estrangeira & do IV Simpósio sobre Materiais e Recursos Didáticos, 2016, São Paulo. Disponível em: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/o-uso-do-whatsapp-na-sala-de-aula-de-lingua-inglesa-relato-de-experincia-em-um-curso-de-idiommas-22587>. Acesso em: 10 fev. 2019.