



## O Impacto dos Métodos Construtivos nas Adaptações de Espaços de Assistência à Saúde Durante a Pandemia

### *The Impact of Construction Methods on the Adaptation of Healthcare Spaces During the Pandemic*

RUGOLO, Stéfannie Nogueira<sup>1</sup>; BARBOSA, Eliane Silva<sup>2</sup>.

stefannierugolo@gmail.com<sup>1</sup>; eliane.barbosa@fau.ufrj.br<sup>2</sup>

Planejamento, Controle e Gestão de Obras Civas, Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão, UFRJ

#### Informações do Artigo

Palavras-chave:

*Espaço de assistência à saúde*

*Métodos Construtivos*

*Adaptação dos espaços*

Key word:

*Healthcare Space*

*Construction Methods*

*Space Adaptation*

#### Resumo:

*O cenário atual do Mundo, devido a pandemia do COVID-19, fez com que fossem necessárias adaptações no sistema arquitetônico, principalmente nos Espaços de Assistência à Saúde, que foram os ambientes mais impactados e solicitados nesse período. Por meio da arquitetura emergencial, foi possível expandir e adaptar os novos espaços de tratamento para a doença, utilizando métodos construtivos já existentes. Este artigo tem como objetivo apresentar o impacto dos métodos nas adaptações de Espaços de Assistência à Saúde durante a pandemia e como eles foram importantes na adequação dos espaços. Utilizando pesquisas bibliográficas sobre o tema e exemplos de casos positivos, foi possível comparar os diferentes tipos de métodos construtivos, que alinhados com conforto, tornam os ambientes mais humanizados e seguros para os usuários. Dessa forma, foi elaborado um quadro comparativo com a finalidade de apresentar as vantagens e as desvantagens de cada método, mostrando sua aplicação e o quanto são favoráveis a cada tipo de conforto.*

#### Abstract

*The current global scenario, due to the COVID-19 pandemic, necessitated adaptations in the architectural system, especially in Healthcare Spaces, which were the most impacted and demanded environments during this period. Through emergency architecture, it was possible to expand and adapt new treatment spaces for the disease using existing construction methods. This article aims to present the impact of these methods on the adaptation of Healthcare Spaces during the pandemic and how they were important in adjusting the spaces. Using bibliographic research on the topic and examples of positive cases, it was possible to compare the different types of construction methods, which, aligned with comfort, make the environments more humanized and safer for users. Thus, a comparative table was developed to present the advantages and disadvantages of each method, showing their application and how favorable they are to each type of comfort.*

## 1. Introdução

Desde março do ano de 2020, o Mundo encontra-se em desenvolvimento para combater a pandemia da SARS-CoV-2 (COVID-19). Com um cenário de um vírus altamente transmissível, os espaços de assistência à saúde assumiram um papel de destaque e importância para ajudar no tratamento da doença em questão. A arquitetura, como forma de combater o vírus, buscou formas de se adaptar de forma rápida e segura para pacientes, equipe de saúde e colaboradores.

Nas décadas passadas, os espaços de saúde eram locais que abrigavam os doentes e não possuíam diretrizes projetuais no que se refere a conforto e humanização. Ao longo dos anos, muitas normas e diretrizes foram surgindo, até se tornarem obrigatórias algumas regras para atendimento de pacientes, como estratégias de conforto térmico, visual, acústico e ergonômico.

Com a chegada da pandemia e a necessidade de adaptações, os espaços de saúde se transformaram para atender mais do que sua demanda original. Muitas unidades viram a oportunidade de expandir através de métodos construtivos de pronta execução, cujo objetivo é construir ambientes com um prazo reduzido quando comparado ao convencional. Já outras unidades optaram em adaptar espaços existentes, como áreas de estacionamentos em salas de espera, para expandir o atendimento e conseguir atender a nova demanda com segurança no atendimento.

O presente artigo busca analisar métodos construtivos implantados na reforma e adaptação dos espaços de saúde durante a pandemia e contribuir com soluções projetuais que possam ser replicadas em um momento em que a arquitetura emergencial se faz necessária.

## 2. Breve histórico dos espaços de saúde

Inicialmente, hospitais eram locais destinados a pessoas com doenças incuráveis, que buscavam um local com o mínimo de dignidade para aguardar o óbito. Estes espaços se destinavam a minimizar os riscos sociais e

epidemiológicos, separando e excluindo os doentes da sociedade.

*A arquitetura hospitalar é um instrumento de cura do mesmo estatuto que um regime alimentar, uma sangria ou um gesto médico. O espaço hospitalar é medicalizado em sua função e em seus efeitos. Esta é a primeira característica da transformação do hospital no final do século XVIII [1]*

Com o passar dos anos, foram criadas diretrizes projetuais e normas para elaboração de novos projetos e reformas, principalmente com o aparecimento de novas enfermidades e epidemias no Mundo. Os espaços de assistência à saúde passaram a inserir técnicas e recomendações de isolamento para um controle mais eficaz das doenças infectocontagiosas.

A pandemia da COVID-19 destacou a importância do papel do arquiteto e do engenheiro na saúde pública e mostrou diversas formas de como profissionais podem proporcionar ideias de prevenção ou readaptação do espaço existente e até verificar no que a pandemia pode afetar o espaço construído [2]. O novo Coronavírus demonstrou uma rápida disseminação, com alta taxa de transmissão, causando danos severos em diversos países. Os espaços de saúde precisaram de adaptações e ainda outros programas da arquitetura e do urbanismo se viram obrigados a promover a saúde para todos os usuários.

## 3. O vírus e a transmissão no espaço físico

A característica mais importante da COVID-19 é sua fácil transmissão através do ar e por isso qualquer objeto manipulado em áreas que possuam portadores do vírus é considerado contaminado, com potencial de disseminação [3]. Conforme a Nota Técnica n. 7/2020 da ANVISA:

*[...] a via de transmissão pessoa a pessoa do SARS-CoV-2 ocorre por meio de gotículas respiratórias (expedidas durante a fala, tosse ou espirro) e também pelo contato direto com pessoas infectadas ou indireto por meio das mãos, objetos ou superfícies contaminadas, de forma semelhante com que outros patógenos*

*respiratórios se disseminam. Além disso, tem-se estudado a possibilidade de transmissão do vírus por meio de aerossóis (partículas menores e mais leves que as gotículas) [4].*

Juntamente a essas características, devemos considerar a alta mortalidade que varia de 0,6 e 3,5% dos infectados, além do alto índice de hospitalizações e internações acompanhados de terapia intensiva e possíveis sequelas.

Uma exigência, no atual momento de disseminação da COVID-19, para todos os espaços construídos, é a necessidade de movimentação contínua do ar, seja de forma natural ou até artificial, evitando a permanência de gotículas contaminadas em suspensão [3].

Essa exigência é ainda mais importante nos espaços de saúde, sendo necessário prever uma ventilação cruzada natural em todos os ambientes, ou caso necessário, sua indução por via mecânica. Ao considerar a ventilação cruzada é importante destacar o fluxo de ar da área contaminada para a área externa e, na medida do possível, o controle de acesso a área externa de recebimento do fluxo de ar contaminado.

É indicado ar-condicionado com filtragem absoluta, isto é, utilizando filtros HEPA (*High Efficiency Particulate Air*), para os ambientes com pessoas infectadas. Os demais tipos de condicionamento são recomendados apenas atendendo-se a exaustão de 100% e velocidade estabelecida por normas para ambientes fechados [5].

A ventilação de forma natural é de extrema importância para circulação do ar nos ambientes, principalmente para evitar a contaminação do vírus da COVID-19. Por isso, diversos espaços de saúde optaram por utilizar espaços livres da edificação para instalação de áreas de espera para atendimento dos usuários, evitando assim a aglomeração em espaços confinados e garantindo uma circulação de ar melhor em um local onde há possíveis transmissores da doença.

#### 4. Metodologia da pesquisa

Este artigo propõe analisar alguns dos métodos construtivos que foram utilizados no Mundo para o combate da COVID-19, alinhados ao conforto ambiental e humanização dos espaços de saúde para atendimento dos usuários. O trabalho se baseia em referências bibliográficas, com pesquisas em artigos científicos recentes referentes ao tema, com recorte nos anos de 2020 e 2021, sites de notícias, revistas e livros com o tema abordado.

Foram separados ao todo seis métodos construtivos para serem estudados, alinhando-os ao conforto ambiental dos usuários. A pesquisa se baseia em exemplos de com resposta positiva e com o objetivo de mostrar a implantação do método na prática. Ao final, foi elaborado um quadro síntese comparativo entre os métodos apresentados e mostrando as vantagens e as desvantagens da aplicabilidade de cada método em função dos parâmetros de conforto ambiental.

#### 5. Arquitetura Efêmera

O conceito de Arquitetura Efêmera trata de uma arquitetura momentânea e não permanente, em que seus materiais e suas estruturas podem ser totalmente reaproveitados e reutilizados para montar estruturas novas em locais diferentes, conforme a demanda e necessidade de espaços. [6].

A Arquitetura Efêmera foi a primeira arquitetura desenvolvida pelo homem. Porém o grande desafio atualmente, é proporcionar as mesmas sensações e responder espacialmente da mesma forma que a arquitetura permanente, tornando os espaços confortáveis e humanizados [6].

Durante a pandemia da COVID-19, observou-se a necessidade de novos espaços de tratamento para a doença. Muitos dos hospitais de tratamento ao redor do Mundo tiveram que se adaptar de forma rápida e eficiente para dar início ao tratamento da doença e, devido a essas emergências, foram adotadas soluções de caráter efêmero – uma resposta rápida, em termos de infraestruturas, em uma situação inesperada [7]. A emergência trazida pela

pandemia da Covid-19 engloba contextos de necessidade de transitoriedade, contingência, emergência, abrigo e sustentabilidade [6].

## 6. Humanização e Conforto Ambiental

Humanizar um ambiente hospitalar o torna mais terapêutico, pois contribui para o bem-estar físico e emocional dos usuários, além de propiciar espaços que respeitem as necessidades do paciente, dos familiares e dos colaboradores, favorecendo ambientes confortáveis e agradáveis que desenvolvam melhores condições de convívio.

*A humanização dos espaços para a saúde significa fazer boa arquitetura, eficiente, bela e agradável. A consideração do bem-estar da pessoa deve estar em cada traço do arquiteto, reconhecendo que, quando se está frágil, a sensibilidade aumenta, juntamente com a necessidade de apoio, compreensão e ambientes dignamente projetados [8].*

Humanizar um ambiente hospitalar o torna mais terapêutico, pois contribui para o bem-estar físico e mental dos usuários, principalmente em casos de internação, em que o paciente fica mais tempo em um ambiente que geralmente não é confortável para ele. Prever janelas para a ventilação natural nos espaços possíveis e a iluminação, proporcionam maior segurança e conforto.

O conforto ambiental está associado diretamente a soluções sustentáveis que proporcionam melhoria na do ambiente construído. Algumas soluções projetuais como o uso de ventilação natural para reduzir temperaturas; uso de captação de energia solar; telhado verde; uso de elementos de proteção solar e aplicação de paisagismo são algumas estratégias que podem ser adotadas em ambientes existentes ou ambientes emergenciais.

### 6.1 Conforto Térmico

A qualidade do ar em ambientes climatizados é um fator de risco para incidência de infecção, principalmente nos espaços de saúde, em que a incidência de bactérias e vírus é maior, podendo causar diversas infecções hospitalares. Dessa forma, a manutenção

preventiva é de grande importância para evitar possíveis problemas. O sistema de ar-condicionado pode ser uma das principais causas de multiplicação microbiana, caso haja falhas de configuração e manutenção nos equipamentos da rede.

*A ventilação natural (...) possui como principal propósito a introdução de ar limpo em um determinado recinto ou espaço externo tendo em vista a remoção de poluentes do ar. (...) Além de influenciar a saúde dos ocupantes do edifício, as características de temperatura, umidade e velocidade do ar também são determinantes para assegurar condições adequadas de conforto térmico [9].*

A sensação de conforto térmico varia de acordo com o município e o clima ao redor do Mundo, pois depende da capacidade de adaptação do paciente às condições climáticas locais.

A velocidade do ar considerada mínima, necessária para ambientes gerais de um estabelecimento de saúde, é de 60 l/s por pessoa, e 160 l/s por pessoa em ambientes que atendam indivíduos comprovadamente infectados com a COVID-19 [10]. A NBR-7256:2005 [11] exige uma vazão de 18 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> para quartos de isolamento de doenças transmissíveis por via aérea. A ASHRAE [5] aconselha 100% de exaustão e seis trocas por hora para estes quartos. A Fundação Nacional de Saúde, em Nota Técnica de 2007, em que fala sobre quartos para Síndromes Respiratórias Agudas Graves (SRAG), recomenda 12 trocas por hora [12].

### 6.2 Conforto Visual

As instalações hospitalares devem levar em consideração as condições visuais de seus visitantes e colaboradores. Para a equipe de médicos e enfermeiros, é imprescindível a facilidade de visualizar a execução dos procedimentos através da iluminação adequada, além da qualidade no trabalho. Para os pacientes, um ambiente harmonioso e com boas condições de conforto visual é a base para a um atendimento adequado.

*Um espaço bem iluminado é aquele que atende adequadamente as necessidades visuais do indivíduo nos diversos aspectos – técnicos,*

*fisiológicos, estéticos e psicológicos, pois possibilitam: maximizar a produção; minimizar os riscos e os acidentes; esforçar menos o sistema visual; valorizar as cores, a morfologia e a textura dos objetos e proporcionar segurança e bem-estar [13].*

A iluminação de forma natural deve ser valorizada, influenciando de forma positiva na qualidade dos projetos arquitetônicos, já a iluminação artificial deve ser pensada como algo complementar para o desenvolvimento de tarefas que precisem de níveis de iluminação onde a iluminação natural não atenda. Com a pandemia da COVID-19, o uso da iluminação natural ficou ainda mais frequente, por conta do grande uso de espaços abertos para atendimento ao público, principalmente na área de triagem.

### 6.3 Conforto Acústico

Com relação ao conforto acústico é importante considerar que o espaço auditivo se estende em todas as direções, pois o sistema auditivo é responsável não só por habilidades de escuta, mas também pela capacidade de direcionamento através dos sons.

*O ambiente hospitalar vive a contraditória situação de ser um local que exige condições de conforto acústico especiais com níveis de ruídos que atendam as recomendações estabelecidas em normas técnicas, ao mesmo tempo que é um local onde situações e equipamentos produzem elevados níveis de ruídos [14].*

O uso de materiais adequados e próprios como revestimentos de pisos, mantas e placas vinílicas, borrachas e linóleos, pode reduzir a reverberação de ruídos nos ambientes hospitalares, além disso, soluções paisagísticas, como paredes verdes e arborização, podem contribuir para a redução de ruídos vindos da área externa, como o som dos carros, com isso promove melhoria acústica, climática e torna o ambiente mais agradável.

### 6.4 Conforto Ergonômico

Entre as diversas abordagens apresentadas como causa de promoção do conforto humano em edifícios hospitalares, a Ergonomia é destacada por sua amplitude de interferências na saúde das pessoas.

*Ergonomia é a ciência que contribui para a qualidade de vida da sociedade, através do estudo de diversos aspectos do comportamento humano no trabalho, para isso, é necessário que seja considerado o mobiliário, equipamentos, ferramentas e o ambiente e seus fatores, além dos aspectos psicossociais para a realização do trabalho [15].*

A Ergonomia pode colaborar bastante na prevenção de acidentes, melhorando o desempenho dos usuários. No projeto de sistemas mais complexos, como por exemplo, em um centro de controle de uma ressonância magnética, equipamentos especiais e postos de enfermagem, a Ergonomia é um dos principais fatores na redução dos acidentes em atividades humanas e, por consequência, redução significativa das ocorrências nos trabalhos [16].

## 7. Planejamento Arquitetônico

É necessário um planejamento arquitetônico para redução do risco de infecções hospitalares, principalmente em épocas de pandemia. Desta forma, a configuração arquitetônica e ambiental deve proporcionar condições adequadas ao atendimento e garantir que seja minimizado o risco de contágio para o público e colaboradores.

Algumas recomendações são simples e de baixo custo, como reservar um local separado na sala de espera para pacientes potencialmente infecciosos, outras precisam ser incorporadas ao planejamento da Unidade de Saúde, como a previsão de uma segunda sala de espera. A incorporação de estratégias projetuais contribui para redução do risco de aquisição de infecções hospitalares pelos usuários, contribuindo para o propósito maior que é o de preservar a vida.

Salas de espera, salas de triagem e espaços de circulações, são determinantes no fluxo de pacientes e, se não forem planejados adequadamente, podem aumentar a transmissão da doença, até mesmo antes dos pacientes acessarem os locais de tratamento.

Com a pandemia da COVID-19, alguns hospitais tiveram a iniciativa de realizar uma pré-triagem na parte externa das Unidades de

Urgência e Emergência, a partir de estruturas pré-fabricadas, tendas, ou sob coberturas existentes, para controle de pacientes ambulatoriais. A medida tem por finalidade realizar a triagem antes do acesso à unidade, evitando, desta forma, aglomerações e direcionando todos os pacientes para seu destino certo, seja na própria unidade, outros setores do hospital ou verificando se há necessidade de atendimento hospitalar [17].

Algumas recomendações quanto à adoção de medidas preventivas foram implementadas em todos os locais, principalmente nos espaços de saúde. Uso de lavatórios ou dispensadores de álcool em gel foram dispostos nas proximidades, instalação de barreiras de proteção em mesas de atendimento, adoção de sistemas de abertura de portas que não demandem o toque das mãos (como exemplo, o sensor de presença) e uso de torneiras automáticas nos banheiros.

A prática de prestar o primeiro atendimento na área externa das Unidades de Saúde, foi uma iniciativa do Projeto ER One, cujo lançamento foi em 1999 nos Estados Unidos da América. O projeto foi criado em resposta a surtos e eventos de alto risco. O objetivo do Projeto ER One foi desenvolver conceitos e soluções que pudessem, de alguma forma, melhorar o desempenho dos departamentos de emergência americanos e a elaboração de um projeto modelo, capaz de tratar vítimas de doenças infecciosas em massa [18].

Figura 1 – Demonstração da área de atendimento externo de pacientes do Projeto ER One



Fonte: Pietrzak [18]

## 8. Métodos Construtivos

Desde o aparecimento dos primeiros casos de COVID-19 no Mundo, a sociedade, as empresas de construção e as Unidades de Saúde foram surpreendidas com novos objetivos estratégicos, visando manter a continuidade de suas operações e cuidado com a saúde. A partir desse novo cenário, foi necessário a utilização de métodos construtivos que conseguissem atender com agilidade essa nova demanda para combater a pandemia, com eficiência e rapidez para uma construção rápida que atenda a demanda dos usuários.

Com os conceitos da produção enxuta alinhados com as técnicas já existentes para construção modular, é possível obter reflexos favoráveis na implantação das medidas de ação contra a doença.

*Um abrigo emergencial deve sustentar a vida, sendo acessível, ter fonte de água, um sistema sanitário, provisão de alimentos e atendimento médico. Um abrigo emergencial apropriado pode ter um papel fundamental em impedir mais aflições, doenças e mortes à população afetada [19].*

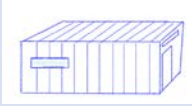




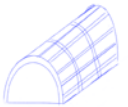
Foram pesquisadas seis tipologias mais implementadas para abrigos emergenciais. Sendo elas: 1) Sistemas Module (módulos); 2) Sistema Flat-Pack (encaixe); 3) Sistema Tensile (tendas); 4) Sistema de divisórias (ambientes já existentes); 5) Construção in loco (edificação com caráter semi-provisório); 6) Sistema Pneumatic (infláveis).

Dentre todos os sistemas que serão apresentados, o de construção *in loco* é o mais utilizado para suprir a necessidade de abrigo frente a catástrofes naturais, utilizando técnicas presentes nos locais que foram atingidos. Os outros sistemas de abrigos são mais flexíveis e são utilizados em diferentes tipos de situações, não somente no contexto em que é necessário abrigo emergencial, mas também para estruturas temporárias maiores como, por exemplo, restaurantes, escolas, eventos e estruturas hospitalares [20].

Cada método construtivo possui sua particularidade e aplicabilidade no uso, devendo sempre ser analisado a melhor forma e o melhor método para o ambiente em questão.



Tabela 1 – Tipologias dos sistemas construtivos

TIPOLOGIAS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS	
Sistema Modular: Composto por Módulos prontos para a montagem	
Sistema Flat-Pack: Composto por divisões feitas com encaixe	
Sistema Tênsil: Composto por estrutura tipo tenda	
Sistema de Divisórias: Composto pela divisão de ambientes pré-existent	
Sistema de construção in loco: Composto pela mão de obra local ajudante	
Sistemas Pneumáticos: Composto por estruturas infláveis	

Fonte: Autor

### 8.1 Sistema Modular

São unidades que já vêm prontas para o uso, precisando apenas de encaixe, dispensando montagem do módulo em si e mão de obra especializada. Possui características como: possibilidade de montagem entre as unidades (importante para expansão), facilidade no transporte, instalação com o mínimo de impacto no local e flexibilidade para montagem de ambientes.

Figura 2 – Projeto Cura: Hospital de campanha em Turim- Itália



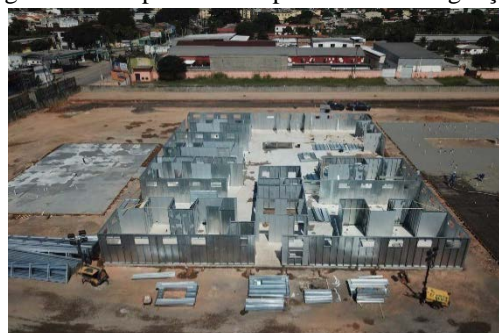
Fonte: Harrouk [21]

### 8.2

### 8.3 Sistema Flat-Pack

Similares ao sistema de módulos, porém, nesse sistema as peças podem ser entregues em componentes que precisam ser montados. No Brasil esse sistema foi utilizado na criação do hospital de campanha em Nova Iguaçu no Rio de Janeiro. A parceria entre as empresas Quick House e Soluções Usiminas criou um módulo com paredes autoportantes totalmente em aço, sendo a primeira etapa da obra entregue em 40 dias, contemplando 100 leitos [22].

Figura 3 – Hospital de campanha de Nova Iguaçu



Fonte: Quick House [22]

### 8.4 Sistema Tênsil

Sistema mais flexível existente dentre todos os mencionados anteriormente. Trata-se de estruturas de tendas, que podem facilmente ser montadas e desmontadas e também possuem facilidade quanto ao armazenamento.

Esse sistema se caracteriza pelo uso de armações rígidas que podem ser feitas desde ligas metálicas, madeira e até compostos de plástico. É um sistema flexível, de montagem ágil e rápida, que pode ser usado para criação de grandes espaços como galpões cobertos ou até mesmo tendas mais simples e de menor porte, podendo ser armazenados em ambientes hospitalares e montados para dar solução rápida diante da necessidade de obter espaços de isolamento ou triagem [6].

No Brasil, diversos espaços públicos foram disponibilizados para instalação de hospitais temporários utilizando o sistema tênsil, principalmente os estádios de futebol. Entre esses estádios que foram utilizados, estão: o estádio do Pacaembu, na Cidade de São Paulo, com capacidade para 192 leitos de baixa

complexidade e oito semi-intensivos; o Maracanã, na Cidade do Rio de Janeiro, disponibilizando um total de 400 leitos, sendo eles 80 Unidades de Terapia Intensiva; o Complexo Esportivo Cultural Octávio Mangabeira, na Cidade de Salvador, com mais de 100 leitos; e o estádio Presidente Vargas, na Cidade de Fortaleza contendo 204 leitos em uma área de 3.500 m<sup>2</sup> [23].

Figura 4 – Tendas para leitos de pacientes de COVID-19 em Alberta - Canada



Fonte: Stantec [24]

### 8.5 Sistema de Divisórias

Este sistema aplica-se a construções pré-existentes que necessitam de modificação e adaptação para atender rapidamente a uma demanda emergencial. Esse tipo de sistema pode ser considerado para implantações de adaptações de escolas e estádios.

Em casos de utilização em espaços de saúde, esse tipo de sistema é prático para o isolamento e a triagem rápida de pacientes, por não demandar da criação de infraestruturas com técnicas específicas, porém não é muito utilizado em casos de tratamento avançado ou específico.

Quando há o desejo de aproveitar um espaço já existente para outro uso, como por exemplo, um abrigo temporário de emergência, pode-se optar pelo uso do sistema de divisórias. Em diversos locais do Mundo, foram utilizados centro de convenções, estádios de futebol e parques como hospitais temporários para pacientes com infecções advindas da COVID-19.

Na China, o sistema de divisórias foi usado no Centro de Convenções Internacional de Wuhan, no Hospital Temporário no Estádio Wuhan Hongshan e no Centro de Exibições. Essas unidades compreenderam diversas funções, como tratamento cirúrgico, tratamento emergencial e teste clínico, além de demonstrar atenção com separação de espaços e usos [6].

Figura 5 – Hospital do estado de Goiás e do Distrito Federal.



Fonte: Minfra [25]

### 8.6 Construção *in loco*

Este tipo de construção tem caráter semi-provisório. Utiliza-se de materiais e mão de obra disponíveis no local da implantação. Os custos de implantação desse sistema são mais baixos comparados aos demais, uma vez que se utiliza mão de obra em mutirão da comunidade por exemplo.

Os sistemas de construção *in loco* utilizam de materiais locais largamente conhecidos pelos usuários e pela mão de obra local, sendo mais bem recebido nesses espaços, pois se adequam melhor ao clima e a geografia do ambiente, além de integrar comunidades que foram afetadas pelo problema, durante o processo de construção.

Esse método construtivo apresenta uma série de benefícios associados à cultura local, permitindo edificar estruturas conhecidas e empregando materiais locais, adaptando aos modos de vida e realidade das comunidades. Dessa forma, possibilita uma maior durabilidade dos projetos, já que a manutenção é realizada pelos próprios usuários a partir de produtos locais [26].



Figura 6 – Comunidade utilizando materiais encontrados no local para construção *in loco*.



Fonte: Maiztegui [26]

### 8.7 Sistemas Pneumáticos (infláveis):

Semelhantes ao sistema de tendas, diferenciando-se apenas por ser enchido sob uma pressão exercida pelo ar. Porém, esse sistema possibilita a criação de estruturas de grande porte, leves, fáceis de transportar e de rapidez na montagem. A desvantagem de utilização desse sistema é a necessidade constante de energia elétrica para manter o pressurizador em funcionamento, deixando a tenda inflada.

Composto de uma membrana fina e resistente, esse sistema é inflado com ar sob pressão, podendo ser uma estratégia eficiente por conta da redução de tempo na construção e montagem, sendo de fácil transporte e adaptação aos locais a qual é inserido [6].

Figura 7 – Comunidade utilizando materiais encontrados no local para construção *in loco*.



Fonte: Médicos Sem Fronteira [27]

## 9. O benefício do conforto nos métodos construtivos

Os métodos construtivos apresentados foram de extrema importância para a ampliação e adaptação de espaços de assistência à saúde, porém, alinhados a eles devemos pensar no

conforto dos usuários, para que os impactos da pandemia sejam reduzidos. No anexo (1) observamos as vantagens e desvantagens de cada método e sua aplicação em relação as questões de conforto ambiental. Cada método possui sua particularidade e deve ser analisado individualmente para entender em qual situação sua instalação é mais adequada.

## 10. Considerações Finais

Neste artigo foram apresentados alguns métodos construtivos mais frequentemente utilizados durante a pandemia da COVID-19 e como eles impactaram a construção civil para ajudar na expansão de espaços de saúde. Muitos métodos utilizados facilitaram a execução de obras rápidas. Desta forma foi possível a transformação e ampliação de diversos espaços de saúde, que por muitas vezes ficaram sobrecarregados em virtude da demanda de pacientes.

Ao analisar e estudar os métodos construtivos utilizados e apresentados neste artigo, pode-se observar que o sistema *flat-pack* foi um dos menos utilizados, pois, por ser uma estrutura compacta, não trabalha bem em locais que necessitem de grandes demandas de espaços. Já os sistemas modular, tênsil e de divisórias foram os que apresentaram o melhor resultado, por sua fácil aplicabilidade e por se adaptarem a grandes espaços.

Embora todos os métodos construtivos possuam vantagens quando são comparados aos métodos convencionais adotados na construção civil, como a redução de perdas e a facilidade na construção, identificar o mais adequado é de extrema importância por conta dos impactos que os empreendimentos costumam gerar para os usuários e meio ambiente.

Junto com o conforto e a humanização dos espaços, esses métodos construtivos trazem resultados satisfatórios quando se trata de arquitetura emergencial. A ampliação de espaços de saúde e o uso de áreas não edificadas, principalmente para atendimento dos usuários, foi primordial nesse momento em que o Mundo encontra - se em pandemia.

## 11. Referências Bibliográficas

- [1] FOUCAULT, M. *Microfísica do poder*. Rio de Janeiro: Graal, 1979.
- [2] MEGAHED, N. A.; GHONEIM, E. M. *Antivirus-built environment: lessons learned from covid-19 pandemic*. Sustainable Cities and Society, Egypt, 2020.
- [3] CARVALHO, Antônio Pedro Alves de. *Adaptações de estabelecimentos de saúde durante a pandemia covid-19*. Revista Ambiente Hospitalar, ano 10 n. 13 – 2020
- [4] ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). *Nota Técnica 07/2020 GVIMS/GGTES/ANVISA*. Orientações para Prevenção da Transmissão de Covid-19 dentro dos serviços de saúde. Brasília, 2020f. Disponível em: <https://www20.anvisa.gov.br/segurancadopaciente/index.php/alertas/item/nota-tecnica-gvims-ggtes-anvisa-n-07-2020>.
- [5] ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. *Documento de Posição da ASHRAE sobre Aerossóis Infecciosos*. 2020. Disponível em: <https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/ashrae-position-document-on-infectious-aerosols---portuguese.pdf>
- [6] ANDRADE, Daniel Paulo de. *Arquitetura emergencial: considerações sobre respostas projetuais à pandemia da covid-19*. Revista Projetar, Projeto e Percepção do Ambiente, v. 6, n. 2, p.128-140, 2021.
- [7] FRADE, R. C. A. C. *Arquitetura de Emergência: Projectar para zonas de catástrofe*. Universidade da Beira Interior. Covilhã, 2012.
- [8] CARVALHO, Antônio Pedro Alves de. *Introdução à arquitetura hospitalar*. Salvador. Quarteto Editora, 2014.
- [9] SALES, G. L.; ROMERO, M. *Tecnologia e Sustentabilidade para a Humanização dos Edifícios de Saúde*. Editora: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. 2016.
- [10] WHO. World Health Organization. *Severe Acute Respiratory Infections Treatment Centre*. Geneva, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications-detail/severe--acute-respiratory-infections-treatment-centre>.
- [11] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 7256: Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução das instalações*. Rio de Janeiro, 2005.
- [12] FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. *Nota técnica: Ações de Engenharia em Saúde Pública para o Atendimento de Casos de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG)*. Brasília, 2007.
- [13] BORGES, Irai; BUTTER, Katia. *O Ambiente Físico: contextualizações. Ergonomia e Conforto Humano: uma visão da arquitetura, engenharia e design de interiores*. 2. ed. Rio de Janeiro: Rio Books, 2017. Cap. 4. p. 109-145.
- [14] BITENCOURT, Fábio. *Arquitetura e engenharia hospitalar: Planejamento, Projetos e Perspectivas*. Rio Books, 2014.
- [15] BITENCOURT, Fábio. *Ergonomia e Conforto Humano. Uma Visão da Arquitetura, Engenharia e Design de Interiores*. 2017.
- [16] BITENCOURT, Fábio. *Ergonomia em ambientes de saúde: conforto humano, desconforto e qualidade de vida*. INBEC. 2018. Disponível em: <https://inbec.com.br/blog/ergonomia-ambientes-saude-conforto-humano-desconforto-qualidade-vida>.
- [17] BORTOLUZZI, Thaize Vanessa Costa. *Avaliação pós-ocupação de unidades de urgência e emergência: planejamento de ambientes não críticos frente à transmissão de infecções*. Revista Ambiente Hospitalar, ano 10 n. 13 - 2020.
- [18] PIETRZAK, M. P. (ed.) *Project ER One. Phase II. A design study for an All-Risks, Scalable Emergency Department in the Nation's Capital* [S.I.]: HKS. Inc., 2003.

- [19] KRONENBURG, Robert. *Transportable environments: theory, context, design and technology*. Londres: Routledge, 1998. 215 p. p
- [20] PERES, R. M. *Design Emergencial: Projeto preliminar de equipamentos para abrigos temporários com grupos afetados por desastres relacionados às chuvas*. Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. USP. São Paulo, 2013.
- [21] HARROUK, Christele. *Primeira UTI móvel em contêiner projetada por Carlo Ratti é instalada em hospital em Turim*. ArchDaily Brasil. 28 Abr 2020 Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/938492/p-imeira-uti-movel-em-conteiner-projetada-por-carlo-ratti-e-instalada-emhospital-em-tutum> . Acesso em: 19 ago. 2021.
- [22] QUICK HOUSE. *Hospital de Nova Iguaçu*. Disponível em: <http://www.quickhouse.com.br/maior-hospital-modular-da-america-latina> acessado em 07/08/2021
- [23] SUMMIT SAÚDE BRASIL. *Estádios se tornam hospitais de campanha para tratar covid-19: Cidades brasileiras estão adaptando estruturas esportivas para ampliar a rede de leitos de UTI de hospitais*. Estadão, [s. l.], 3 abr. 2020. Disponível em: <https://summitsaude.estadao.com.br/desafios-no-brasil/estadios-se-tornam-hospitais-de-campanha-para-tratar-covid-19>. Acesso em: 26 ago. 2020.
- [24] STANTEC. *Albertans helping Albertans: Constructing Peter Lougheed Hospital's temporary COVID-19 structure*. Estados Unidos da América. 08 mai. 2020 Disponível em: <https://www.stantec.com/en/ideas/watch/albertans-helping-albertans-constructing-peter-lougheed-temporary-covid-19-structure> . Acesso em: 25 ago. 2021
- [25] MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. *Governo Federal conclui estrutura do primeiro hospital de campanha para combate ao coronavírus*. Governo Federal. 06 mai. 2021 Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/governo-federal-conclui-estrutura-do-primeiro-hospital-de-campanha-para-combate-ao-coronavirus>. Acesso em: 28 ago. 2021
- [26] MAIZTEGUI, Belén. *Arquitetura de emergência: construção in loco ou pré-fabricação?* ArchDaily Brasil. 24 mai. 2020 Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/939692/arquitetura-de-emergencia-construcao-in-loco-ou-pre-fabricacao>. Acesso em: 25 ago. 2021
- [27] MSF. Médicos Sem Fronteira. *COVID-19: tenda médica inflável em Reims*. França 09 abr. 2020 Disponível em: <https://www.msf.org.br/videos/covid-19-tenda-medica-inflavel-em-reims-franca>. Acesso em: 26 ago. 2021
- [28] RUGOLO, Stéfannie Nogueira. *Arquitetura do Nascer: Humanização dos Espaços de Saúde*. Monografia do curso de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro. 2018

## Anexos e Apêndices

Quadro 1 – Quadro síntese comparativo dos métodos construtivos analisados

QUADRO SÍNTESE				
MÉTODO UTILIZADO	VANTAGENS	DESVANTAGENS	ONDE FOI APLICADO	TIPO DE CONFORTO FAVORÁVEL
Sistema Modular	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agilidade na construção;</li> <li>✓ Possibilidade de isolamento de pacientes;</li> <li>✓ Possibilidade de reutilização posterior em outro local;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mão de obra especializada;</li> <li>✓ Necessita de grandes espaços para ser implantado;</li> </ul>	Hospital de Huoshenshan - Wuhan - China	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Acústico</li> <li>✓ Visual</li> </ul>
Sistema Flat-Pack	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agilidade na construção;</li> <li>✓ Possibilidade de reutilização posterior em outro local;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mão de obra especializada;</li> <li>✓ Elevado custo de implantação;</li> <li>✓ Necessidade de muitos equipamentos para implantação;</li> </ul>	Hospital Modular de Nova Iguaçu - Nova Iguaçu - Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Térmico</li> <li>✓ Acústico</li> <li>✓ Visual</li> </ul>
Sistema Tênsil	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agilidade na construção;</li> <li>✓ Possibilidade de armazenamento e reutilização posterior em outro local;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sistema de uso temporário;</li> <li>✓ Não é muito utilizado em tratamentos avançados e específicos;</li> </ul>	Peter Lougheed Hospital - Alberta - Canada	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Visual</li> </ul>
Sistema de divisórias	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aproveitamento de espaço pré existente disponível;</li> <li>✓ Não é necessário mão de obra específica;</li> <li>✓ Sistema de aplicação prática;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Não é possível reaproveitamento do sistema em outro local;</li> <li>✓ Não é muito utilizado em tratamentos avançados e específicos;</li> <li>✓ Sistema de uso temporário ;</li> </ul>	Rambam Health Care - Haifa - Israel	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Visual</li> </ul>
Sistema de construção in loco	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utiliza materiais e mão de obra disponíveis no local de aplicação;</li> <li>✓ Sistema de baixo custo;</li> <li>✓ Não é necessário mão de obra especializada para execução;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sistema fica engessado na disponibilidade de material local;</li> </ul>	Abrigo Inflável	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Visual</li> </ul>
Sistemas Pneumáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Possibilidade de execução de estruturas de grande porte, leves e de fácil transporte em pouco tempo;</li> <li>✓ Agilidade na execução e criação de espaços;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Necessidade constante de energia elétrica para manter o pressurizador de ar funcionando;</li> <li>✓ Sistema de uso temporário;</li> </ul>	Praça Bicentenário ao sul da cidade de Pachuca - Hidalgo - México	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Térmico</li> <li>✓ Acústico</li> <li>✓ Visual</li> </ul>

Fonte: Autor