

**MULTIVIX**

---

**FACULDADE CAPIXABA DA SERRA – MULTIVIX  
ARQUITETURA E URBANISMO**

**DYONATAN BELO PEREIRA**

**DIRETRIZES DE APLICAÇÃO DA NEUROARQUITETURA NOS  
DIAS ATUAIS**

**SERRA/ES  
2021**

---

---

**DYONATAN BELO PEREIRA**

## **DIRETRIZES DE APLICAÇÃO DA NEUROARQUITETURA NOS DIAS ATUAIS**

Projeto de pesquisa do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo apresentado à Faculdade Brasileira – MULTIVIX, como requisito parcial para avaliação.

Orientador: Fernanda Schmidt Villaschi

**SERRA/ES  
2021**

---

---

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família que foi o meu maior alicerce, por serem a base da minha estabilidade emocional, pela sabedoria e pelos exemplos bons que me deram, sem eles seria impossível a conclusão dessa etapa de minha vida.



## AGRADECIMENTOS

A deus em primeiro lugar por ter dado forças para vencer cada batalha durante a graduação, aos meus pais pelo incentivo, por acreditar no meu potencial, mesmo longe nunca me senti desamparado na busca de realizar esse sonho.

E aos professores por toda a dedicação, paciência e comprometimento em ensinar mesmo em tempos difíceis.

E alguns colegas de classe que fizeram parte dessa história que mesmo não concluindo juntos, faze, parte dessa longa caminhada.



## EPÍGRAFE

*“Ser bom é melhor que ser original.”*

*“Less is More.”*

*“A arquitetura é a vontade de uma época traduzida em espaço.”*

**‘Mies van der Rohe’**



## RESUMO

O objetivo deste trabalho tem como foco abordar a neuroarquitetura, que se trata dos impactos de um ambiente sobre o usuário, sendo eles o tempo de utilização de determinado espaço, a função, a ergonomia de moveis, dos espaços e do conforto, por exemplos locais que necessitam de silencio e concentração que demandam um isolamento acústico, as cores escolhidas para cada ambiente que influenciam no humor, no conforto, no bem-estar das pessoas. Com a pandemia a neuroarquitetura tem sido um tema pertinente, por termos que nos adaptar a força e com certa agilidade a esse novo mundo, que existe limites de distância e o aumento do estresse por diversos fatores relacionados a isso, nesse trabalho será abordado metodologias de adaptação e renovação de espaços a essa nova realidade.

**Palavras-chave:** Neuroarquitetura. Renovação. Impacto.



## ABSTRACT

The objective of this work is to focus on neuroarchitecture, which deals with the impacts of an environment on the user, being the time of use of a given space, the function, the ergonomics of furniture, spaces and comfort, for example local that need silence and concentration that demand acoustic isolation, the colors chosen for each environment that influence people's mood, comfort and well-being. With the pandemic, neuroarchitecture has been a relevant topic, as we have to adapt our strength and with a certain agility to this new world, that there are distance limits and increased stress due to several factors related to this. adaptation and renovation of spaces to this new reality.

Keywords: Neuroarchitecture. Renovation. Impact.



## LISTA DE FIGURA

Figura 1: Espaço sem planejamento.....	28
Figura 2: Espaço com planejamento.....	29
Figura 3: Conexão cérebro e ambiente.....	31
Figura 4: Projeto Corporativo baseado em neuroarquitetura. ....	33
Figura 5: Representação de luz natural em um ambiente. ....	35
Figura 6: Representação de luz artificial em um ambiente. ....	36
Figura 7: Acústica em ambiente corporativo.....	37
Figura 8: Arquitetura multissensorial.....	37
Figura 9: Ambiente interativo .....	38





## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

OMS – Organização Mundial da Saúde



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERENCIAL TEORICO .....	13
2.1 A IMPORTÂNCIA DA ARQUITETURA.....	14
2.2 A NEUROARQUITETURA.....	17
2.3 ERGONOMIA NO TRABALHO E ARQUITETURA.....	23
2.4 NEUROERGONOMIA .....	25
3. METODOLOGIA.....	28
4. ESTUDO DE CASO / RESUMO DAS APLICACOES DA NEUROARQUITETURA ...	29
4.1 ASPECTO TECNOLÓGICO .....	31
4.2 OS ESPAÇOS .....	32
4.3 DESIGN DO FUTURO.....	32
5. RESULTADOS – DIRETRIZES PARA SE PROJETAR USANDO A NEUROARQUITETURA .....	34
7 REFERÊNCIAS .....	39



## 1. INTRODUÇÃO

A neuroarquitetura é um campo interdisciplinar que consiste na aplicação das neurociências aos espaços construídos, com o objetivo de melhor compreender os impactos da arquitetura no cérebro e no comportamento humano. Pode ser utilizado na renovação de interiores de um ambiente, na construção de uma empresa privada, bem como em obras públicas e no desenvolvimento de projetos urbanos. (NOGOSEK, 2019)

O objetivo deste trabalho foi abordar a neuroarquitetura, no que se trata dos impactos de um ambiente sobre o usuário, sendo eles o tempo de utilização de determinado espaço, a função, a ergonomia de moveis, dos espaços e do conforto, por exemplos locais que necessitam de silencio e concentração que demandam um isolamento acústico, as cores escolhidas para cada ambiente que influenciam no humor, no conforto, no bem-estar das pessoas. Com a pandemia a neuroarquitetura tem sido um tema pertinente, por termos que nos adaptar a força e com certa agilidade a esse novo mundo, que existe limites de distância e o aumento do estresse por diversos fatores relacionados a isso, nesse trabalho sera abordadas metodologias de adaptação e renovação de espaços a essa nova realidade. (SILVA E MARCILIO, 2020)

Segundo a OMS (2021), atualmente com a coronavírus SARS-COV-2 novas medidas foram tomadas pela organização mundial de saúde (OMS). A declaração de emergência de saúde pública de importância nacional (ESPIN), o ministério da saúde (MS) tem estabelecido sistematicamente medidas para o combate ao Covid-19. Com isso, o conceito de espaço mudou, as distancias já não são mais o convencional em uma pandemia que nos assola e oprime o sistema vem mudando os padrões antes tidos como normas, nos dias atuais os conceitos de distanciamento e tem sido colocado muito em pauta, não só por questões ergonômicas, mas também por questões de saúde, com isso o aumento do estresse e desconforto tem sido cada vez maior. (SILVA E MARCILIO, 2020)

Além disso, tem-se objetivo reformular o conceito de espaço de trabalho utilizando o conforto visual, auditivo, olfativo, climático e ergonômico para uma maior eficiência de cada usuário. Mas considera-se o foco principal melhorar a ergonomia do espaço utilizado, usando moveis ergonômicos de acordo com cada usuário que utiliza o escritório, mostrando como a ergonomia dos moveis utilizados em um ambiente podem proporcionar uma grande evolução no físico e mental dos usuários deste ambiente de trabalho.

Empresas e funcionários tiveram que se adaptar rapidamente ao novo cenário devido à pandemia e todas as políticas de contenção. As regras de home office e novos locais de trabalho que respeitam o distanciamento social já fazem parte da realidade de várias

---

empresas. As mudanças e adaptações ocorridas durante a pandemia estão nos induzindo, entre outras coisas, a nos questionar sobre como utilizamos nossos espaços. Velhos hábitos e rotinas de trabalho tiveram que ser alterados rapidamente. No caos, percebemos que é possível fazer as coisas funcionarem de maneiras diferentes. As soluções que costumávamos adotar não eram as únicas possíveis, afinal existem alternativas.

Giacomini e Baptistelli (2020), afirmam que o desenho de ambientes físicos que impactam positivamente nossas emoções não é novidade, já que há décadas as estruturas vêm sendo implementadas sob diretrizes científicas estabelecidas na neuroarquitetura. Neuroarquitetura é entendida como a fusão conceitual da neurociência com a arquitetura, ou seja, a disciplina que se interessa em como o ambiente modifica o cérebro e, portanto, o comportamento do cérebro.

Abordar a resposta humana aos ambientes criados para o indivíduo é o objetivo essencial da fusão entre tecnologia e ciência. Uma relação que se baseia no fato de que o elemento artificial tem um impacto significativo na mente e em todo o sistema psicoemocional. Alguns dos efeitos colaterais dos bloqueios causados pela pandemia foram reveladores. Por exemplo, as quarentenas aumentaram a consciência sobre a importância do ambiente de vida no humor. Fato que não se limita apenas ao domicílio, mas também aos espaços contíguos ao imóvel.

A Neuroarquitetura tem um caráter interdisciplinar e, ao incorporar elementos da neurociência aplicada, estabelece ricas interfaces com outros campos do conhecimento que, originalmente, não tinham uma conexão ampla com a arquitetura tradicional e o urbanismo. Portanto, a Neuroarquitetura amplia o campo de pesquisa sobre a relação entre os ambientes construídos e seus usuários, melhorando a compreensão das diversas mensagens que o ambiente transmite, inclusive aquelas em níveis de percepção menos conscientes. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

O ambiente físico não é a única variável que afeta o funcionamento do cérebro e o comportamento. Características pessoais, ambiente social, hábitos e rotinas são exemplos de outras variáveis que também podem afetar a forma como os indivíduos reagem ao ambiente (ABRAHÃO, 2019). Além disso, cada ambiente tem uma função particular e deve possuir características que estimulem comportamentos e atividades específicas, como criatividade, foco, aprendizagem e memorização, socialização, relaxamento, respeito e assim por diante. Questiona-se então, como a neuroarquitetura atua nos dias atuais, em tempos de pandemia, com a sociedade se adaptando e onde o homeoffice cresceu

---

---

absurdamente e o escritório passou a ser espalhado por diversos ambientes além das empresas.

## 2. REFERENCIAL TEORICO

A neurociência estuda o sistema nervoso em diferentes áreas, algumas das quais são promissoras neste aspecto. Em um nível geral, a aplicação da neurociência à arquitetura é frequentemente denominada “neuroarquitetura”. Embora a influência bidirecional do espaço humano e seu impacto na atividade neural não sejam novos, o registro moderno da atividade neural dos sujeitos experimentais durante a exposição a situações físicas e ambientais simuladas fornece uma estrutura para projetos e estudos futuros. (NOGOSEK, 2019)

- A neurociência do processo de design analisa a atividade cerebral do arquiteto no desenvolvimento de um projeto.
- A neurociência da experiência da arquitetura envolve como os usuários experimentam o ambiente construído de uma perspectiva neurológica.
- A arquitetura neuromórfica existe na interseção do design biofílico e edifícios inteligentes (edifícios que começam a assumir aspectos de viver, aprender e conhecer).

Por exemplo, a neuroarquitetura tem permitido aos pesquisadores estudar em profundidade algumas variáveis de projeto, que reduzem o estresse, mencionado anteriormente, em espaços hospitalares. Nesse sentido, os efeitos cognitivo-emocionais da arquitetura têm sido abordados por meio de diferentes abordagens e, mais recentemente, por meio da neurociência. Esta nova e complexa natureza transdisciplinar da neuroarquitetura torna importante revisar seu progresso. (NOGOSEK, 2019)

No entanto, embora as revisões tenham sido realizadas sobre a aplicação da neurociência a outras artes, como a dança à estética e à estética arquitetônica, e mais recentemente para compilar descobertas sobre os efeitos da arquitetura, conforme medido por registros neurofisiológicos, os autores não encontraram nenhum estudo anterior que revise a aplicação da neurociência à arquitetura (às vezes referida como "espaço construído") para estudar sua dimensão cognitivo-emocional de uma forma holística e contextualizada (para o qual é necessário incorporar suas abordagens precursoras, de forma complementar à visão de alguns autores a esse respeito. (GIACOMINI e BAPTISTELLI, 2020)

---

---

## 2.1 A IMPORTÂNCIA DA ARQUITETURA

O planejamento urbano trata da história urbana, formação e transformação do espaço urbano, aspectos geográficos, culturais e jurídicos da organização e evolução das dimensões das cidades, demográficas, sociológicas, econômicas. e como orientar essa transformação para promover o desenvolvimento socialmente igualitário, economicamente viável e ambientalmente sustentável. (ABRAHÃO, 2019)

Ao longo da história, a arquitetura permaneceu como uma representação da sociedade, refletindo os valores, sucessos e eventual queda das civilizações ao longo do tempo. Desde as estruturas monumentais às residências e edifícios que constituem o tecido de uma cidade, podemos aprender muito sobre quem eram as pessoas que as habitavam muito antes dos nossos tempos. Ao estudar o ambiente construído do passado, combinado com a pesquisa moderna em psicologia e meio ambiente, estamos começando a compreender os efeitos da arquitetura nas pessoas de maneiras totalmente novas, o que levanta a questão: como a arquitetura impacta a sociedade? (NOGOSEK, 2019)

Em suas raízes, a arquitetura existe para criar o ambiente físico em que as pessoas vivem, mas a arquitetura é mais do que apenas o ambiente construído, é também uma parte da nossa cultura. É uma representação de como nos vemos e também de como vemos o mundo. (ABRAHÃO, 2019)

Embora o conceito de abrigo seja bastante simples, o estilo dos edifícios foi originalmente moldado pelo clima de um local específico, pelos materiais disponíveis, bem como pelos valores da sociedade que os construiu. Conforme o mundo se tornou mais e mais conectado, os estilos evoluíram, mas mesmo na construção moderna, ainda há uma importância em respeitar as nuances culturais do ambiente construído.

A humanidade deixa ecos imortais ao longo de sua história usando os meios de comunicação da linguagem, arte, conhecimento e arquitetura. Esses ecos não são simplesmente vistos em retrospecto; eles são primários para nosso tempo e definem nossa civilização em qualquer momento, justificando nosso próprio senso de ser humano. Essa justificativa é importante. A humanidade existe em uma guerra quase perpétua pela existência. Somos mortais, mas desejamos nos tornar eternos e a cultura é nosso sucesso nessa batalha. A cultura nos permite afirmar nossa existência para nós mesmos, na medida em que não somos apenas 'agora', mas somos, em essência, para sempre. (VILLAROUCO et al, 2020)

---

---

A arquitetura de negócios descreve o processo geral do que o sistema proposto deve fazer para apoiar a missão ou os resultados de negócios desejados. Estou chocado com a frequência com que uma arquitetura de negócios abrangente e de alto nível não está em vigor no início da vida de um programa, porque essa ausência normalmente leva a grandes mudanças de requisitos durante o desenvolvimento, teste e implantação do sistema. (VASQUEZ et al, 2016)

Um aspecto valioso de uma arquitetura de negócios é a capacidade de avaliar as prioridades para implementar a missão ou a funcionalidade do negócio. Deve haver um esforço para simplificar os processos de negócios, na medida do possível, e determinar os recursos mínimos necessários para um lançamento inicial do sistema. Essa abordagem pode reduzir muito o risco do programa. A equipe do programa deve desenvolver planos de liberação de funcionalidade de negócios incrementais realistas para a vida de desenvolvimento do programa. (VILLAROUCO et al, 2020)

Ter uma arquitetura técnica sólida, entretanto, também é crítico - especialmente para um sistema complexo com vários subsistemas. Eu acredito em provas de conceito e prototipagem para avaliar várias opções em uma arquitetura técnica - por exemplo, para apoiar projetos de subcomponentes e até mesmo a seleção de produtos. A capacidade de conduzir tais testes piloto, entretanto, deve ser incorporada ao cronograma mestre geral como um ingrediente necessário para o sucesso do programa. (DA SILVA e MARCÍLIO, 2020)

Um aspecto da prototipagem importante, mas frequentemente esquecido, é o teste de carga de desempenho. Verificar o desempenho de um sistema sob cargas previstas no início do desenvolvimento do programa pode economizar muito retrabalho posteriormente. (NOGOSEK, 2019)

A importância da arquitetura em suas raízes, a arquitetura existe para criar o ambiente físico no qual as pessoas vivem, mas a arquitetura é mais do que apenas o ambiente construído, é também uma parte de nossa cultura. É uma representação de como nos vemos e também de como vemos o mundo. (DA SILVA e MARCÍLIO, 2020)

Ao longo da história, a arquitetura permaneceu como uma representação da sociedade, refletindo os valores, sucessos e eventual queda das civilizações ao longo do tempo. Desde as estruturas monumentais às residências e edifícios que constituem o tecido de uma cidade, podemos aprender muito sobre quem eram as pessoas que as habitavam muito antes dos nossos tempos. (VILLAROUCO et al, 2020)

---

---

Em suas raízes, a arquitetura existe para criar o ambiente físico em que as pessoas vivem, mas a arquitetura é mais do que apenas o ambiente construído, é também uma parte da nossa cultura. É uma representação de como nos vemos e também de como vemos o mundo.

Embora o conceito de abrigo seja bastante simples, o estilo dos edifícios foi originalmente moldado pelo clima de um local específico, pelos materiais disponíveis, bem como pelos valores da sociedade que os construiu. Conforme o mundo se tornou mais e mais conectado, os estilos evoluíram, mas mesmo na construção moderna, ainda há uma importância em respeitar as nuances culturais do ambiente construído. (VASQUEZ et al, 2016)

A arquitetura não afeta apenas a sociedade em um nível elevado, mas também em um nível mais pessoal, podendo ter um impacto profundo sobre seus ocupantes. Tudo, desde o layout do espaço até os acabamentos dos materiais, pode contribuir para a saúde, o humor e a produtividade dos ocupantes. Já foi demonstrado que as pessoas que trabalham em espaços bem planejados tiram menos licença médica, são mais focadas e geralmente contribuem mais para a empresa. (VILLAROUCO et al, 2020)

Paisagens de concreto estéreis e edifícios sem imaginação causam níveis mais altos de estresse. Projetar edifícios, bem como ciudades, para combater isso, seja uma arquitetura bela e inspiradora, ou simplesmente uma conexão consciente com a natureza, ajuda os humanos a se sentirem mais relaxados, felizes e engajados. (NOGOSEK, 2019)

Uma arquitetura bem projetada e a conexão que os indivíduos têm com ela não são algo facilmente quantificável. No entanto, todos nós conhecemos a sensação de entrar em um espaço que parece certo. Não é apenas funcional, mas ressoa com você em um nível subconsciente diferente. Embora projetar para a função seja certamente crucial, é importante explorar essa conexão emocional também, já que ambos falam sobre o sentido de experimentar a arquitetura. Não é apenas uma compreensão intelectual, mas uma conexão entre o usuário e o próprio espaço de uma forma emocional. (VASQUEZ et al, 2016)

A arquitetura não afeta apenas a sociedade em alto nível, mas também em um nível mais pessoal, podendo ter um impacto profundo sobre seus ocupantes. Tudo, desde o layout do espaço até os acabamentos dos materiais, pode contribuir para a saúde, o humor e a produtividade dos ocupantes. Já foi demonstrado que as pessoas que trabalham em espaços bem projetados tiram menos licença médica, são mais focadas e geralmente contribuem mais para a empresa. (NOGOSEK, 2019)

---

---



Paisagens de concreto estéril e edifícios sem imaginação causam níveis mais altos de estresse. Projetar edifícios, bem como cidades, para combater isso, seja uma arquitetura bonita e inspiradora, ou simplesmente uma conexão consciente com a natureza, ajuda os humanos a se sentirem mais relaxados, felizes e engajados.

A arquitetura bem projetada e a conexão que os indivíduos têm com ela não são algo facilmente quantificável. No entanto, todos nós conhecemos a sensação de entrar em um espaço que parece certo. Não é apenas funcional, mas ressoa com você em um nível subconsciente diferente. Embora projetar para a função seja certamente crucial, é importante explorar essa conexão emocional também, já que ambos falam sobre o sentido de experimentar a arquitetura. Não é apenas uma compreensão intelectual, mas uma conexão entre o usuário e o próprio espaço de uma forma emocional. (NOGOSEK, 2019)

A tecnologia também contribui para a prática da arquitetura e seu impacto na sociedade. Nosso acesso a dados globais, evidências de pesquisas e a capacidade de nos comunicarmos instantaneamente com qualquer pessoa em qualquer lugar do mundo mudaram drasticamente a profissão. Os arquitetos podem assumir projetos em continentes totalmente diferentes e recorrer a uma força de trabalho global, permitindo que uma ampla gama de ideias e origens culturais influenciem um projeto. A tecnologia também mudou a forma como concebemos: computer-aided elaboração, modelagem BIM, e realidade virtual, para citar alguns, têm feito muito mais fácil construir uma ponte entre a visão e a realidade, criar formas únicas e complexas e transmitir informações de maneiras que têm nunca foi visto antes. (ABRAHÃO, 2019)

Através de um processo organizado, expressamos de forma gráfica e escrita os aspectos e características fundamentais do projeto, até atingirmos de forma precisa e definitiva as características da obra a ser construída, que permitem também a sua correta interpretação e execução. Criamos espaços estéticos, funcionais e harmoniosos, pensados com o objetivo de proporcionar uma melhor qualidade de vida ao utilizador e o equilíbrio certo entre a arquitectura contemporânea e duradoura.

## 2.2 A NEUROARQUITETURA

Neuroarquitetura é a intersecção onde arquitetura e neurociência se encontram. A neuroarquitetura estuda a relação entre os processos cerebrais e a arquitetura e seu impacto na saúde emocional e física das pessoas. Seu principal objetivo é melhorar a

---

---

experiência humana e o bem-estar, otimizando o ambiente construído que nos rodeia. (ABRAHÃO, 2019)

Vivemos com percepção: Percebendo nosso entorno com nossos sentidos, aprendemos o ambiente. Não só formamos uma imagem, formamos memórias com elas, sentimos dimensões com ecos, sentimos a umidade com o cheiro, vemos luz / sombra. Em outras palavras, aprendemos com as memórias, as recordamos, nos comportamos com eles. O que encontramos em nossos ambientes acaba afetando nossos comportamentos. A percepção estimula o cérebro com todas as imagens armazenadas em nossas memórias. (NOGOSEK, 2019)

Os arquitetos estão cientes de como os ambientes construídos afetam nossos comportamentos e sentidos e levam essa relação de causa e efeito em consideração quando estão projetando. No entanto, a pergunta “como?” é algo que os arquitetos precisam da ajuda de outras profissões para responder. Arquitetura e neurociência eram duas disciplinas distintas até que se descobriu que o cérebro era continuamente remodelado pelos ambientes em que vivemos. (VILLAROUCO et al, 2020)

A colaboração encontra uma plataforma em ambientes de saúde, estudo e trabalho. Concentrando-se em ambientes de cura, um ambiente construído bem projetado com princípios da neurociência, reduz a permanência do paciente e até desempenha um papel no tratamento, como recuperar memórias antigas ou estímulos cerebrais. Esses princípios se especializam quando o grupo-alvo são crianças. As crianças diferem dos adultos em muitos aspectos, por memórias, dimensões, concentração, habilidades de aprendizagem ... Situações relacionadas ao cérebro requerem mais atenção, portanto, o design é modelado considerando comportamentos desejados ou indesejados. (GIACOMINI e BAPTISTELLI, 2020)

O neurocientista estuda os comportamentos e o cérebro, e os arquitetos devem usar as informações no projeto. Aprender como nosso cérebro funciona com a percepção levará a novos desenvolvimentos em nome dos usuários em design. Novos tratamentos combinados com abordagens arquitetônicas proporcionam às crianças uma estadia agradável, abrevia o processo de cicatrização e até pode estar envolvida com o tratamento ambiental. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

Como sempre, a pesquisa e a aplicação em design não podem ter uma ordem sucessiva. Colocar a pesquisa em aplicação fez com que eu voltasse e voltasse para minhas pesquisas anteriores, me aprofundasse mais, ou mudasse, ou adicionasse informações a serem usadas na fase de design. Atender o cliente (hospital) e trabalhar com

---

---

arquitetos (projeto real) trouxe outros aspectos, como regulamentações, situação médica dos pacientes ou demandas da equipe. Foi um desafio adaptar a pesquisa em programa, mostrar como as informações da neurociência podem ser aplicadas à arquitetura na prática.

Anteriormente, acreditava-se que nosso cérebro para de desenvolver novos neurônios quando chegamos aos 20 anos. Em 1998, Fred H. Gage (Salk Institute for Biological Studies) e Peter Eriksson (Sahlgrenska University Hospital) descobriram e anunciaram que o cérebro humano produz novas células nervosas na idade adulta. Nosso cérebro se forma no 3º mês de gestação, e a partir daí passa a ser remodelado pelos ambientes que nos cercam. (VILLAROUCO et al, 2020)

A neurociência explica a conexão entre o ambiente e os comportamentos; da percepção ao transporte de impulsos e como os neurônios se acumulam e armazenam informações em nossos cérebros. Quando aprendemos que tudo o que "pensamos" e "sentimos" é formado por nosso cérebro e sistema nervoso, percebemos a importância de nossa percepção única e impacto de ambientes. Para entender a relação entre neurociência e arquitetura, podemos começar com nossas atividades básicas que usamos nossos cinco sentidos para perceber os ambientes. A percepção também envolve nossa navegação no espaço, e a neurociência explica como o ambiente físico afeta nossa cognição, capacidade de resolução de problemas e humor. (ABRAHÃO, 2019)

A compreensão desses princípios pode orientar os arquitetos para projetar um ambiente construído servindo melhor orientação espacial, reforçando as habilidades cognitivas e minimizando os efeitos negativos nas emoções e motivação. Neuro.arquitetura pode ser definida como um ambiente construído projetado com princípios da neurociência, que estabelece espaços que estimulam a memória, melhoram as habilidades cognitivas, evitam o estresse e / ou estimulam o cérebro. O campo de aplicação da neurociência à arquitetura é extenso, desde a educação até ambientes de trabalho e espaços de saúde. (GIACOMINI e BAPTISTELLI, 2020)

A discussão sobre distração e concentração nas escolas é um tema que envolve a neurociência. Os métodos utilizados na pesquisa são baseados em hipóteses, testando os parâmetros em diferentes escolas, vendo os efeitos da alteração dos parâmetros mantendo os demais valores estáveis. Como anteriormente, foi assumido que tendo grandes janelas distraindo a atenção das crianças, mais tarde, depois de comparar as notas dos alunos em escolas com propriedades semelhantes, diferindo no tamanho das janelas, a perspectiva mudou para uma vez que a natureza pode estimular as habilidades de aprendizagem.

---

---

Aplicar os insights da neurociência à arquitetura tem o potencial de fornecer edifícios e espaços que promovem o bem-estar de forma mensurável e criam ambientes mais saudáveis ou eficazes para atividades específicas. Existe, no entanto, o risco de que a neuroarquitetura se torne apenas mais uma palavra da moda, uma moda arquitetônica passageira ou um exercício de marketing, assim como 'eco', 'verde' e 'sustentável' se tornaram. (DA SILVA e MARCÍLIO, 2020)

Ao projetar espaços com base na neuroarquitetura, é necessário levar em consideração que cada usuário recebe e decodifica os estímulos do ambiente de forma única. Em outras palavras, não existem regras, apenas algumas coisas a serem consideradas. Uma dessas considerações aborda a necessidade do ser humano de pertencer. A necessidade de pertencer, segundo a definição do psicólogo americano Abraham Maslow, refere-se ao desejo de fazer parte de um grupo social. Essa teoria do pertencimento foi amplamente divulgada e adaptada na neuroarquitetura, que considera a necessidade humana de se sentir parte de um espaço físico. Por exemplo, é sabido que boas lembranças são decodificadas positivamente pelo cérebro. É por isso que investir em memórias visuais, auditivas ou olfativas pode ser muito importante na hora de projetar interiores nos quais os usuários se sintam pertencentes. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

A NeuroArquitetura tem um caráter interdisciplinar e, ao incorporar elementos da neurociência aplicada, estabelece ricas interfaces com outros campos do conhecimento que, originalmente, não tinham uma conexão ampla com a arquitetura tradicional e o urbanismo. Portanto, a NeuroArquitetura amplia o campo de pesquisa sobre a relação entre os ambientes construídos e seus usuários, melhorando a compreensão das diversas mensagens que o ambiente transmite, inclusive aquelas em níveis de percepção menos conscientes. (DA SILVA e MARCÍLIO, 2020)

Uma das grandes diferenças entre a NeuroArquitetura e a Psicologia Ambiental se deve às contribuições da neurociência, que permitem um entendimento mais completo do funcionamento do cérebro e das reações fisiológicas do organismo quando exposto a estímulos do meio ambiente. Nesse sentido, é possível afirmar que a NeuroArquitetura também abrange o campo da Psicologia Ambiental, mas vai além ao envolver estudos sobre o sistema nervoso, o sistema endócrino e o sistema imunológico, por exemplo. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

A NeuroArquitetura pode ser estudada em diferentes níveis, desde o molecular e celular até o nível de sistemas e comportamentos, buscando sempre compreender como o ambiente físico impacta os indivíduos. Alguns exemplos que ilustram os diferentes níveis

---

---

de mudanças que um organismo pode apresentar em resposta ao meio ambiente: liberação de substâncias químicas como hormônios ou neurotransmissores, expressão gênica, plasticidade cerebral ou alteração de estados mentais, percepções, emoções e comportamentos.

A neuroarquitetura pressupõe que o ambiente influencia diretamente os padrões mais primitivos de funcionamento do cérebro, que escapam à percepção consciente. A aplicação da NeuroArquitetura consiste em tentar criar ambientes que possam estimular ou inibir alguns desses determinados padrões, dependendo da finalidade do espaço em questão. Nesse sentido, os arquitetos que fazem uso da neurociência aplicada podem projetar com o propósito explícito de afetar os comportamentos humanos, mesmo aqueles que estão além da percepção e do controle consciente. (DA SILVA e MARCÍLIO, 2020)

A neurociência revela vários padrões de funcionamento do cérebro, mas as pessoas ainda são únicas por conta da influência da genética, da cultura e das experiências individuais. Por causa disso, o mesmo ambiente pode ter efeitos distintos em pessoas diferentes. Portanto, compreender o público-alvo que fará uso do ambiente projetado é fundamental para o sucesso da aplicação da NeuroArquitetura. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

O ambiente físico não é a única variável que afeta o funcionamento do cérebro e o comportamento. Características pessoais, ambiente social, hábitos e rotinas são exemplos de outras variáveis que também podem afetar a forma como os indivíduos reagem ao ambiente. Além disso, cada ambiente tem uma função particular e deve possuir características que estimulem comportamentos e atividades específicas, como criatividade, foco, aprendizagem e memorização, socialização, relaxamento, respeito e assim por diante. (NOGOSEK, 2019)

Do ponto de vista prático, a NeuroArquitetura pode e deve ser utilizada para tornar a ação humana mais efetiva e, acima de tudo, para criar espaços mais saudáveis no curto e no longo prazo. Assim, o princípio maior da NeuroArquitetura deve ser 'eficiência com qualidade de vida e bem-estar pessoal'. (GIACOMINI e BAPTISTELLI, 2020)

A duração e frequência da exposição dos indivíduos ao meio físico podem impactar nos efeitos que gera no organismo, percepção e comportamento. Em geral, quanto mais longa é a ocupação de um determinado espaço, mais duradouros tendem a ser seus efeitos. Por isso, ambientes de longo prazo requerem mais atenção de arquitetos e designers, visto que têm maior chance de gerar efeitos duradouros, como mudanças plásticas no cérebro. (NOGOSEK, 2019)

---

---

É fundamental levar em consideração princípios éticos ao projetar com neurociência aplicada, pois ambientes construídos podem influenciar seus usuários sem que eles percebam. Esses elementos éticos são de grande relevância em todas as áreas da neurociência aplicada. (GIACOMINI e BAPTISTELLI, 2020)

A aplicação da neurociência na arquitetura ou em qualquer outra área deve ser feita com cautela. O cérebro e seus mecanismos são extremamente complexos e as fronteiras do conhecimento nesse campo estão em constante avanço. Se arquitetos e designers não se mantiverem constantemente atualizados, usando fontes confiáveis de informação, eles podem ser levados a conclusões questionáveis. (NOGOSEK, 2019)

A NeuroArquitetura não consiste na criação de regras específicas que devam ser seguidas pelos arquitetos na hora de projetar. Consiste em um conjunto de conceitos envolvendo diferentes propriedades cerebrais que podem ser impactadas por certas características do ambiente. Cabe aos arquitetos e designers urbanos escolher o que, quando e como aplicá-los. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

As revelações no campo da neurociência, ciências sociais e ciências comportamentais estão tendo uma profunda influência no design do espaço de trabalho. Um estudo descobriu que, simplesmente mudando o tamanho das mesas no refeitório, os funcionários tinham 36% mais probabilidade de interagir com outras pessoas ao longo do dia, o que aumentava a colaboração e a produtividade. Há também um estudo que afirma que tetos altos favorecem a criatividade e os baixos favorecem a concentração e que ver árvores em nosso ambiente de trabalho prolonga nossas vidas. (DA SILVA e MARCÍLIO, 2020)

Ainda estamos longe de conceber projetos específicos guiados exclusivamente pelos cérebros dos futuros usuários do espaço, mas as pesquisas em neuroarquitetura descrevem padrões de comportamento comum quando nos deparamos com determinados estímulos. (GIACOMINI e BAPTISTELLI, 2020)

Temperatura: uma temperatura bem equilibrada é importante para criar ambientes confortáveis, visto que nosso cérebro é muito sensível às mudanças bruscas de temperatura que podem impedir o desempenho cognitivo e, a nível emocional, resultar em hostilidade. (DA SILVA e MARCÍLIO, 2020)

Iluminação: iluminação insuficiente pode alterar nossos ritmos circadianos, mas o nível e a temperatura da cor também afetam nosso humor e atividade. Enquanto uma luz branca intensa ativa nossos cérebros, a iluminação quente reduz o estresse. (GIACOMINI e BAPTISTELLI, 2020)

---

---



Plantas: estilos como design biofílico ou ecológico são baseados em evidências sobre o efeito benéfico que ambientes verdes e materiais naturais têm em nossa saúde. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

Cores: cada cor age em uma área diferente de nosso cérebro e afeta nosso humor. Graças à ciência, descobrimos que o rosa acalma nossos nervos e reduz a raiva, enquanto as cores quentes melhoram a produtividade e a concentração, tornando-as ideais para ambientes de trabalho. (GIACOMINI e BAPTISTELLI, 2020)

Aromas: o nosso sentido do olfato é frequentemente esquecido na arquitetura, mas o perfume certo pode realçar um espaço. Por exemplo, os aromas naturais estimulam o relaxamento. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

O uso de curvas: as bordas arredondadas nos ajudam a relaxar mais do que ângulos agudos.

A neuroarquitetura é, em última análise, outra ferramenta que pode nos ajudar a projetar cidades do futuro que irão melhorar a saúde e as relações sociais de seus habitantes. Levando em consideração que, de acordo com a ONU, dois terços da população mundial viverão em ambientes urbanos até 2050, a aplicação da neuroarquitetura ao planejamento urbano pode resultar em cidades feitas sob medida para seus cidadãos, incluindo elementos benéficos para a nossa mentes em seus projetos. (GIACOMINI e BAPTISTELLI, 2020)

## 2.3 ERGONOMIA NO TRABALHO E ARQUITETURA

A ergonomia visa melhorar os locais de trabalho e ambientes para minimizar o risco de lesões ou danos. Assim como as tecnologias mudam, também muda a necessidade de garantir que as ferramentas que acessamos para trabalhar, descansar e se divertir sejam projetadas para as necessidades do nosso corpo. A ergonomia pode ser definida aproximadamente como o estudo das pessoas em seu ambiente de trabalho. Mais especificamente, um ergonomista (pronuncia-se economista) projeta ou modifica o trabalho para caber no trabalhador, e não o contrário. O objetivo é eliminar o desconforto e o risco de lesões decorrentes do trabalho. (NOGOSEK, 2019)

Conhecer os padrões de funcionamento do cérebro e como o espaço afeta as funções cerebrais pode ajudar os arquitetos a projetar edifícios que melhoram o comportamento, desempenho e bem-estar do usuário. O ambiente construído tem um impacto direto no cérebro humano. Relações sociais, foco, cognição, criatividade, memória

---

---

e bem-estar podem ser influenciados pelo espaço físico circundante. Embora não seja possível criar o ambiente perfeito, o espaço pode ser utilizado de forma estratégica, dependendo da tarefa que os indivíduos devem realizar ali e dependendo das pessoas (idade, gênero, cultura) que farão uso do espaço. (PALLASMAA, 2013)

As escolas podem ser projetadas de forma a melhorar a cognição, o aprendizado e a memorização; prédios de hospitais podem ajudar a melhorar a recuperação; os espaços de trabalho podem melhorar o desempenho, a criatividade e a colaboração. Acima de tudo, todos os espaços de longa ocupação devem ser projetados de forma a melhorar o bem-estar. (ABRAHÃO, 2019)

A neurociência é uma área fortemente associada à medicina. No entanto, nas últimas décadas, novas tecnologias ajudaram a impulsionar a pesquisa neurocientífica. Devido às várias novas descobertas nesta área, a neurociência está sendo aplicada em diferentes campos, como economia, marketing e liderança. Na economia, a ideia de racionalidade no processo de tomada de decisão sempre foi defendida. No entanto, foi provado recentemente que a racionalidade não desempenha um papel tão importante como se acreditava. A tomada de decisão é muito mais influenciada por pensamentos impulsivos, instintivos e afetivos do que por lógica e racionalidade. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

No marketing isso também é muito explorado hoje em dia. Os profissionais da área procuram criar campanhas e anúncios publicitários que estimulem reações impulsivas, instintivas e afetivas em seus consumidores. A forma como os produtos são expostos e anunciados é pensada estrategicamente com o objetivo de fomentar compras impulsivas, potenciando vendas e lucros.

A lealdade do consumidor também pode ser estimulada pela aplicação da neurociência para criar a melhor abordagem de marketing. Dependendo da emoção gerada por alguns tipos de estímulos, pode surgir um forte vínculo entre cliente e marca. Na liderança, um líder que entende sua equipe pode ajustar sua forma de liderar para melhorar a confiança e o comportamento de aglomeração, potencializando o engajamento e o comprometimento da equipe. Como resultado, o número de profissionais de diferentes áreas que estão trabalhando com cientistas do cérebro está aumentando. Essa parceria permite que novas descobertas sejam feitas e aumenta a aplicação prática da neurociência em diversos campos. (NOGOSEK, 2019)

Como o tema da ergonomia moderna é a adaptação da totalidade do entorno material às necessidades e possibilidades do homem, ele mesmo reconhecido como um elemento do ecossistema da natureza, a ergonomia moderna deve envolver na prática, em

---

---



sua área de interesse todas as esferas da vida do homem. As principais características da ergonomia, ou seja, a sua humanocentricidade e natureza interdisciplinar são também características principais do amplo conhecimento da arquitetura. (DA SILVA e HOLANDA, 2021)

Para alcançar o design de melhores práticas, os ergonomistas usam os dados e técnicas de várias disciplinas:

- Antropometria: tamanhos, formas corporais; populações e variações
- Biomecânica: músculos, alavancas, forças, força
- Física ambiental: ruído, luz, calor, frio, radiação, sistemas de vibração do corpo: audição, visão, sensações
- Psicologia aplicada: habilidade, aprendizagem, erros, diferenças
- Psicologia social: grupos, comunicação, aprendizagem, comportamentos.

A arquitetura contemporânea tem se tornado mais uma “arte interdisciplinar da engenharia” do que uma “arte fina” e é uma forma de humanização da técnica e do ambiente de convivência urbanizada. A semelhança dos principais temores e objetivos daquelas atividades que caracterizam tanto a ergonomia quanto a arquitetura justifica a necessidade de incluir no círculo multidisciplinar dos ergonomistas também aqueles arquitetos que enquanto criam as "estruturas materiais da vida do homem" ainda muitas vezes tentam "criar puros arte "e esqueça o" homem da estatística ". Os resultados dos erros dos arquitetos são sentidos há décadas pela sociedade e pela natureza. (PALLASMAA, 2013)

O foco da ergonomia em relação ao design do trabalho é abordar a questão de adequar o trabalho ao trabalhador. Isso significa que outras coisas como espaço, matéria, parâmetros pedagógicos e o ambiente organizacional precisam ser ajustados ao trabalhador, para obter um desempenho ideal. Portanto, é importante que os trabalhos sejam projetados de forma que o ambiente do trabalhador seja ergonomicamente melhor. (NOGOSEK, 2019)

## 2.4 NEUROERGONOMIA

Neuroergonomia mescla neurociência e ergonomia para o estudo do cérebro e do comportamento em ambientes naturais e naturalistas. Junto com o rápido desenvolvimento de conceitos de neuroergonomia, tecnologias e dados relacionados, há uma necessidade urgente de desenvolver modelos computacionais de neuroergonomia que podem ajudar a

---

---

integrar e interpretar descobertas empíricas e fazer previsões para pesquisa científica e aplicação prática. (VILLAROUCO et al, 2020)

Neuroergonomia é uma ciência emergente que se define como o estudo do cérebro humano em relação ao desempenho no trabalho e em ambientes cotidianos. Pesquisas de neuroergonomia que empregam técnicas de imagem cerebral móveis e imóveis são discutidas nas seguintes áreas do trabalho físico e cognitivo: (1) parâmetros de trabalho físico; (2) fadiga física; (3) vigilância e fadiga mental; (4) sistemas de treinamento e neuroadaptativos; e (5) avaliação do trabalho físico e cognitivo concomitante. Por fim, discute-se a integração das medições do cérebro e do corpo na investigação da carga de trabalho e da fadiga, no contexto da imagem móvel do cérebro / corpo (“MoBI”). (KIM e NAM, 2020)

Os estudos neuroergonômicos dependem fortemente das técnicas de neuroimagem existentes para compreender as estruturas, mecanismos e funções cerebrais durante o trabalho. As técnicas de neuroimagem aplicáveis à neuroergonomia se enquadram em duas categorias gerais, aquelas que são indicadores diretos da atividade neuronal em resposta a estímulos, como eletroencefalografia (EEG) e potenciais relacionados a eventos (ERPs), e aquelas que fornecem indicadores metabólicos indiretos de atividade neuronal, como ressonância magnética funcional, tomografia por emissão de pósitrons (PET) e espectroscopia de infravermelho próximo funcional. EEG representa a atividade elétrica pós-sináptica somada de neurônios disparando em resposta a estímulos motores / cognitivos registrados no couro cabeludo e, portanto, oferece excelente resolução temporal de alterações cerebrais eletromagnéticas, da ordem de milissegundos.

Visto que a neuroergonomia se distingue da neurociência tradicional por avaliar as funções cerebrais em resposta ao trabalho, é importante que os métodos neuroergonômicos forneçam a flexibilidade para avaliar a função cerebral em ambientes de trabalho naturalistas. Algumas técnicas de neuroimagem são mais bem projetadas e adaptadas para avaliar as funções cerebrais em ambientes de trabalho móveis do que outras. (VASQUEZ et al, 2016)

Os prós e contras dos métodos neuroergonômicos são discutidos em referência a três critérios: (1) resolução temporal, (2) resolução espacial e (3) grau de imobilidade. Além disso, lista esses métodos e suas principais características, como portabilidade, custo, juntamente com resolução espacial e temporal. Nesta seção, fornecemos uma breve revisão dos vários métodos que têm sido usados em avaliações neuroergonômicas do

---

---

trabalho humano, enfatizando medidas de função cerebral e aplicabilidade em ambientes experimentais / de campo móveis. (VILLAROUÇO et al, 2020)

A arquitetura tem vários efeitos nas pessoas. Estudos têm sido realizados em aspectos arquitetônicos mais abertos à objetificação, como aqueles relacionados à estrutura, construção e instalações de edifícios. Existe um amplo histórico com padrões e normas, que dá suporte a esses aspectos. No entanto, esses não são os únicos fatores envolvidos. O ambiente também tem efeitos sobre os humanos no nível cognitivo (entendido como o processamento e avaliação da informação percebida) e no nível emocional (entendido como as reações adaptativas à informação percebida), os quais operam por meio de sistemas intimamente relacionados. (KIM e NAM, 2020)

Por exemplo, descobriu-se que o ruído e a falta de vegetação podem gerar estresse, e o estresse associado ao ambiente construído pode até afetar negativamente a expectativa de vida. Estudos em espaços específicos mostraram uma variedade de impactos cognitivo-emocionais, como pior recuperação de pacientes em quartos de hospital que carecem de vistas externas relaxantes da vegetação. Assim, a arquitetura tem repercussões cognitivo-emocionais. (VILLAROUÇO et al, 2020)

A neurociência estuda o sistema nervoso em diferentes áreas, algumas das quais são promissoras neste aspecto. Em um nível geral, a aplicação da neurociência à arquitetura é frequentemente denominada “neuroarquitetura”. Embora a influência bidirecional do espaço humano e seu impacto na atividade neural não sejam novos, o registro moderno da atividade neural dos sujeitos experimentais durante a exposição a situações físicas e ambientais simuladas fornece uma estrutura para projetos e estudos futuros. (KIM e NAM, 2020)

Por exemplo, a neuroarquitetura tem permitido aos pesquisadores estudar em profundidade algumas variáveis de projeto, que reduzem o estresse, mencionado anteriormente, em espaços hospitalares. Nesse sentido, os efeitos cognitivo-emocionais da arquitetura têm sido abordados por meio de diferentes abordagens e, mais recentemente, por meio da neurociência. Esta nova e complexa natureza transdisciplinar da neuroarquitetura torna importante revisar seu progresso. (VILLAROUÇO et al, 2020)

No entanto, embora as revisões tenham sido realizadas sobre a aplicação da neurociência a outras artes, como a dança à estética e à estética arquitetônica, e mais recentemente para compilar descobertas sobre os efeitos da arquitetura, conforme medido por registros neurofisiológicos, os autores não encontraram nenhum estudo anterior que revise a aplicação da neurociência à arquitetura (às vezes referida como "espaço construído") para

---

---

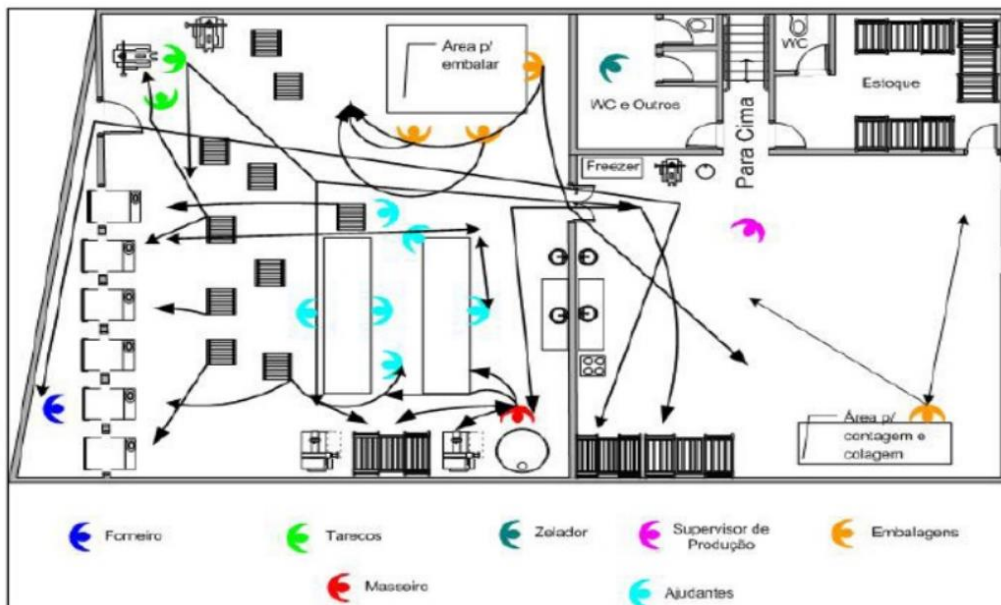
estudar sua dimensão cognitivo-emocional de uma forma holística e contextualizada (para o qual é necessário incorporar suas abordagens precursoras, de forma complementar à visão de alguns autores a esse respeito). (KIM e NAM, 2020)

### 3. METODOLOGIA

A pandemia destacou a necessidade de aplicar a neurociência à arquitetura para construir casas que sejam mais amigáveis para seus habitantes. Acredita-se que aspectos como: A forma do layout do espaço; Iluminação interior; A altura dos tetos; Cores da parede; e contato com a natureza, pode afetar positivamente o ambiente planejado. A metodologia deste trabalho consiste em 3 etapas.

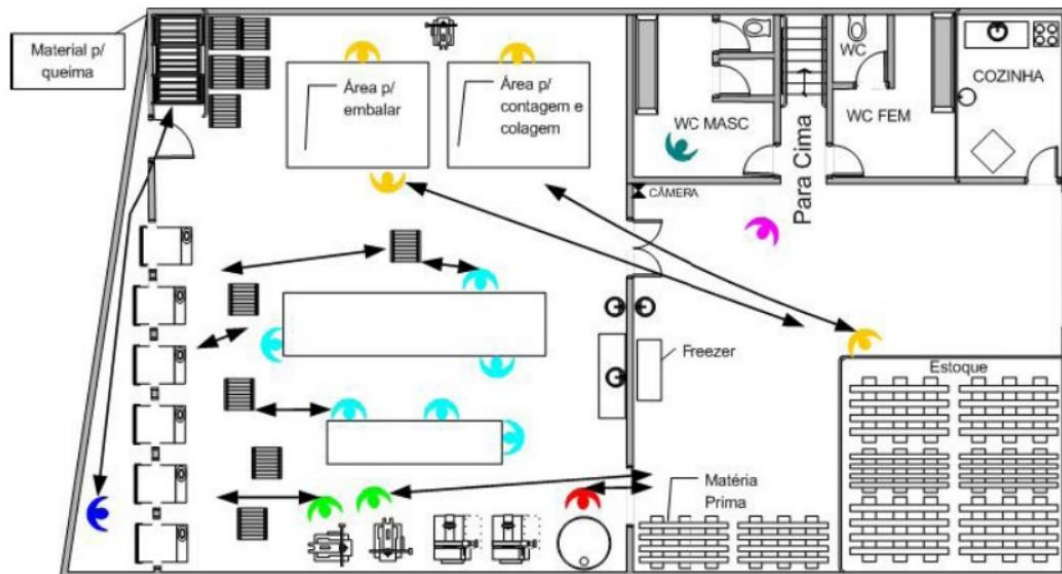
A primeira etapa é a pesquisa bibliográfica que parte de uma análise geral utilizando os bancos de dados especializados como o: Biblioteca Virtual Getty Publications, Scielo, Google Acadêmico, RIBApix e a Biblioteca de Imagens da Architectural Association, sendo base para argumentação das análises referentes a aplicações de neuroarquitetura. Após a Pesquisa bibliográfica, foi feita análises dos estudos de casos, propostas, projetos e modelos e diretrizes de aplicação da neuroarquitetura – conforto.

**Figura 1:** Espaço sem planejamento



Fonte: Alves, Aquino e Silva (2013, p. 26-28)

Figura 2: Espaço com planejamento



Fonte: Alves, Aquino e Silva (2013, p. 26-28)

#### 4. ESTUDO DE CASO / RESUMO DAS APLICACOES DA NEUROARQUITETURA

Compreender e conhecer a neurociência e suas aplicações sub-ramos, bem como suas interconexões tem um efeito significativo no desenvolvimento da ciência. A aplicação simultânea de neurologia, psicologia e arquitetura ganham uma nova tendência denominada “neuroarquitetura” ou “arquitetura nervosa básica”. No mundo em constante evolução e divergência da tecnologia, ciência e design, a neuroarquitetura pode parecer longe de se tornar uma palavra da moda no setor, mas é uma área à qual vale a pena dar atenção. Ele se concentra na aplicação de teorias científicas da neurociência ao mundo do design. (EZZAT; KAMEL e KHODEIR, 2021)

Através de perspectivas biológicas, este campo crescente ajuda a compreender melhor como os espaços são percebidos e vivenciados por um ser humano. Seu estudo, com muitos apoios científicos, visa criar um impacto positivo na experiência do usuário. A neuroarquitetura provou com sucesso que o projeto de edifícios ou cidades afeta o cérebro e o comportamento dos humanos de uma maneira muito mais profunda do que anteriormente imaginado pela psicologia arquitetônica. O ambiente construído tem o poder de gerar várias emoções que levam a mudanças em nossos estados mentais, também impacta a criatividade, como nos sentimos. (SAMARŽIJA, 2018)

O estudo avançado e a pesquisa em neuroarquitetura são capazes de criar métodos para projetar espaços eficientes para a saúde e a felicidade humana. Mente e arquitetura estiveram em um relacionamento e foram de grande interesse para designers ao longo da

história. Um exemplo que vai além do mundo do design está na história de Jonas Salk, que criou a vacina contra a poliomielite. Ele estava lutando para encontrar a cura para a poliomielite em seu laboratório em Pittsburgh, PA. O ambiente do laboratório talvez não oferecesse espaço suficiente para respirar seu cérebro. Ele acabou se refugiando na Basílica de San Francesco d'Assisi, um mosteiro localizado na Itália. Após a descoberta da vacina, ele creditou o projeto e os arredores do mosteiro por sua contribuição. No entanto, o estudo científico do impacto dos espaços construídos no cérebro humano é comparativamente novo. (OSHINSKY, 2005)

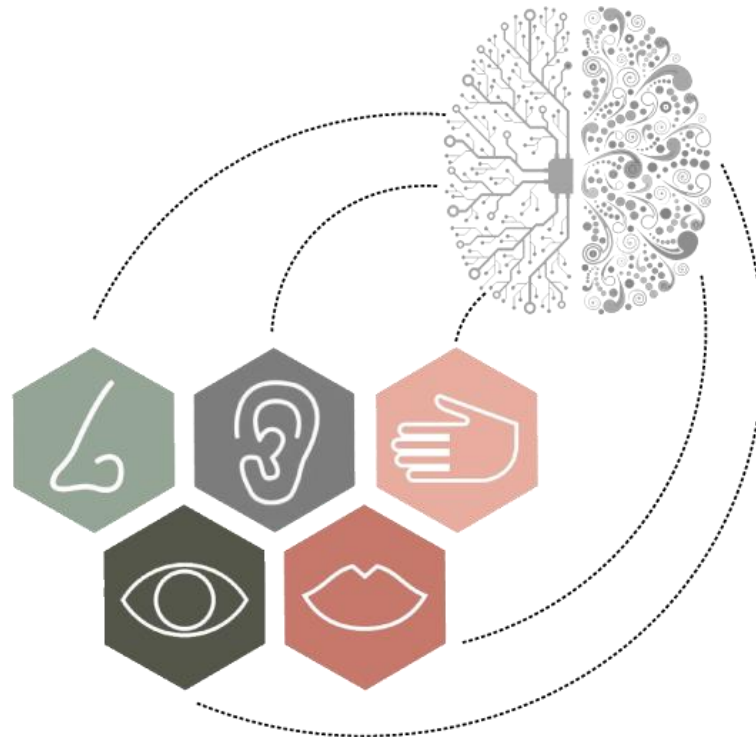
O que encontramos em nossos ambientes acaba afetando nossos comportamentos. A percepção estimula o cérebro com todas as imagens armazenadas em nossas memórias. Os arquitetos estão cientes de como os ambientes construídos afetam nossos comportamentos e sentidos e levam essa relação de causa e efeito em consideração quando estão projetando.

Arquitetura e neurociência eram duas disciplinas distintas até que se descobriu que o cérebro era continuamente remodelado pelos ambientes em que vivemos. A colaboração encontra uma plataforma em ambientes de saúde, estudo e trabalho. Concentrando-se em ambientes de cura, um ambiente construído bem projetado com princípios da neurociência, reduz a permanência do paciente e até desempenha um papel no tratamento, como recuperar memórias antigas ou estímulos cerebrais.

Quando o espaço é avaliado para ser definido como “lugar” e quando ganha significado adicional para os usuários, o termo entra no campo de pesquisa da neurociência cognitiva. Os neurônios locais dependem de um forte senso de orientação dentro do ambiente, e diferentes ambientes estão associados a diferentes padrões de atividade neural. Como nosso senso de “lugar” pode ser definido pela atividade desses neurônios, compreender os fatores que os influenciam pode ajudar a elucidar como somos impactados pelos elementos do projeto arquitetônico.



Figura 3: Conexão cérebro e ambiente



Fonte: TEK Desginer.

A neuroarquitetura tem o potencial de conectar pontos sobre o que é importante para o corpo humano para uma experiência positiva. Com a ajuda de pesquisas, ferramentas e tecnologia mais profundas, podemos alcançar uma compreensão científica maior do relacionamento. Por exemplo, espaços que ajudam a maximizar a capacidade de aprendizagem de crianças do ensino fundamental, aumentam a produtividade no trabalho, promovem a cura de pacientes em um hospital ou o ambiente que atende às necessidades de pessoas autistas. Com a percepção cada vez maior sobre a neuroarquitetura, nos próximos anos, as decisões e estratégias de design estariam focadas no ângulo científico.

## 4.1 ASPECTO TECNOLÓGICO

A tecnologia se torna uma parte vital do desenvolvimento das práticas de neuroarquitetura. Sabe-se como a tecnologia de ponta nos levou a grandes alturas; seja um rastreamento de dados e monitoramento de atividades humanas ou estudo de acústica. Dispositivos vestíveis podem se conectar aos nossos telefones e fornecer informações sobre nossos corpos de uma forma não invasiva. (EZZAT; KAMEL e KHODEIR, 2021)

A ciência pode dar uma olhada na atividade cerebral, frequência cardíaca, etc. em tempo real, enquanto os assuntos interagem com ambientes construídos. Todos esses dados juntos mostram os níveis de estresse de uma pessoa, o estado mental. Com o aprendizado de máquina e a inteligência artificial, esses dados podem realmente se transformar em informações úteis. Considerada futurista há alguns anos, a tecnologia de realidade virtual está ganhando impulso. Seu uso em arquitetura fornece aos pesquisadores uma ferramenta para testar como os usuários reagem a espaços, cores e formas. (EZZAT; KAMEL e KHODEIR, 2021)

## 4.2 OS ESPAÇOS

Enquanto a neuroarquitetura poderia ser baseada na ciência e em suas descobertas; também é importante aproveitar o potencial aplicando as teorias em projetos do mundo real. Para dar um exemplo, a maioria dos designs de salas são retangulares, mas pesquisas usando realidade virtual relataram que as pessoas se sentem melhor com espaços curvos mais do que bordas retas. Esta interpretação é uma prática evidente no campo da neuroarquitetura, para criar espaços mais adequados ao mundo moderno e que atendam às necessidades com um melhor entendimento. (EZZAT; KAMEL e KHODEIR, 2021)

Não apenas espaços internos, mas também externos estão ganhando importância no estudo neuro-arquitetônico, já que a natureza desempenha um papel vital no funcionamento do cérebro. A natureza desempenha seu papel, dando ao cérebro humano a capacidade de se desconectar e recarregar. A desconexão leva ainda mais a pensar sobre o córtex auditivo, onde o cérebro lida com a interpretação das vibrações sonoras. O cérebro humano ativa essa área ao ouvir a música, o que ajuda a gerar a quantidade extra de dopamina, hormônio que permite melhorar a concentração no trabalho. (SAMARŽIJA, 2018)

## 4.3 DESIGN DO FUTURO

Com um ritmo de expansão, a neuroarquitetura está gerando mais práticas baseadas em evidências e, portanto, está se tornando robusta. Este sistema ajudará a atingir o objetivo original, ou seja, desenvolver a qualidade dos espaços para o bem-estar humano. Projetos futuros podem não precisar mais de configurações simuladas ou usar dados históricos. Imagine um ambiente de design que implemente feedback do usuário no espaço

---

---



em tempo real e maximize a experiência do usuário, bem como os benefícios. Em questão de anos, reconheceremos o potencial da neuroarquitetura e sua coalescência interdisciplinar. Por enquanto, precisamos apenas abraçar o fato de que, além da arquitetura e do design, a felicidade humana permanece à frente de todos os nossos desejos. (EZZAT; KAMEL e KHODEIR, 2021)

Figura 4: Projeto Corporativo baseado em neuroarquitetura.



Fonte: EngArq (2021)

O ambiente físico não é a única variável que afeta o funcionamento do cérebro e o comportamento. Características pessoais, ambiente social, hábitos e rotinas são exemplos de outras variáveis que também podem afetar a forma como os indivíduos reagem ao ambiente. Além disso, cada ambiente tem uma função particular e deve possuir características que estimulem comportamentos e atividades específicas, como criatividade, foco, aprendizagem e memorização, socialização, relaxamento, respeito e assim por diante.

Do ponto de vista prático, a NeuroArquitetura pode e deve ser utilizada para tornar a ação humana mais efetiva e, acima de tudo, para criar espaços mais saudáveis no curto e no longo prazo. Assim, o princípio maior da NeuroArquitetura deve ser 'eficiência com qualidade de vida e bem-estar pessoal'. (IGONIN e TIUMENTSEV, 2019)

A duração e frequência da exposição dos indivíduos ao meio físico podem impactar nos efeitos que gera no organismo, percepção e comportamento. Em geral, quanto mais longa é a ocupação de um determinado espaço, mais duradouros tendem a ser seus efeitos. Por isso, ambientes de longo prazo requerem mais atenção de arquitetos e

designers, visto que têm maior chance de gerar efeitos duradouros, como mudanças plásticas no cérebro. (MALEKI e BAYZIDI, 2017)

É fundamental levar em consideração princípios éticos ao projetar com neurociência aplicada, pois ambientes construídos podem influenciar seus usuários sem que eles percebam. Esses elementos éticos são de grande relevância em todas as áreas da neurociência aplicada. (IGONIN e TIUMENTSEV, 2019)

A aplicação da neurociência na arquitetura ou em qualquer outra área deve ser feita com cautela. O cérebro e seus mecanismos são extremamente complexos e as fronteiras do conhecimento nesse campo estão em constante avanço. Se arquitetos e designers não se mantiverem constantemente atualizados, usando fontes confiáveis de informação, eles podem ser levados a conclusões questionáveis. (MALEKI e BAYZIDI, 2017)

A NeuroArquitetura não consiste na criação de regras específicas que devam ser seguidas pelos arquitetos na hora de projetar. Consiste em um conjunto de conceitos envolvendo diferentes propriedades cerebrais que podem ser impactadas por certas características do ambiente. Cabe aos arquitetos e designers urbanos escolher o que, quando e como aplicá-los. (SAMARŽIJA, 2018)

## **5. RESULTADOS – DIRETRIZES PARA SE PROJETAR USANDO A NEUROARQUITETURA**

A NeuroArquitetura pode ser estudada em diferentes níveis, desde o molecular e celular até o nível de sistemas e comportamentos, buscando sempre compreender como o ambiente físico impacta os indivíduos. Alguns exemplos que ilustram os diferentes níveis de mudanças que um organismo pode apresentar em resposta ao meio ambiente: liberação de substâncias químicas como hormônios ou neurotransmissores, expressão gênica, plasticidade cerebral ou alteração de estados mentais, percepções, emoções e comportamentos.

A neuroarquitetura pressupõe que o ambiente influencia diretamente os padrões mais primitivos de funcionamento do cérebro, que escapam à percepção consciente. A aplicação da NeuroArquitetura consiste em tentar criar ambientes que possam estimular ou inibir alguns desses determinados padrões, dependendo da finalidade do espaço em questão. Nesse sentido, os arquitetos que fazem uso da neurociência aplicada podem projetar com o propósito explícito de afetar os comportamentos humanos, mesmo aqueles que estão além da percepção e do controle consciente.

---

---

São motivos para aplicar a neuroarquitetura:

- Melhoria no desempenho dos colaboradores;
- Motivação;
- Saúde dos funcionários;
- Integração e colaboração.

A neurociência revela vários padrões de funcionamento do cérebro, mas as pessoas ainda são únicas por conta da influência da genética, da cultura e das experiências individuais. Por causa disso, o mesmo ambiente pode ter efeitos distintos em pessoas diferentes. Portanto, compreender o público-alvo que fará uso do ambiente projetado é fundamental para o sucesso da aplicação da NeuroArquitetura.

- Iluminação natural

O corpo e o cérebro humanos precisam da luz solar por vários motivos, incluindo a liberação de melatonina e a produção de vitamina D. Além disso, a luz solar pode melhorar nosso humor. Quando um trabalhador não tem acesso à luz natural, é provável que desenvolva problemas no futuro, como transtornos de ansiedade e depressão.

Figura 5: Representação de luz natural em um ambiente.



Fonte: EngArq (2021)

- Iluminação artificial

A iluminação artificial no ambiente empresarial exige cuidados, como a temperatura da luz que será utilizada em cada ambiente. Isso ocorre porque as lâmpadas frias colocam

---



as pessoas em alerta máximo. As lâmpadas quentes, por outro lado, proporcionam uma sensação de tranquilidade. Independentemente da escolha, essas duas formas de iluminação criam sensações sem importância quando usadas em excesso. Nesse caso, a solução é utilizar painéis de luz que tenham uma iluminação uniforme e permitam a troca de suas faces.

Figura 6: Representação de luz artificial em um ambiente.



Fonte: EngArq (2021)

- Acústica

O nível de ruído em um ambiente influencia diretamente no humor dos funcionários. Em escritórios, a classificação apropriada é entre 60 e 65 db. Quando esse nível é ultrapassado, afeta a produtividade do trabalhador, aumentando o risco de falhas e erros.

O ruído incômodo não apenas interfere na inteligibilidade da conversa e da fala, mas também tem efeitos negativos na saúde humana. Esses efeitos são considerados auditivos, associados à perda auditiva temporária ou permanente, ou extra-auditivos, associados a danos físicos e mentais. Estes, devido a reações fisiológicas ligadas à exposição, podem estar ligados a:

- ✓ Doenças cardiovasculares;
- ✓ Efeitos psicossociais generalizados;
- ✓ Desempenho e atenção reduzidos;
- ✓ Além de um comportamento mais agressivo;



Figura 7: Acústica em ambiente corporativo.



Fonte: EngArq (2021)

- Cheiro

Nesse ponto, é melhor deixar o meio ambiente o mais neutro possível. Usar aromáticos pode parecer uma boa ideia, no entanto, deve-se lembrar que cada ser humano tem um olfato diferente. Ou seja, o que pode ser agradável para uma pessoa pode não ser para outra.

Figura 8: Arquitetura multissensorial



Fonte: Engenharia Brasil (2021)

- Interações

Estudos também mostraram que os espaços interativos influenciam diretamente no comportamento dos trabalhadores, que se sentem mais relaxados, além de terem uma visão diferenciada da empresa. Isso, por sua vez, aumenta o nível de engajamento e criatividade. É importante ressaltar que tal movimento também contribui para a melhora da qualidade de vida, uma vez que mudanças na posição do corpo promovem a oxigenação do cérebro e dos músculos.

Tem havido uma carência de interesses, conforto e elemento surpresa no ambiente de escritório. Alguns estudos provaram que trabalhar em casa pode aumentar a motivação, aliviar o estresse e aumentar o conforto do funcionário. Portanto, o estudo propõe uma comparação completa dos aspectos físicos e sociais entre a casa e o escritório para identificar e desenvolver um novo design de ambiente de escritório.

Figura 9: Ambiente interativo



Fonte: Engenharia Brasil (2021)

## 6. CONCLUSOES

Como visto, algumas vezes o espaço não é pensado para melhorar a vida das pessoas (que o utilizam), mas para atender a diferentes critérios funcionais de segurança,

---



resistência dos materiais, limpeza, manutenção, etc. Alguns dos efeitos colaterais dos bloqueios causados pela pandemia foram reveladores. Por exemplo, as quarentenas aumentaram a conscientização sobre a importância do ambiente de vida no humor. Fato que não se limita apenas ao domicílio, mas também aos espaços contíguos ao imóvel.

Por isso, como em muitos outros campos, a neurociência se tornou uma aliada da arquitetura. Na teoria, foi visto que a Neuroarquitetura é a aplicação da neurociência à arquitetura. Esta disciplina permite estudar o estado cognitivo-emocional dos utilizadores de espaços arquitetônicos e, portanto, o efeito que as diferentes variáveis de design têm, de forma mais objetiva e exaustiva.

Por isso, como em muitos outros campos, a neurociência se tornou uma aliada da arquitetura. “Neuroarquitetura é a aplicação da neurociência à arquitetura. Esta disciplina permite estudar o estado cognitivo-emocional dos utilizadores de espaços arquitetônicos e, portanto, o efeito que as diferentes variáveis de design têm, de forma mais objetiva e exaustiva”, acrescenta. Algo que assume especial importância quando 90% da vida de uma pessoa passa em espaços criados por e para seres humanos.

Abordar a resposta humana aos ambientes criados para o indivíduo é o objetivo essencial da fusão entre tecnologia e ciência. Uma relação que se baseia no fato de que o elemento artificial tem um impacto significativo na mente e em todo o sistema psicoemocional. “A neurociência analisa o funcionamento e o comportamento do cérebro humano e a arquitetura cria espaços para o ser humano, essa é a conexão. Daí a neuroarquitetura que explora a relação entre neurociência, projeto arquitetônico e outras estruturas feitas pelo homem.

## 7 REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Sabrina Sabrina. Neuroarquitetura. **TCC Arquitetura e Urbanismo**, p. 9-9, 2019.

DA SILVA, Marcia Alves Soares; MARCÍLIO, Bruna Maria Siquinelli. ESPAÇOS E EMOÇÕES: REFLEXÕES SOBRE A EXPERIÊNCIA DO ISOLAMENTO SOCIAL NA PANDEMIA DA COVID-19. **Ensaio de Geografia**, v. 5, n. 10, p. 68-74, 2020.

DA SILVA, Natacha Maia; HOLANDA, Mara Rúbia Araújo. ARQUITETURA E QUALIDADE DE VIDA NO AMBIENTE DE TRABALHO: ESTUDO PRELIMINAR DE UM COWORKING

---

---

EM MACEIÓ. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-ALAGOAS**, v. 6, n. 3, p. 157-157, 2021.

DE RAMOS GIACOMINI, Queila; BAPTISTELLI, Andressa. **NEUROARQUITETURA: COMO OS AMBIENTES INTERFEREM NAS NOSSAS EMOÇÕES E COMPORTAMENTOS. Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, p. e25362-e25362, 2020.

KIM, Nayoung; NAM, Chang S. Adaptive Control of Thought-Rational (ACT-R): Applying a Cognitive Architecture to Neuroergonomics. In: **Neuroergonomics**. Springer, Cham, 2020. p. 105-114.

NOGOSEK, Luiz Gustavo. Reestruturação e Unificação dos ambientes de trabalho. **TCC Arquitetura e Urbanismo**, p. 8-8, 2019.

PALLASMAA, Juhani. **A imagem corporificada: imaginação e imaginário na arquitetura**. Bookman Editora, 2013.

VASQUEZ, Melissa Marin et al. NEUROCIÊNCIA E CIÊNCIAS SOCIAIS: UMA REVISÃO DOS CONCEITOS DO NEUROMARKETING, DA NEUROERGONOMIA E DO NEURODESIGN. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 9, p. 5283-5292, 2016.

VILLAROUCO, Vilma et al. NEUROERGONOMIA, NEUROARQUITETURA E AMBIENTE CONSTRUÍDO–TENDENCIA FUTURA OU PRESENTE?. **Ergodesign & HCI**, v. 8, n. 2, p. 92-112, 2020.

OSHINSKY, David M. **Polio: uma história americana** . Oxford University Press, 2005.

IGONIN, D. M.; TIUMENTSEV, Yu V. Comparative Efficiency Analysis for Various Neuroarchitectures for Semantic Segmentation of Images in Remote Sensing Applications. **Optical Memory and Neural Networks**, v. 28, n. 4, p. 306-320, 2019.

MALEKI, Mohammad Reza; BAYZIDI, Qader. Application of Neuroscience on Architecture: The emergence of new trend of Neuroarchitecture. **Kurdistan Journal of Applied Research**, v. 2, n. 3, p. 383-396, 2017.

---

---



EZZAT AHMED, Dina; KAMEL, Shaimaa; KHODEIR, Laila. Exploring the contribution of Neuroarchitecture in learning environments design “A review”. **International Journal of Architectural Engineering and Urban Research**, v. 4, n. 1, p. 102-119, 2021.

SAMARŽIJA, Hana. Epistemological implications of neuroarchitecture. **SAJ-Serbian Architectural Journal**, v. 10, n. 2, p. 143-156, 2018.