



Redução do tempo de resposta aos desabrigados com a utilização de Bases Logísticas Humanitárias (BLHs) compostas por contêineres marítimos adaptados como abrigos temporários

Ana Carolina Souza Ramos¹ Newton Narciso Pereira²

¹ Mestrado, Universidade Federal Fluminense – UFF. Volta Redonda, RJ – Brasil. anacarolina.s.ramos@gmail.com

² Doutorado, Universidade Federal Fluminense – UFF. Volta Redonda, RJ – Brasil. newtonpereira@id.uff.br

Cite como

American Psychological Association (APA)

Ramos, A. C. S., & Pereira, N. N (2021). Redução do tempo de resposta aos desabrigados com a utilização de Bases Logísticas Humanitárias (BLHs) compostas por contêineres marítimos adaptados como abrigos temporários. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS*, 10(1), 1-28, e19494. <https://doi.org/10.5585/geas.v10i1.19494>.

Resumo

Objetivo do Estudo: Propor o uso de contêineres marítimos adaptados como abrigos temporários para pronta resposta aos desabrigados vítimas de desastres naturais no Brasil.

Metodologia/Abordagem: Neste estudo nós denominamos esta alternativa como Bases Logísticas Humanitárias (BLHs). Para realizar esta proposição, foi realizada uma coleta de dados junto as bases públicas no período de 2013 a 2018 sobre a ocorrência de desastres naturais no país. Os impactos e consequências destes desastres foram analisados e quantificados o total de desabrigados vitimados no período. Para localização das BLHs foi aplicado o método das p-Mediana em conjunto com Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) para mensurar o peso de cada critério de decisão no processo de localização. A quantidade de BLHs foi definida pelo método de clusterização, considerando a distribuição de desabrigados por Estado.

Originalidade/Relevância: Considerando os aspectos relativos ao fim de vida dos contêineres, que tem gerado um novo mercado de casas contêineres, foi que esta pesquisa identificou uma lacuna em termos de adaptação destes contêineres para abrigos temporários. Assim, justifica-se um estudo que considere os impactos dos eventos climáticos sobre os estados brasileiros, bem como, a capacidade de utilizar instrumentos alternativos para aumentar pronta resposta do estado para atender os necessitados.

Resultados: No final, os resultados mostraram que o desenvolvimento de um processo metodológico para localização das BLHs, compostas por contêineres marítimos, é uma estratégia possível para melhorar a resposta às vítimas desabrigadas por desastres naturais. Foi observado uma maior incidência dos desastres na zona costeira do país, bem como nas regiões Sul, Sudeste e Norte e assim verificou-se a necessidade de 52 BLHs e um total de 90.775 casas contêineres em uma rede de apoio para atender as principais regiões afetadas por desastres naturais.

Contribuições teórico-metodológicas: Esta pesquisa buscou suprir uma lacuna sobre um procedimento para a localização de abrigos temporários de contêineres marítimos reutilizados para logística humanitária, a fim de contribuir para que órgãos públicos possam oferecer um rápido combate aos desabrigados durante a fase de pós-desastre.

Conclusão: O uso de contêineres marítimos é uma alternativa sustentável para reduzir o tempo de resposta aos desabrigados. Essa abordagem pode permitir que entidades ligadas ao setor marítimo possam realizar parcerias com o setor público no intuito de atenderem uma demanda reprimida no país diante da recorrência de problemas de eventos climáticos. E também poderiam oferecer um alívio a outros eventos extraordinários, que carecessem de estruturas temporárias móveis, como por exemplo em ações de guerra e pandemia.

Palavras-chave: Desastres naturais. Base Logística Humanitária. Tomada de decisão. Contêineres marítimos. Abrigos temporários.





Reducing the response time to the homeless with the use of Humanitarian Logistics Bases (BLHs) composed of shipping containers adapted as temporary shelters

Abstract

Objective: Propose the use of adapted shipping containers as temporary shelters for prompt response to homeless victims of natural disasters in Brazil.

Methodology/Approach: In this study we call this alternative as Humanitarian Logistics Bases (BLHs). To carry out this proposition, a data collection was carried out with the public bases from 2013 to 2018 on the occurrence of natural disasters in the country. The impacts and consequences of these disasters were analyzed and quantified the total number of homeless victims in the period. To locate the BLHs, the p-Median method was applied in conjunction with Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) to measure the weight of each decision criterion in the localization process. The number of BLHs was defined by the clustering method, considering the distribution of homeless people by State.

Relevance: Considering the aspects related to the end of life of containers, which has generated a new market for container houses, it was that this research identified a gap in terms of adapting these containers for temporary shelters. Thus, a study that considers the impacts of climatic events on Brazilian states is justified, as well as the ability to use alternative instruments to increase the state's prompt response to meet the needy.

Results: In the end, the results showed that the development of a methodological process for locating the BLHs, composed of shipping containers, is a possible strategy to improve the response to victims displaced by natural disasters. A greater incidence of disasters was observed in the country's coastal zone, as well as in the South, Southeast and North regions, and thus there was a need for 52 BLHs and a total of 90,775 container houses in a support network to serve the main affected regions. by natural disasters.

Contributions: This research sought to fill a gap on a procedure for locating temporary shelters of reused shipping containers for humanitarian logistics, in order to contribute so that public agencies can offer a quick combat to the homeless during the post-disaster phase.

Conclusión: The use of shipping containers is a sustainable alternative to reduce the response time to the homeless. This approach can allow entities linked to the maritime sector to enter into partnerships with the public sector in order to meet a repressed demand in the country due to the recurrence of problems of climatic events, besides contributing to reduce the problem of final destination, providing favorable conditions to container recycling. And they could also offer relief from other extraordinary events, which lacked temporary mobile structures, such as war and pandemic actions.

Keywords: Natural disasters. Humanitarian Logistics Bases. Decision making. Shipping containers. Temporary shelters.

Reduciendo el tiempo de respuesta a las personas sin hogar con el uso de Bases Logísticas Humanitarias (BLHs) compuestas de contenedores de envío adaptados como refugios temporales

Resumen

Objetivo: Proponer el uso de contenedores de transporte adaptados como refugios temporales para una pronta respuesta a las víctimas sin hogar de los desastres naturales en Brasil.

Metodología: En este estudio llamamos a esta alternativa como Bases Logísticas Humanitarias (BLH). Para llevar a cabo esta propuesta, se realizó una recolección de datos con las bases públicas de 2013 a 2018 sobre la ocurrencia de desastres naturales en el país. Se analizaron los impactos y consecuencias de estos desastres y se cuantificó el número total de víctimas sin hogar en el período. Para ubicar los BLH, se aplicó el método p-Median junto con la Técnica de Calificación Simple de Atributos Múltiples (SMART) para medir el peso de cada criterio de decisión en el proceso de localización. El número de BLH se definió mediante el método de agrupamiento, considerando la distribución de personas sin hogar por Estado.

Relevancia: Considerando los aspectos relacionados con el fin de vida de los contenedores, que ha generado un nuevo mercado para las casas contenedor, fue que esta investigación identificó un vacío en cuanto a la adecuación de estos contenedores para refugios temporales. Así, se justifica un estudio que considere los impactos de los eventos climáticos en los estados brasileños, así como la capacidad de utilizar instrumentos alternativos para incrementar la pronta respuesta del estado para atender a los más necesitados.

Resultados: Al final, los resultados mostraron que el desarrollo de un proceso metodológico para la localización de los BLH, compuesto por contenedores marítimos, es una posible estrategia para mejorar



la respuesta a las víctimas desplazadas por desastres naturales. Se observó una mayor incidencia de desastres en la zona costera del país, así como en las regiones Sur, Sudeste y Norte, por lo que se necesitaron 52 BLH y un total de 90,775 casas contenedor en una red de apoyo para atender a los principales afectados. regiones. por desastres naturales.

Contribuciones: Esta investigación buscó llenar un vacío en un procedimiento de localización de albergues temporales de contenedores marítimos reutilizados para logística humanitaria, con el fin de contribuir a que las agencias públicas puedan ofrecer un combate rápido a las personas sin hogar durante la fase posdesastre.

Conclusión: El uso de contenedores de envío es una alternativa sostenible para reducir el tiempo de respuesta a las personas sin hogar. Este enfoque puede permitir que entidades vinculadas al sector marítimo se asocien con el sector público para atender una demanda reprimida en el país por la recurrencia de problemas de eventos climáticos, además de contribuir a reducir la problemática del destino final, brindando condiciones favorables. condiciones para el reciclaje de contenedores. Y también podrían ofrecer alivio de otros eventos extraordinarios, que carecían de estructuras móviles temporales, como acciones de guerra y pandemias.

Palabras clave: Desastres naturales. Bases Logísticas Humanitarias. Toma de decisiones. Transporte de contenedores. Refugios temporales.

Introdução

As estimativas globais, realizadas pelo CRED e UNISDR (2020), apontaram que no período de 2000 a 2019, ocorreram 7.348 grandes desastres registrados, ocasionando a perda de 1,23 milhão de vidas, afetando 4,2 bilhões de pessoas, resultando em aproximadamente US \$ 2,97 trilhões em perdas econômicas globais. Aproximadamente 22 milhões de pessoas no mundo perderam suas casas em desastres naturais em 2019, e é esperado que a população urbana chegue a 70% da população no mundo em 2050 (ONU, 2019). Enquanto isso, UN-Habitat (2020) relatou que, nos países em desenvolvimento, um terço da população urbana vive em favelas que são altamente vulneráveis em termos de habitações e que atualmente quase 1 bilhão de pessoas no mundo residem em assentamentos precários.

A maioria dos desastres naturais causam problemas diretamente conectados a colapsos de habitação, e por isso, abrigos temporários precisam ser fornecidos às vítimas (Hong, 2017). Conseqüentemente, a escolha dos materiais no processo de construção tem um papel fundamental, pois é neste momento que são tomadas decisões que impactam de modo positivo ou não durante todo o ciclo de vida do abrigo, quanto mais duráveis melhor (Hong, 2017). Os tipos de abrigos temporários mais utilizados em casos de desastres naturais são: estadias em casas de familiares; aluguéis sociais, geralmente subsidiados pelo governo; estadia em repartições públicas, autoconstrução de abrigos com materiais oriundos do próprio desastre, tendas, unidades habitacionais pré-fabricadas e casas de alvenarias (Lizarralde; Johnson; Davidson, 2010). O tópico abordado nesse estudo, abrigos temporários em casos de desastres, vem sendo discutido pelas entidades públicas e privadas, a fim de buscar uma alternativa para mitigar os impactos habitacionais pós-desastres (Perrucci et al, 2016).



Por exemplo, no Brasil, o Ministério do Desenvolvimento Regional (2019), em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) emitiram um edital para seleção de projetos para realização de estudos voltados à moradia provisória destinada a população desabrigada por desastres no Brasil, com intuito de fortalecer a gestão de riscos no país.

Considerando as diversas alternativas possíveis e viáveis para o uso como abrigo na resposta a desastres, é possível considerar ainda o uso de contêineres marítimos. Na última década o reuso do contêiner marítimo mostrou-se como um novo método construtivo que busca minimizar os custos, o tempo e o impacto ambiental gerado pelas construções convencionais, e também garante a recirculação do material (Islam et al, 2016; Ramos & Pereira, 2018). Para sua construção este deve atender os critérios estabelecidos pela International Convention for Safe Containers (CSC) (Tang & Ling, 2018). Os contêineres marítimos têm altura x largura padrão = 2,438 m x 2.438 m, e dois comprimentos comuns de 6,96 m (referido como "contêiner de 20 pés") e 12,192 m (referido como "contêiner de 40 pés"). Alguns contêineres especiais de 40 pés podem ter a altura de 2,743 m (9 pés), que é chamado de contêiner High Cube. Devido sua padronização em termos de dimensões este pode ser utilizado para construir habitações com empilhamentos, podendo ser conectadas entre elas e com potencial de uso em grandes quantidades ocupando pouco espaço (Tang e Ling, 2018). Por outro lado, casa contêiner apresenta menores custos em relação à casa de alvenaria em condições semelhantes, podendo chegar a uma diferença variando entre 20% (Wong et al, 2018) e 41% (Ramos e Pereira, 2018). Além de provocar um impacto positivo no setor de transporte marítimo, que pode lucrar com a venda dos contêineres ao término de sua vida útil para atender outras demandas da sociedade, como habitação e abrigos temporários.

Existem diferentes trabalhos na literatura fora do Brasil sobre desastres naturais com utilização de contêineres marítimos adaptados como alternativas de abrigos temporários (Zabinski et al, 2010; Aleksic et al, 2014; Zhang & Setunge, 2014; Tang & Ling, 2018; Cascone et al, 2019; Perrucci and Baroud, 2020). Entretanto, a maioria destas pesquisas apresentaram estudos de casos de eventos climáticos com predominância de furacões, terremotos e tsunamis.

Apesar de existirem diversos estudos sobre a localização de abrigos temporários no âmbito de desastres naturais (Chang & Liao, 2014; Bayram & Yaman, 2017; Nappi & Souza, 2019), a maioria está relacionada a evacuação diante do desastre. Outro ponto de destaque é que esses trabalhos utilizaram métodos de localização diferentes do abordado nesta pesquisa, conforme demonstra (Perrucci and Baroud, 2020).

Adicionalmente, vale ressaltar que no contexto desta pesquisa, as consultas sobre a terminologia "*container shelter*", ou seja, abrigo contêiner tem maior abrangência em outros países, do que em relação ao Brasil, segundo a busca realizada no *Google Trends, 2020* em



maio de 2020 (Figura 1). Justamente, são estes países que tem apresentado também o maior número de publicações sobre o assunto. Quando consultado o termo em português não é apresentado retorno pela ferramenta de busca, o que mostra o pouco interesse sobre esta questão no Brasil.

Figura 1

Consulta da terminologia "container shelter"



Fonte: Google Trends, 2020.

Uma questão importante, considerando a dimensão do país 8.516.000 km² e 27 unidades federativas, foi identificar onde serão propostas as localizações das BLHs considerando o número de desabrigados por região afetada para evitar desperdícios e custos de órgãos públicos, reaproveitar contêineres acumulados nos portos, e, principalmente, diminuir o tempo de resposta às vítimas desabrigadas. Sendo assim, os abrigos de contêiner podem ser utilizados para fornecer ajuda em um dado desastre e depois reutilizados por outra família em um novo desastre e em uma outra localidade. Por ser uma alternativa de abrigo temporário com alta mobilidade e flexibilidade, é possível, antes de definir a instalação dos abrigos de contêineres, a revalidação, em colaboração com a população, para que os locais mais adequados possam ser escolhidos de acordo com critérios de localização, disponibilidade, infraestrutura e segurança (Da Costa, Fontainha & Leiras, 2017).

No âmbito do Brasil mais especificamente, o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) explanou que apenas no ano de 2019 mais de 300.000 pessoas ficaram desabrigadas (definitivamente sem casa) ou desalojadas (temporariamente sem moradia) em ocorrência de desastres naturais. A pesquisa constatou que 59,4% dos municípios do país não possui nenhum instrumento de planejamento e gerenciamento de riscos, capaz de amparar e debater a prevenção, redução e gestão de riscos e desastres (IBGE, 2017).

A pesquisa considerou como base para desenvolvimento da proposta a coleta de dados em bases públicas brasileiras, os desastres naturais ocorridos entre (2013-2018) e a proposta de BHL foi discutida conforme um padrão de desastres diferente do que se encontra





discutido na literatura científica e considerando as dimensões territoriais de grandes proporções do país.

Como resultado foi possível identificar as regiões do país com maiores índices de vítimas por desastres naturais que poderão necessitar de abrigo temporário, bem como, a quantidade de 52 BLHs totalizando 90.775 contêineres marítimos reciclados adaptados necessários para atender a demanda de desabrigados. Do ponto de vista nacional foi possível visualizar uma rede integrada nacional de distribuição e apoio entre as BLHs. Por fim, propusemos um fluxograma para a tomada de decisão para utilização da BLH, que pode ser utilizado como referencial para os tomadores de decisão. A principal contribuição deste artigo é apresentar uma proposta de rede integrada de apoio a desastres naturais compostas por abrigos de contêineres marítimos adaptados.

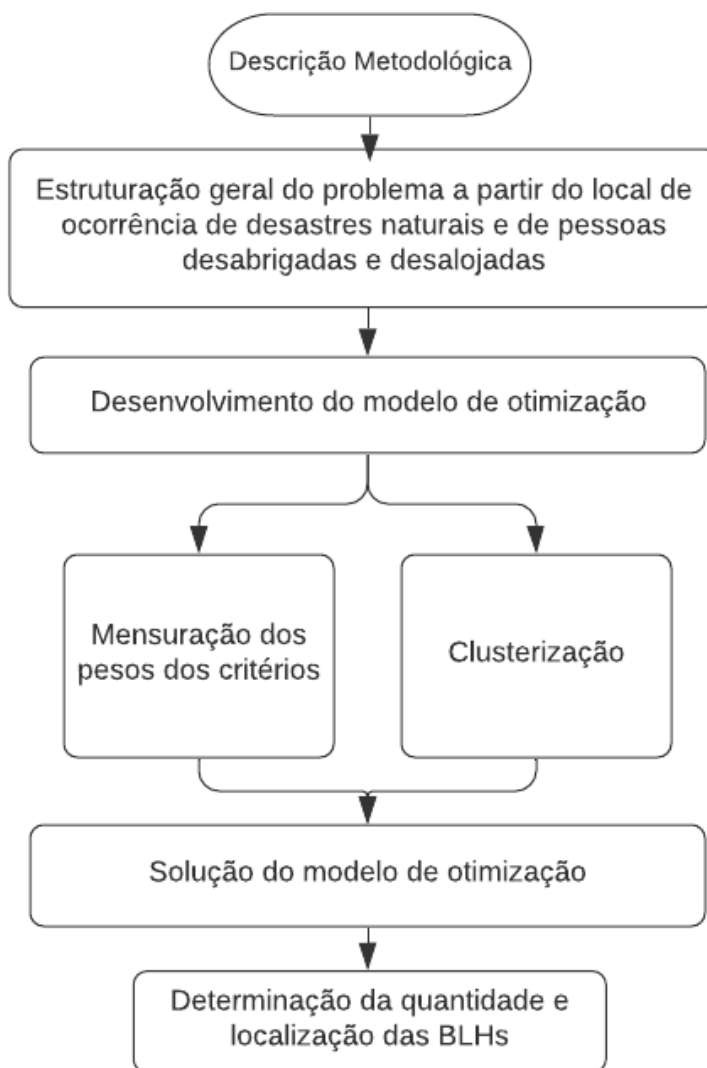
Metodologia

O presente artigo buscou avaliar as características dos desastres naturais ocorridos no território brasileiro entre 2013 – 2018 considerando seus impactos e a quantificação de desalojados e desabrigados no âmbito nacional. A Figura 2 demonstra a síntese do procedimento metodológico adotado nesta pesquisa.



Figura 2

Síntese do procedimento metodológico da pesquisa



Fonte: Elaboração própria, 2020.

Para obtenção dos dados da pesquisa foram realizados levantamentos nas bases públicas de diversos órgãos governamentais responsáveis por desastres naturais no Brasil. A ferramenta com maior cobertura e que possuiu mais informações recentes foi o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), uma base de consulta para o cidadão, organizada em uma ferramenta “Geo” que permite aos gestores públicos e pesquisadores desenvolver o conhecimento na gestão de riscos e de desastres (Ministério Do Desenvolvimento Regional, 2019). As principais variáveis analisadas foram tipos de desastres naturais, Estado, Município e os números de pessoas desabrigadas e desalojadas, pois o público alvo do estudo são pessoas cujas habitações foram destruídas ou danificadas por desastres, ou estão localizadas em áreas com risco iminente de destruição, e que necessitam de abrigos temporários para serem alojadas (Defesa Civil Paraná, 2012).





Na pesquisa foi verificado a existência de um alto desvio padrão das amostras (número de desabrigados e desalojados), nos estados analisados, justificando a aleatoriedade dos eventos. Com isso, foi realizada uma redesignação tamanho amostral em função dos locais de maior ocorrência, selecionando as prioridades através da técnica de Pareto, que segundo Vergueiro (2002) é utilizado para identificar o local onde existe o maior número de ocorrências de situações problemáticas e priorizar suas ações. Os municípios selecionados foram os que obtiveram uma porcentagem acumulada de até 80% de desabrigados no período de 2013 a 2018. Foi adotada como premissa esta redução para que não houvesse ociosidade dos contêineres adaptados, devido ao baixo número de desabrigados em diversos municípios brasileiros.

A partir da definição dos números de desabrigados de cada estado brasileiro foi utilizado como método de localização de facilidades o problema das p-Medianas. A p-Mediana é uma categoria de modelo de alocação de local, cujo objetivo é identificar os locais ideais para um número p de instalações que precisam suprir N clientes, a fim de minimizar a soma das distâncias entre cada cliente (ou usuário) e a facilidade mais próxima (Revelle & Swain, 1970). Um peso é atribuído a cada vértice de demanda, Baray e Cliquet (2013) comentam que a restrição para a demanda, nos casos de serviços de saúde, por exemplo, consiste em oferecer acessibilidade para o maior número de usuários, o que significa que uma instalação deve cobrir a maior parte da demanda na sua região de alcance.

Hakimi (1965) tornou simples a determinação de uma mediana. Considerando um grafo G, onde V é o conjunto de vértices e E é o conjunto de arestas. Em muitas aplicações ocorre que aos vértices estão associados valores que representam a importância de cada um, isto é, os vértices são ponderados por uma demanda. Para que a formulação para aplicação em diversos problemas seja mais genérica, consideram os pesos como, $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$. A partir dessas informações, é construída uma matriz, chamada distância-peso, onde as entradas ij são a distância mínima entre o vértice i e o vértice j multiplicado pelo peso do vértice j , ou seja $v_j d_{ij}$. Para cada vértice $x_i \in V$, considerando a distância do vértice x_i ao vértice x_j , representada por $d(x_i, x_j)$, define-se o número de transmissão pela Equação, função objetivo (2.1):

$$\text{Min } \sigma(x_i) = \sum_{x_j \in V} v_j d(x_i, x_j) \quad (2.1)$$

S.a.

$$\sum_{j \in V} x_{ij} = 1; i \in \quad (2.2)$$



$$\sum_{j \in V} x_{ij} = p \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \leq x_{jj}; i, j \in V \quad (2.4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}; i, j \in V \quad (2.5)$$

A função objetivo (2.1) determina a minimização das distâncias ponderadas. As restrições (2.2) asseguram que cada cliente é alocado a somente uma facilidade. As restrições (2.3) garantem que somente p medianas oferecem serviços aos clientes (desabrigados) e também define a quantidade de medianas que serão instaladas. As restrições (2.4) certificam que um cliente somente é atendido num local onde exista uma mediana que ofereça tais serviços. As restrições (2.5) afirmam que a variável seja binária, zero ou um (Pizzolato & Almamura, 2012).

Desse modo, a localização ideal para a instalação de uma BLH em cada Estado brasileiro é uma estratégia importante para a redução do tempo de resposta às pessoas que necessitem de abrigo temporário. Para a construção deste algoritmo foi necessário determinar algumas variáveis, como o número de p instalações necessárias em cada Estado. Neste sentido, empregou-se a clusterização, que consiste em encontrar clusters nos dados, considerando que a análise de cluster permite identificar quais variáveis pertencem a um mesmo grupo. Para a análise de cluster foi utilizado o *software Origin*. Com a formação dos grupos, o número de clusters encontrados foi utilizado como a quantidade de BLHs, localizadas no método das p -Medianas em cada Estado brasileiro.

Na aplicação do método das p -Medianas também foi preciso inteirar a matriz das distâncias entre as cidades para cada Estado, para isso foi utilizamos os pontos geográficos para a determinação dos cálculos por meio da ferramenta *Google Maps*, escolhendo a menor rota entre as cidades.

Utilizou-se do método *SMART* para mensurar o peso de cada critério, pois possui uma liberdade maior de escolha (Barron e Barret, 1996; Lopes e Almeida, 2008). O critério “Número de Desabrigados” foi proposto como o de maior importância, pois as pessoas desabrigadas, como referido pela definição da Defesa Civil (DC), são aquelas que perderam definitivamente suas casas e necessitam de auxílio moradia do governo. O critério “Número de Desalojados” foi identificado como o de menor importância porque as pessoas não necessariamente carecem de abrigo provido pelo Estado. Os pesos dos critérios também foram normalizados para manterem a mesma escala de tais ponderações, seguindo as considerações do método *SMART*. O critério de menor importância assumiu o peso de 10 pontos e o de maior importância assumiu o peso de 15 pontos, preservando a relação de quantas vezes o critério mais importante é mais desejável que o antecedente. Em seguida foi realizada a normalização



e ponderação dos critérios, e assim, foi definido os pesos finais, v_j , de cada cidade realizando a multiplicação dos valores dos critérios normalizados por seus respectivos pesos normalizados, obtendo-se a matriz final dos pesos de cada Estado.

Após a identificação das matrizes e da função objetivo, Equação 2.1, foi empregado o método das p-Medianas no software de otimização, versão gratuita, *CPLEX Optimization* (IBM) para identificar a melhor localização das BLHs.

No final, foi necessário estimar a quantidade de contêineres que cada BLH. A partir do número de indivíduos desabrigados nos Estados, realizou-se uma divisão pela quantidade de constituintes de uma família brasileira, que segundo dados do último Censo Demográfico do IBGE (2010), a média de moradores por domicílio no Brasil é de 3,3 pessoas. Com isso foi estimada uma nova variável, o número de famílias desabrigadas, determinando também a demanda média por contêiner para cada BLH. E assim, foi determinada uma projeção de custo de cada BLH, levando em consideração o preço de uma casa simples de contêiner 40 pés (Ramos & Pereira, 2018). Embora, (Zabinski et al, 2010) tenham estimado o custo de uma casa contêiner em \$17,489, e €11.364 por (Aleksic et al, 2014), nesta pesquisa foi considerado para estimativa o custo de (Ramos & Pereira, 2018), devido ao fato do valor de R\$ 25.350,88 (\pm \$6,670 no período) ter sido estimado considerando um levantamento realizado junto a fornecedores brasileiros. Os custos de transporte, armazenamento, instalação e outras adaptações, possivelmente necessárias, não foram consideradas nesta projeção de custo, sendo uma limitação desta pesquisa. Ademais, considerou-se que cada contêiner adaptado de 40 pés já terá seus itens de habitação como cozinha, dormitório e banheiro dentro da própria unidade. Adicionalmente, foi proposto um fluxograma funcional de operação de BLH, considerando o processo de acionamento dos abrigos disponíveis para serem empregados no combate as vítimas de desastre natural.

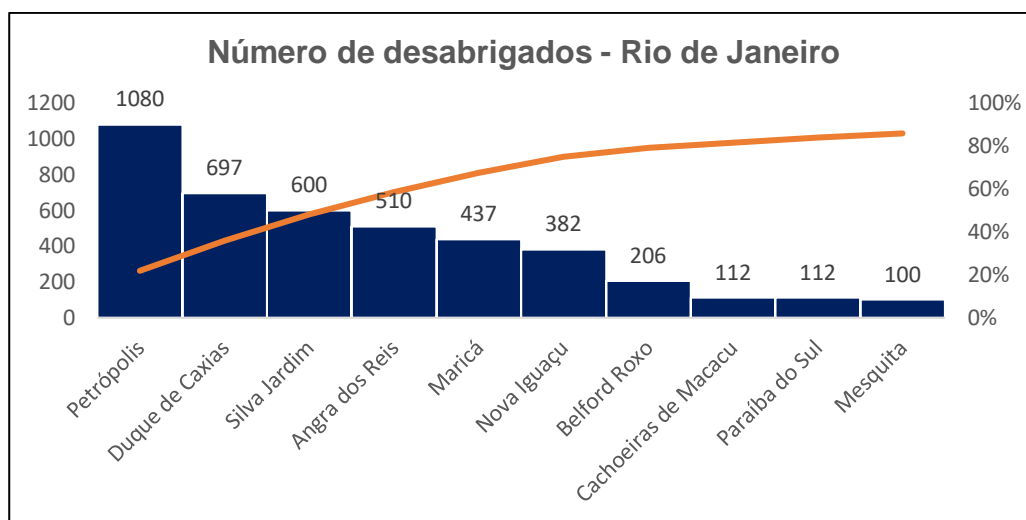
Resultados

Os resultados da pesquisa consideraram a análise das características dos desastres naturais durante o período de (2013-2018) para todos os Estados brasileiros.



Figura 3

Quantidade de desabrigados nos municípios do Estado do Rio de Janeiro (2013-2018)



Fonte: Adaptado da base S2iD, 2020.

A Tabela 1 apresenta os números de desabrigados e desalojados relacionados aos tipos de desastres naturais no país. Observa-se que as inundações, chuvas intensas e enxurradas ocasionaram a maior quantidade de pessoas desabrigadas.

Tabela 1

Relação dos números de desabrigados e desalojados com os tipos de desastres naturais

Estados	Nº de desabrigados	Nº de desalojados	Tipos de desastres naturais
AC	11.168	25.779	84% - Inundações
AL	7.055	14.141	96% - Chuvas Intensas
AP	315	525	58% - Incêndios
AM	108.650	108.353	65% - Inundações
BA	15.554	34.951	36% - Inundações 25% - Enxurradas
CE	330	478	72% - Erosão Costeira
ES	5.205	35.992	37% - Inundações 35% - Enxurradas
GO/DF	1.351	1.640	73% - Alagamentos
MA	1.672	2.290	28% - Inundações 28% - Alagamentos
MT	1.273	2.187	41% - Inundações 29% - Chuvas Intensas
MS	1.285	3.659	46% - Inundações 36% - Alagamentos
MG	8.336	23.066	36% - Chuvas Intensas 13% - Inundações 11% - Estiagem





Estados	Nº de desabrigados	Nº de desalojados	Tipos de desastres naturais
PA	21.184	26.711	67% - Inundações
PB	23.535	20.562	43% - Chuvas Intensas 34% - Deslizamentos
PR	7.616	58.236	64% - Chuvas Intensas
PE	11.373	58.797	71% - Enxurradas
PI	4.255	2.905	78% - Incêndios
RJ	4.387	29.783	44% - Inundações 36% - Deslizamentos
RN	105	965	95% - Enxurradas
RS	34.348	213.870	51% - Inundações 20% - Granizo
RO	3.449	19.174	97% - Inundações
RR	355	945	65% - Vendaval
SC	20.693	125.989	33% - Inundações 31% - Chuvas Intensas
SP	3.982	19.906	46% - Alagamentos 17% - Inundações
SE	162	76	92% - Chuvas Intensas
TO	1.920	0	100% - Chuvas Intensas

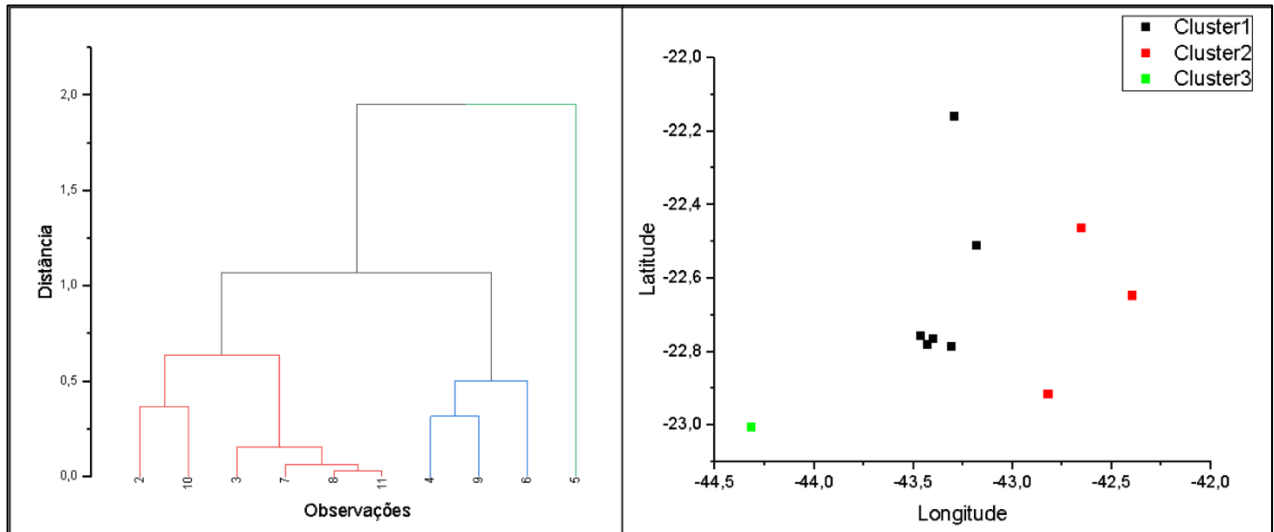
Fonte: Adaptado da base S2iD, 2020.

A Figura 4 apresenta um dendrograma feito a partir da longitude e latitude dos municípios do Estado do Rio de Janeiro, mostrando a presença de três *clusters* (aglomerados) identificados pelas cores vermelha, azul e verde. Pode-se observar então a distribuição geográfica não homogênea no Estado. Sendo assim, adotou-se três BLHs para o estado do Rio de Janeiro, logo três medianas foram localizados no método das *p*-Medianas.



Figura 4

Dendrograma (km) e gráfico de cluster - Rio de Janeiro



Fonte: Elaboração própria, 2020.

A partir da determinação do número de BLHs, aplicou-se o método p-Mediana através do solver CPLEX. Assim foram identificadas as localizações das BLHs, levando em consideração a demanda e distância entre as cidades, com o objetivo de atender várias regiões. Para exemplificar o procedimento aplicado para todas regiões do país, os dados do Estado do Rio de Janeiro foram processados por meio de um algoritmo no software CPLEX (IBM), que gerou a matriz solução 10x10 como resultado (Figura 5). As linhas identificam as cidades que serão alocadas às BLHs, e as colunas, as cidades “candidatas” a serem atendidas pelas BLHs. Nas colunas (cidades) Duque de Caxias, Silva Jardim e Angra dos Reis, respectivamente, foram atribuídas o valor 1, que significa que estas cidades foram verificadas como local ideal para abrigar as BLHs pelo método das p-Mediana. Também se observa a repartição de quais cidades a BLH vai atender a partir da interação = 1, ou seja, quando a interação da cidade i com a cidade j for igual a 1 significa que a mesma será atendida por aquela BLH.

Para aplicação do método das p-Mediana, foi-se necessário inteirar a matriz das distâncias entre as cidades para cada estado, para isso foi apontado os pontos geográficos para a determinação dos cálculos por meio da ferramenta Google Maps, escolhendo a menor rota entre as cidades. A Tabela 2 demonstra a matriz de distância em quilômetros entre as cidades do estado do Rio de Janeiro.



Tabela 2

Distância (Km) entre cidades do Rio de Janeiro

Estado do Rio de Janeiro										
	Petrópolis	Duque de Caxias	Silva Jardim	Angra dos Reis	Maricá	Nova Iguaçu	Belford Roxo	Cachoeiras de Macacu	Paraíba do Sul	Mesquita
Petrópolis	0	46	127	182	115	70	64	86	79	67
Duque de Caxias	49	0	122	144	72	27	20	90	122	24
Silva Jardim	147	123	0	253	83	137	130	93	220	134
Angra dos Reis	184	147	253	0	203	130	137	225	197	136
Maricá	114	73	81	204	0	88	81	69	187	85
Nova Iguaçu	70	25	137	133	86	0	8	111	143	5
Belford Roxo	65	20	133	138	82	8	0	105	138	6
Cachoeiras de Macacu	106	87	93	223	70	111	104	0	179	108
Paraíba do Sul	77	117	220	199	186	142	135	179	0	139
Mesquita	68	23	136	139	85	6	7	109	141	0

Fonte: Google Maps, 2020.

Após a realização da normalização e ponderação dos critérios foi definido os pesos finais, v_j , de cada cidade realizando a multiplicação dos valores dos critérios normalizados por seus respectivos pesos normalizados, assim obtêm-se a matriz final dos pesos de cada estado. Como exemplo, a Tabela 3 demonstra os pesos finais das cidades do estado do Rio de Janeiro.

Tabela 3

Pesos Finais das cidades do Rio de Janeiro

Municípios	Pesos Finais
Petrópolis	0,17041
Duque de Caxias	0,13025
Silva Jardim	0,16573
Angra dos Reis	0,18555
Maricá	0,09334
Nova Iguaçu	0,07203
Belford Roxo	0,05504
Cachoeiras de Macacu	0,06630
Paraíba do Sul	0,02673
Mesquita	0,03463

Fonte: Elaboração própria, 2020.



Os pesos finais obtidos na Tabela 6 são aplicados na função objetivo da Equação 2.1, matriz v_j , sendo essencial para a implementação do algoritmo do problema das p-Mediana. A Figura 5 representa a matriz solução em que as cidades de Duque de Caxias, Silva Jardim e Angra dos Reis foram encontradas como “solução ótima” para localização das BLHs para atendimento aos desabrigados no Estado do Rio de Janeiro.

Figura 5

Solução da determinação da BLH – Rio de Janeiro

```
Problemas Log de Script Soluções Conflitos Livres Log do mecanismo
// solution (optimal) with objective 27.246655493
// Quality Incumbent solution:
// MILP objective                2,7246655493e+01
// MILP solution norm |x| (Total, Max)  1,000000e+01  1,000000e+00
// MILP solution error (Ax=b) (Total, Max)  0,000000e+00  0,000000e+00
// MILP x bound error (Total, Max)  0,000000e+00  0,000000e+00
// MILP x integrality error (Total, Max)  0,000000e+00  0,000000e+00
// MILP slack bound error (Total, Max)  0,000000e+00  0,000000e+00
//
x = [[0
      1 0 0 0 0 0 0 0 0]
     [0 1 0 0 0 0 0 0 0]
     [0 0 1 0 0 0 0 0 0]
     [0 0 0 1 0 0 0 0 0]
     [0 1 0 0 0 0 0 0 0]
     [0 1 0 0 0 0 0 0 0]
     [0 1 0 0 0 0 0 0 0]
     [0 1 0 0 0 0 0 0 0]
     [0 1 0 0 0 0 0 0 0]
     [0 1 0 0 0 0 0 0 0]
     [0 1 0 0 0 0 0 0 0]
     [0 1 0 0 0 0 0 0 0]];
```

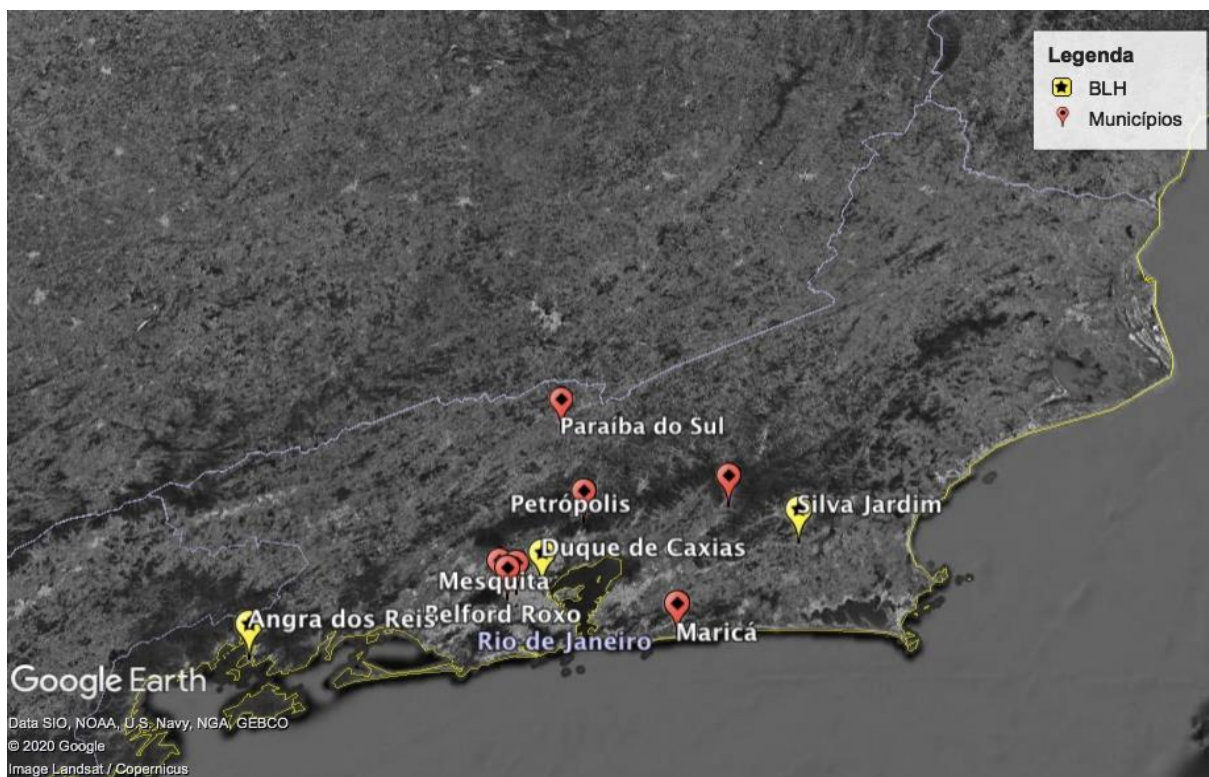
Fonte: Software IBM ILOG CPLEX, 2020.

Observa-se pela Figura 5 que as outras cidades não escolhidas pelo método, pois o valor atribuído é 0, uma vez que a decisão considera todas as restrições que foram imputadas no modelo. A Figura 7 apresenta o mapa político do Estado do Rio de Janeiro com as cidades que possuíram um alto número de desabrigados no período analisado, destacadas em vermelho, e as BLHs em amarelo. A Figura 6 mostra que existe uma concentração de municípios na região litorânea sul do Estado, sendo observado a presença das BLHs nesta região, demonstrando uma não cobertura em todo o território do Estado. Estas regiões são as que apresentam os maiores problemas em relação aos desastres naturais reportados nos últimos anos por (Ardaya & Ribbe, 2017; Barcellos et al, 2016; Barcellos et al, 2017; de Mendonça e Gullo, 2020; de Mendonça & da Silva, 2020), mostrando que a solução identificada considerou os pontos de maior relevância para o Estado.



Figura 6

Localização das BLHs no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Google Earth Pro, 2020.

Os resultados da localização das BLHs nos demais Estados brasileiros foram apresentados na Tabela 3. Na terceira coluna da Tabela 3 estão os municípios que foram identificados, solução ótima do algoritmo, como a melhor localização para a instalação das BLHs em cada Estado, sendo apresentadas também suas respectivas coordenadas geográficas. A quantidade de BLH's para cada estado (quarta coluna), além da quantidade de contêineres necessários e o custo global (quinta coluna).

Os Estados brasileiros apresentaram diferentes quantidades de BLHs entre si, devido a variabilidade dos números de desabrigados e desalojados, em função do histórico de desastres naturais ocorridos entre (2013-2018).

Após a identificação do local de instalação das BLHs foi realizado uma conversão dos números de desabrigados em famílias desabrigadas, obtendo-se assim o número de casas contêiner que cada BLH necessitaria para atender às vítimas de desastres naturais.

A partir dos números de desabrigados em cada estado (Tabela 3), foi realizado uma divisão pela média de pessoas por domicílio no Brasil, com cerca de 3,3 pessoas IBGE (2010). Portanto, foi definida a quantidade de contêineres que cada BLH (Tabela 3).

Pela Tabela 3 é possível perceber que as regiões Sul e Sudeste apresentaram em todos os seus Estados mais de uma BLH. Este fato é explicado devido ao alto número de



municípios nesses territórios que são devastados por desastres naturais ao longo dos últimos anos, apresentando 62.657 desabrigados na região Sul e 21.910 na região Sudeste, que também pode ser observado pelo Atlas de Desastres Naturais, bem como, pelo índice de vulnerabilidade de inundações e deslizamento apresentado (Debortoli et al, 2017). A região Norte também se destacou pela quantidade de desabrigados (147.041), municípios específicos como, Careiro, Manaus e Manaquiri na região Amazônica apresentaram números de aproximadamente 15.000 desabrigados no período analisado. Isso se explica por ser uma região que sofre todos os anos com as cheias dos rios amazônicos que circundam os municípios identificados. Estes impactos em termos de perdas de moradias em função das chuvas nesta região, uma vez que se encontram numa região de alta exposição para desastres naturais relacionados a inundações identificados pelo *Index- Disaster Risk Indicators in Brazil DRIB* (de Almeida et al, 2017).

Tabela 3

Resultados do procedimento de alocação das BLHs no Brasil

Estados	Municípios (BLHs)	LONG	LAT	Nº de BLHs	Nº de contêineres	Investimento da BLH (R\$)
AC	Rio Branco	-67,80756	-9,97388	2	3384	R\$85.793.523,59
	Cruzeiro do Sul	-72,67433	-7,63025			
AL	Marechal Deodoro	-35,84087	-9,77	2	2138	R\$54.197.108,61
	Pilar	-35,95215	-9,59044			
AP	Vitória do Jari	-52,4054	-0,92045	1	95	R\$2.419.856,73
AM	Manaus	-60,0518	-3,10915	3	32924	R\$834.658.518,79
	Tefé	-64,71713	-3,35475			
	Itamarati	-68,24726	-6,43375			
BA	Xique-Xique	-42,72482	-10,823313	3	4713	R\$119.487.147,73
	Itabuna	-39,27719	-14,78895			
	Riachão do Jacuípe	-39,38642	-11,80701			
CE	Trairi	-39,26798	-3,2761	1	100	R\$2.535.088,00
ES	Santa Maria de Jetibá	-40,74228	-20,02727	2	1577	R\$39.985.251,64
	Barra de São Francisco	-40,89295	-18,75237			
GO/DF	Planaltina	-47,5663	-15,43054	1	0	R\$10.378.496,63
MA	Trizidela do Vale	-44,62628	-4,5549	1	0	R\$12.844.445,87
MT	Campo Novo do Parecis	-57,89293	-13,65997	1	0	R\$9.779.294,01
MS	Porto Murtinho	-57,88613	-21,69622	2	389	R\$9.871.479,03





Estados	Municípios (BLHs)	LONG	LAT	Nº de BLHs	Nº de contêineres	Investimento da BLH (R\$)
MG	Aquidauana	-55,7867	-20,47551	4	2526	R\$64.037.859,30
	Francisco de Sá	-43,48642	-16,47396			
	Resplendor	-41,25113	-19,32437			
	Belo Horizonte	-43,93833	-19,91952			
	Novo Oriente de Minas	-41,21611	-17,41512			
PA	Marabá	-49,12513	-5,37091	2	6419	R\$162.737.285,43
	Terra Santa	-56,48864	-2,10966			
PB	João Pessoa	-34,86108	-7,11526	1	7132	R\$180.797.866,91
PR	Rio Negro	-49,79881	-26,10382	4	2308	R\$58.506.758,21
	União da Vitória	-51,08665	-26,2306			
	Irati	-50,65111	-25,46774			
	Nova Prata do Iguaçu	-53,34449	-25,63592			
PE	Bodocó	-39,93261	-7,77936	3	3446	R\$87.368.350,98
	Catende	-35,71347	-8,6741			
	Rio Formoso	-35,15342	-8,66269			
PI	Luzilândia	-42,36859	-3,46499	1	1289	R\$32.687.271,03
RJ	Duque de Caxias	-43,30513	-22,786412	3	1329	R\$33.701.306,23
	Silva Jardim	-42,39551	-22,647636			
	Angra dos Reis	-44,31551	-23,005735			
RN	Touros	-35,4605	-5,19887	1	32	R\$806.618,91
RS	Nonoai	-52,77486	-27,36694	3	10408	R\$263.864.250,38
	Itaqui	-56,5566	-29,12144			
	Esteio	-51,17082	-29,84776			
RO	Porto Velho	-63,90199	-8,76167	2	1045	R\$26.495.510,64
	Cacoal	-61,44862	-11,43117			
RR	Caracaraí	-61,12766	1,82513	1	108	R\$2.727.140,12
SC	Barra Velha	-48,41728	-26,37593	4	6271	R\$158.965.381,77
	Três Barras	-50,18434	-26,72691			
	Rio do Sul	-49,38359	-27,125819			
	Dionísio Cerqueira	-53,38106	-26,155392			
SP	Cajamar	-46,87803	-23,355618	2	1207	R\$30.590.061,87
	Dracena	-51,5382	-21,490791			
SE	Aracaju	-37,07446	-10,90921	1	49	R\$1.244.497,75
TO	Lagoa da Confusão	-49,62148	-10,79036	1	582	R\$14.749.602,91
Total				52	89.471	R\$ 2.301.229.973,07

Fonte: Elaboração própria, 2020.



Em termos de investimentos para aquisição do quantitativo de contêineres para adoção deste tipo de alternativa de abrigo temporário foi realizada uma estimativa para cada Estado (sexta coluna da Tabela 3), considerando o valor de uma casa contêiner adaptada. O custo de uma casa simples de 30 m², com revestimentos sustentáveis de lã de pet e piso vinílico é de aproximadamente R\$25.350,88 (Ramos & Pereira, 2018).

Nota-se que pelos resultados da Tabela 3 seriam necessários 52 BLHs distribuídas em todo país, com um quantitativo de 89.471 contêineres adaptados para atender o número médio de desabrigados no período analisado em cada Estado brasileiro. O investimento necessário seria da ordem de R\$ 2,3 bilhões (\pm \$605 milhões de dólares) considerando o valor de R\$ 3,80 para conversão (Ramos & Pereira, 2018), considerando apenas os investimentos necessários para aquisição dos abrigos, não sendo avaliados os custos de armazenamento, logística, instalação e manutenção. Neste sentido, uma estimativa realizada para instalação de 205 abrigos contêineres para ser empregada como abrigo temporários para refugiados de guerra e vítimas de desastres naturais na Servia foi estimada em €1,379,263.70 (Aleksic et al, 2014). Em menor escala para construção de um abrigo temporário de contêineres adaptados considerando uma infraestrutura com cozinha colaborativa, banheiros coletivos e habitação em contêineres de 20 pés, para 64 unidades foi orçada em \$1.587,657 para ser utilizada em desastres naturais nos Estados Unidos (Zabinski et al, 2010).

A partir dos resultados, observa-se que o Estado do Amazonas demandou a maior quantidade abrigos contêineres, e conseqüentemente, o maior investimento da BLH. Esse fato, possivelmente, pode ser relacionado ao fato de o Estado estar localizado numa região de alto índice de desastres naturais por inundação, bem como, pelas condições das habitações e vulnerabilidade social (Dolman et al, 2018; Menezes et al, 2018; Guimarães et al, 2019).

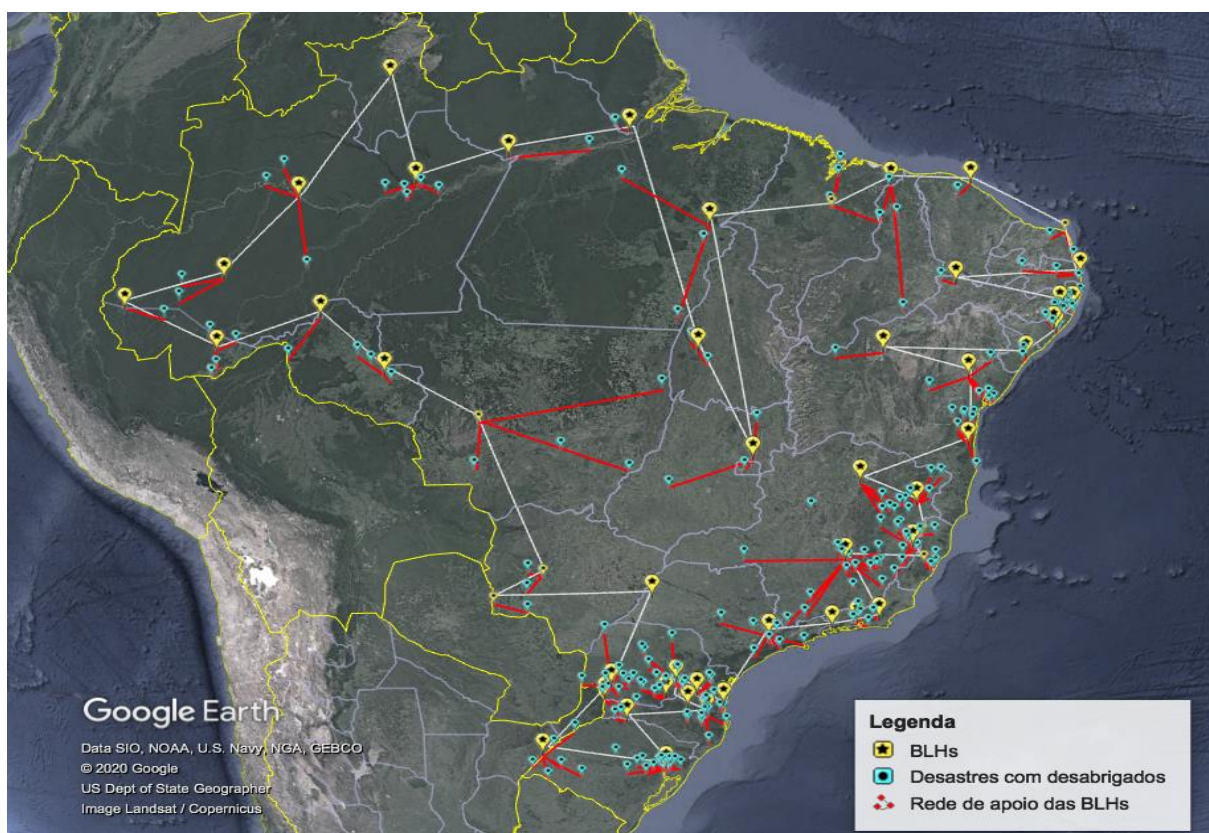
A partir da Figura 7, é possível obter uma visão espacial da rede de distribuição que as 52 BLHs alcançariam no país. Nota-se que as regiões costeiras possuem uma maior concentração de BLHs em comparação a região central do país (Centro Oeste). As localizações das BLHs de alguns Estados como, Santa Catarina, Paraná, Rio de Janeiro e Pernambuco, obtiveram uma grande proximidade uma das outras, o que pode maximizar a rede apoio nestas regiões em caso de desastres naturais de maior magnitude e com elevado número de desabrigados. Isso também está relacionado com a distribuição e as áreas de maior vulnerabilidade ambiental que podem ser observadas em (Debortoli et al, 2017).





Figura 7

Georreferenciamento do mapa do Brasil



Fonte: Elaboração própria, 2020.

A proposição deste procedimento visa propor um modelo conceitual de funcionamento que possa orientar o poder público na operacionalização das BLHs no território brasileiro. Portanto, o princípio da reutilização de contêineres adaptados estaria garantido, quando os desabrigados pudessem ser atendidos pelo governo ou tiverem suas condições originais restabelecidas. Assim, a proposta é garantir um estoque permanente de contêineres adaptados para atendimento dos eventos que ocorrem ano após ano no território brasileiro. Este modelo proposto tem caráter inovador no Brasil e pode servir de referência para outros países.

Discussão

Devido a violência e agilidade, características dos fenômenos naturais, são grandes as taxas de desabrigados, desalojados e até mesmo de mortos por desastres naturais. Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, a região sudeste do Brasil apresentou um elevado número de mortes (1991-2020), com um total de 2.294 óbitos (Debortoli et al, 2017).

Ao analisar os desastres naturais que afetaram o Brasil no período estudado (2013-2018), adverte-se que os eventos climáticos não acontecem exatamente nos mesmos lugares



todos os anos, pois são eventos imprevisíveis. Porém o tipo de desastre natural, como inundações e enxurradas, incide com maior frequência em todos os estados brasileiros, deixando inúmeras famílias desabrigadas/desalojadas (Soler et al, 2013; Dolman et al, 2018; Guimarães et al, 2019).

As enxurradas são eventos relacionados ao aumento das precipitações pluviométricas concentradas em um curto período de tempo e as inundações, ao contrário das enxurradas, estão diretamente relacionadas com longos períodos de chuvas contínuas (CEPED, 2012). Os maiores índices de precipitações ocorrem no verão, entre os meses de outubro a março (de Albuquerque & Mendiondo, 2014). Logo, nota-se que os eventos que atuam, principalmente, no período chuvoso e no verão, têm uma probabilidade maior de causar danos e vítimas desabrigadas.

Existem diversos trabalhos na literatura fora do Brasil sobre desastres naturais com utilização de contêineres marítimos adaptados como alternativas de abrigos temporários (Zabinski et al, 2010; Aleksic et al, 2014; Zhang & Setunge, 2014; Wong et al, 2018; Tang & Ling, 2018). Entretanto, a maioria destas pesquisas apresentaram estudos de casos de eventos climáticos diferentes dos que ocorrem com maior frequência no território brasileiro (inundação e deslizamento de terra), tendo maior predominância furacões, terremotos e tsunamis.

Apesar de existirem diversos estudos sobre a localização de abrigos temporários no âmbito de desastres naturais (Bayram & Yaman, 2017; Chang & Liao, 2014; Nappi & Souza, 2019), a maioria está relacionada a evacuação diante do desastre. Além disso, utilizam métodos de localização diferentes do abordado nesta pesquisa. Observou-se também, que pesquisas que empregam o método p-Mediana na localização de abrigos temporários com contêiner, é um assunto pouco ou quase nada debatido no cenário brasileiro.

Analisando o método, p-Mediana, empregado na pesquisa, é possível perceber que houve limitações na sua aplicação. Diante dos resultados, notou-se que em alguns estados como Paraná, Santa Catarina, Rio de Janeiro e Pernambuco gerou maior proximidade entre as BLHs no próprio Estado. Tal proximidade reflete a concentração das cidades afetadas por desastres naturais em determinada região. Dessa forma, nesses mesmos Estados, não foi verificado uma cobertura pelas BLHs em todo território estadual. Esta limitação ocorre devido ao fato de o método analisar a demanda em função da distância entre as cidades. Sendo assim, para os Estados que presenciaram uma aglomeração de municípios, o método responde de acordo com relação de demanda e distância (Xi et al, 2013).

Ao verificar o georreferenciamento do mapa do Brasil, constata-se que a maioria das BLHs foi distribuída por toda região costeira do país, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Este resultado reflete a densidade demográfica do país, foco de ocorrências destes desastres, muitas vezes causados por ocupações irregulares a margem dos rios e locais de



alta vulnerabilidade ambiental. As regiões Sudeste e Sul possuem as maiores densidades brasileiras, o que significa que a maioria da população do Brasil reside nestes territórios (Censo Demográfico IBGE, 2013), que também estão sujeitos aos desastres naturais.

A região Centro-Oeste foi a que obteve o menor número de desabrigados e de BLHs alocadas em todo país. A maioria dos estados desta região demandou de uma BLH em cada, porém não foi verificada uma concentração de municípios nesses Estados. Sendo assim, as BLHs foram localizadas na região central de cada estado desta região, permitindo um melhor atendimento por todo o território. Apesar do número baixo de BLH na região Centro-Oeste, existe a necessidade dessas BLHs, pois como houve uma concentração das bases na zona litorânea do país, esta região ficaria desamparada se fosse atendida por bases de outras regiões brasileiras, devido a forma de ocupação do território.

Os Estados do Rio Grande do Norte (Nordeste) e de Roraima (Norte) apresentaram apenas um município com números de desabrigados por desastres naturais no período analisado. Logo, a BLH foi localizada nesses municípios. Estes estados possuem fronteiras e proximidade com outros estados e regiões que obtiveram um maior número de cidades com desabrigados. Sendo assim, uma alternativa seria o compartilhamento das BLHs, a fim de evitar ociosidade em locais que possuem demandas menores. Compete destacar que a falta de informações sobre registros e dados em relação a desastres naturais, bem como o número de desabrigados pode interferir nesses números e análises.

Determinar a localização ideal para a instalação das BLHs nos estados brasileiros é uma estratégia para diminuir o tempo de resposta às pessoas que necessitarem de abrigo temporário. A importância de uma localização correta também interfere nos custos de transporte do abrigo de contêiner, pois podem ser reduzidos se os centros de auxílio forem mais descentralizados, criando-se assim, rotas alternativas mais curtas e, por consequência, menos onerosas. Conforme visto na distribuição das BLHs, apesar de algumas estarem mais centralizadas entre si, existe uma rede de apoio formada pela ligação das BLHs que percorre todo o território nacional, oferecendo uma contribuição em relação ao pronto atendimento às vítimas desabrigadas. Assim, a localização de um abrigo temporário deve focar na eficiência e eficácia no processo de gerenciamento de emergência (Coutinho-Rodrigues et al, 2012; Xi et al, 2013); considerando o processo de evacuação e a localização do abrigo (Alçada-Almeida et al, 2009).

Diferentemente dos abrigos temporários convencionais utilizados no Brasil, como abrigos coletivos em repartições públicas, tendas ou casas de alvenarias, os abrigos de contêiner podem ser utilizados para fornecer ajuda em um dado desastre e depois reutilizados por outra família em um novo desastre em outra localidade. Esta é uma alternativa que pretende evitar desperdícios e custos de órgãos públicos, reaproveitar contêineres acumulados nos portos, e, principalmente, diminuir o tempo de resposta às vítimas



desabrigadas. Exemplos de estudos envolvendo contêineres para abrigos foram apresentados nos Estados Unidos por (Zabinski et al, 2010); na Sérvia (Aleksic et al, 2014); no Japão (Abulnour, 2014); na Malásia (Tan e Ling, 2018); e no Brasil (Ramos & Pereira, 2018), considerando abrigos pós desastres. Portanto, a presente pesquisa mostra um potencial de inovação na gestão dos desabrigados vítimas de desastres naturais no Brasil, uma vez que este tipo de alternativa de abrigo não é utilizado no país.

As BLHs poderiam também auxiliar no pronto atendimento a outros eventos extraordinários que necessitassem de estruturas físicas temporárias. Devido ao surgimento da pandemia do Covid-19 em 2020, e a questionamentos de como expandir unidades de saúde em um curto período de tempo, surgiu o CURA (Connected Units for Respiratory Ailments), unidades intensivas de saúde construídas com contêineres, desenvolvido e testado em Turim na Itália (World Economic Forum, 2020). As construções de contêineres contribuem nestas situações de emergências, pois são estruturas rápidas de montar e desmontar, podem ser movidas de epicentro para epicentro por estrada, trem e navio, dentro das cidades, estados, países e até mesmo ao redor do mundo (Abulnour, 2014). Problemas enfrentados no Amapá na fronteira de Pacaraima com os refugiados venezuelanos também poderiam ser mitigados com a utilização deste tipo de abrigo, uma vez que foram necessários construir 13 abrigos em locais diferentes cedidos, que atenderam uma demanda de 7 mil imigrantes venezuelanos (Mendes, 2019).

Neste contexto, tal iniciativa desta pesquisa pode auxiliar gestores públicos a fundamentar análises e a direcionar decisões políticas e técnicas de gestão de risco adequadas para sua realidade local. Além de fornecer um processo metodológico detalhado de localização e funcionamento de BLHs que poderá ser utilizado como referência para construções de planos de emergência em casos de desastres em diferentes intervalos de tempo e regiões.

Conclusão

O planejamento de medidas de pronta resposta para situações de desastre natural é um desafio reconhecido na redução do impacto de tais eventos em todo o mundo (Kunz et al. 2014). Portanto, este artigo apresentou procedimentos para localização de abrigos temporários de contêineres marítimos adaptados para vítimas de desastres naturais. A partir da combinação dos métodos p-Mediana de localização de facilidades, clusterização e SMART foi possível identificar as localizações de 52 BLHs em todo o território brasileiro, considerando os 26 Estados e municípios que apresentaram os maiores desastres naturais entre 2013 e 2018. A localização das BLHs concentrou nas regiões na zona costeira do país em função dos registros de maior índice de ocorrência de desastres naturais no período



analisado. Portanto, as 52 BLHs totalizam o quantitativo de 90.775 casas contêineres de 40 pés em uma rede de apoio para atender as principais regiões afetadas por desastres naturais em todo o país.

Os danos causados por desastres naturais no Brasil e em países subdesenvolvidos não estão apenas conectados com a magnitude do evento, mas também estão atrelados às ações do homem que acarretam situações de risco. Uma grande parte da população vive em condições precárias, onde não há infraestrutura básica e terrenos impróprios são utilizados para construção de moradias. Essa precarização das cidades gera vulnerabilidade à população, aumentando situações de risco na ocorrência de fenômenos naturais, concentrando-se principalmente na região Norte do Brasil.

O uso de contêineres marítimos adaptados é uma alternativa sustentável para reduzir o tempo de resposta dos órgãos públicos e diminuir o período em que as famílias ficam em abrigos temporários ou sem abrigos adequados. Essa abordagem pode permitir que entidades ligadas ao setor marítimo possam realizar parcerias com o setor público no intuito de atenderem uma demanda reprimida no país diante da recorrência de problemas de eventos climáticos, além de contribuir para reduzir o problema da destinação final, proporcionando condições favoráveis a reciclagem dos contêineres. Adicionalmente, as BLHs também poderiam oferecer um alívio a outros eventos extraordinários, que carecessem de estruturas temporárias móveis, como por exemplo em ações de guerra e pandemia.

Referências

- Abulnour, A. H. (2014). The post-disaster temporary dwelling: Fundamentals of provision, design and construction. *Hbrc Journal*, 10(1), 10-24. <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2013.06.001>
- Alçada-Almeida, L., Tralhao, L., Santos, L., & Coutinho-Rodrigues, J. (2009). A multiobjective approach to locate emergency shelters and identify evacuation routes in urban areas. *Geographical analysis*, 41(1), 9-29. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2009.00745.x>
- Aleksic, J., Mihajlovic, V., & Jovanovic, T. (2014). Cost-benefit analysis of shipping container emergency shelters: the case study of the Republic of Serbia. *Aktual'ni Problemy Ekonomiky= Actual Problems in Economics*, (158), 56. https://www.researchgate.net/publication/292623055_Cost-benefit_analysis_of_shipping_container_emergency_shelters_The_case_study_of_the_republic_of_Serbia
- Barcellos, P. D. C. L., Da Costa, M. S., Cataldi, M., & Soares, C. A. P. (2017). Management of non-structural measures in the prevention of flash floods: a case study in the city of Duque de Caxias, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Natural Hazards*, 89(1), 313-330. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2966-4>
- Barcellos, P. D. C. L., Silva, F. P. D., Vissirini, F. S. B., Magalhães, C. D. A., Terra, J. M., Dutra, M. R. F., & Amaral, I. C. F. D. (2016). Diagnóstico meteorológico dos



- desastres naturais ocorridos nos últimos 20 anos na cidade de Duque de Caxias. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31(3), 319-329. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631320150146>
- Barreto, S., Ferreira, C., Paixão, J., & Santos, B. S. (2007). Using clustering analysis in a capacitated location-routing problem. *European Journal of Operational Research*, 179(3), 968–977. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.06.074>
- Baray, J., Cliquet, G. (2013). Optimizing locations through a maximum covering/p-median hierarchical model: Maternity hospitals in France. *Journal of Business Research*, 66(1), 127-132. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.09.003>
- Bayram, V., Yaman, H. A stochastic programming approach for Shelter location and evacuation planning. *RAIRO-Oper. Res.* 52 (3) 779-805, 2018. <https://doi.org/10.1051/ro/2017046>
- Celik, E. (2017). A cause-and-effect relationship model for location of temporary shelters in disaster operations management. *International journal of disaster risk reduction*, 22, 257-268. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.02.020>
- CEPED (Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres). Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 – 2014. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 230 p, 2016. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/01/111703-WP-CEPEDRelatoriosdeDanoslayout-PUBLIC-PORTUGUESE-ABSTRACT-SENT.pdf>
- Costa, G. G. (2016). Identificação de Municípios Homogêneos Quanto A Ameaças Ambientais No Estado do Rio de Janeiro por Two Step Cluster. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, 10(1), 62-71. <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/4207>
- Coutinho-Rodrigues, J., Tralhão, L., & Alçada-Almeida, L. (2012). Solving a location-routing problem with a multiobjective approach: the design of urban evacuation plans. *Journal of Transport Geography*, 22, 206-218. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.006>
- Guimarães, D. F. S, dos Santos Belmiro, C., Alves de Vasconcelos, M., & dos Santos Pereira, H. (2019). Fluvial environmental disasters: risk perception and evaluation of government responses by riverine populations in Cacaú Pirêra, Iranduba/AM. *Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate*, 10(3). <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v10n3.2019.23711>
- Dalal, J., Mohapatra, P. K. J., & Mitra, G. C. (2007). Locating cyclone shelters: A case. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 16(2), 235–244. <https://doi.org/10.1108/09653560710739559>
- de Almeida, L. Q., Welle, T., & Birkmann, J. (2016). Disaster risk indicators in Brazil: a proposal based on the world risk index. *International journal of disaster risk reduction*, 17, 251-272. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.04.007>
- de Mendonça, M. B., & da Silva, D. R. (2020). Integration of census data based vulnerability in landslide risk mapping-The case of Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 50, 101884. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101884>



- de Mendonca, M. B., & Gullo, F. T. (2020). Landslide risk perception survey in Angra dos Reis (Rio de Janeiro, southeastern Brazil): A contribution to support planning of non structural measures. *Land Use Policy*, 91, 104415. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104415>
- Debortoli, N.S., Camarinha, P.I.M., Marengo, J.A. et al. An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. *Nat Hazards* 86, 557–582 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2705-2>
- DEFESA CIVIL. Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres. Disponível em: <<http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/GLOSSARIO-Dicionario-Defesa-Civil.pdf>>. Acesso em: 03/04/2019.
- Degrossi, L. C., de Albuquerque, J. P., Fava, M. C., Mendiando, E. M. (2014, July). Flood Citizen Observatory: a crowdsourcing-based approach for flood risk management in Brazil. In SEKE (pp. 570-575). https://www.researchgate.net/publication/262939561_Flood_Citizen_Observatory_a_crowdsourcing-based_approach_for_flood_risk_management_in_Brazil
- Dolman, D. I., Brown, I. F., Anderson, L. O., Warner, J. F., Marchezini, V., & Santos, G. L. P. (2018). Re-thinking socio-economic impact assessments of disasters: The 2015 flood in Rio Branco, Brazilian Amazon. *International journal of disaster risk reduction*, 31, 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.04.024>
- Hakimi, S. L. (1965). Optimum distribution of switching centers in a communication network and some related graph theoretic problems. *Operations research*, 13(3), 462-475. <https://doi.org/10.1287/opre.13.3.462>
- Hong, Yan. A study on the condition of temporary housing following disasters: Focus on container housing, *Frontiers of Architectural Research*, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.04.005>
- IBGE. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Perfil dos Municípios Brasileiros, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20/02/2018.
- Islam, H., Zhang, G., Setunge, S., & Bhuiyan, M. A. (2016). Life cycle assessment of shipping container home: A sustainable construction. *Energy and Buildings*, 128, 673–685. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.002>
- Johnson, C., Lizarralde, G., Davidson, C. H. (2006). A system view of temporary housing projects in postdisaster reconstruction. *Construction Management and Economics*, n. 24, p. 367–378. doi:10.1080/01446190600567977. <https://doi.org/10.1080/01446190600567977>
- Kunz, N., Reiner, G., & Gold, S. (2014). Investing in disaster management capabilities versus pre-positioning inventory: A new approach to disaster preparedness. *International Journal of Production Economics*, 157, 261-272. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.11.002>
- Lall, S. V., Deichmann, U. Density and Disasters Economics of Urban Hazard Risk. *The World Bank Research Observer*, 2009. <https://dx.doi.org/10.2307/2326282>



- Liao, K., Guo, D. (2008). A Clustering-based approach to the capacitated facility location problem. *Transactions in GIS*, 12(3), 323–339. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2008.01105.x>
- Ling, P. C. H., Tan, C. S., Saggaff, A. (2019, September). Feasibility of ISO shipping container as transitional shelter-a review. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 620, No. 1, p. 012056) IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/620/1/012056>
- Marcelino, E. V. *Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos*. Caderno Didático nº 1. INPE/CRS, Santa Maria, 2008.38p, 2008. <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.02.16.22/doc/publicacao.pdf>
- Mendes, R. L. D. C. (2019). Logística de ajuda humanitária na operação acolhida: a mobilização em apoio à população Venezuelana. <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/5069>
- Menezes, J. A., Confalonieri, U., Madureira, A. P., Duval, I. D. B., Santos, R. B. D., & Margonari, C. (2018). Mapping human vulnerability to climate change in the Brazilian Amazon: the construction of a municipal vulnerability index. *PloS one*, 13(2), e0190808 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190808>
- Nappi, M. M. L., Souza, J. C. *Conceitos e ferramentas na engenharia de transportes. Desastres naturais: seleção e localização espacial de abrigos para flagelados*, Kanashiro. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.
- Nappi, M. M. L., Souza, J. C. *Disaster Management: Hierarchical Structuring Criteria for Selection and Location of Temporary Shelters*. *Natural Hazards*, v. 75, n. 3, p. 2421-2436, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1437-4>
- Noji, E. K. (1991). Natural disasters. *Critical care clinics*, 7(2), 271-292. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2019.05.001>
- Peña, J. A., Schuzer K. *Design of Reusable Emergency Relief Housing Units Using General-Purpose (GP) Shipping Containers*. *Int. J. Eng. Res. Innov.*, vol. 4, no. 2, pp. 55–64, 2012.
- Perrucci, D.V.; Vazquez, B.A.; Aktas, C.B. *Sustainable Temporary Housing: Global Trends and Outlook*. *Procedia Eng.* 2016, 145, 327–332. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.082>
- Perrucci, Daniel; Baroud, Hiba. *A Review of Temporary Housing Management Modeling: Trends in Design Strategies, Optimization Models, and Decision-Making Methods*. *Sustainability*, v. 12, n. 24, p. 10388, 2020. <https://doi.org/10.3390/su122410388>
- Pizzolato, N. D., Raupp, F. M. P., Alzamora, G. S. *Revisão de métodos aplicados em localização com base em modelos da p-mediana e suas variantes*. *Revista Eletrônica Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento*, 4, p, 13 42, 2012. https://www.researchgate.net/publication/351130546_Aplicacao_do_metodo_das_p-medianas_para_otimizacao_da_localizacao_dos_hospitais_de_campanha_na_cidad_e_do_Rio_de_Janeiro_em_uma_possivel_segunda_onda_de_contagio_do_Covid-19
- Ramos, A.C; Pereira, N.N. *Contêineres marítimos como alternativa para mitigar impactos de desastres naturais*. In: 27º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 2018, Rio de Janeiro. Anais



- eletrônicos... Campinas, Galoá, 2020. Disponível em: <https://proceedings.science/sobena-2018/papers/reutilizacao-de-containers-maritimos--uma-solucao-sustentavel?lang=pt-br>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- Ramos, A.C; Pereira, N.N. Reutilização de contêineres marítimos: uma solução sustentável. In: 27º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 2018, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2020. Disponível em: <https://proceedings.science/sobena-2018/papers/reutilizacao-de-containers-maritimos--uma-solucao-sustentavel?lang=pt-br>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- Revelle, C., Swain, R. Central facilities location. *Geographical Analysis*, 2, 30–40, 1970. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1970.tb00142.x>
- Soler, L. S., Gregorio, L. T., Leal, P., Gonçalves, D., Londe, L., Soriano, É., & Saito, S. (2013, October). Challenges and perspectives of innovative digital ecosystems designed to monitor and warn natural disasters in Brazil. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems* (pp. 254-261). <https://doi.org/10.1145/2536146.2536191>
- Tang, C. S., & Ling, P. C. (2018). Shipping Container as shelter provision solution for post-disaster reconstruction. In *E3S web of conferences* (Vol. 65, p. 08007). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186508007>
- Tzeng, G. H., Cheng, H. J., Huang, T. D. Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems. *Transportation Research Part E*, v. 43, p. 673–686, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2006.10.012>
- UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees). *Handbook for emergencies*, 2nd Ed., Geneva, 2000. <https://www.refworld.org/pdfid/46a9e29a2.pdf>
- Vergueiro, Waldomiro. *Qualidade em serviços de informação*. São Paulo: Editora, Arte & Ciência, 2002.
- Valencio, N. F. L. S. Desastres, ordem social e planejamento em Defesa Civil: o contexto brasileiro. *Saúde e Sociedade*, v. 19, n. 4, p. 748-762, 2010. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902010000400003>
- Zabinski, K. B., brodaski, M. A., Campanelli, R. L. *Shipping Container Emergency Shelters*, 2010. Disponível em: <https://digitalcommons.wpi.edu/mqp-all/639>
- Zhang, S., setunge, G., Van elmt, S. Using Shipping Containers to Provide Temporary Housing in Post-disaster Recovery: Social Case Studies. *Procedia Econ. Financ.*, vol. 18, no. September, pp. 618–625, 2014. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00983-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00983-6)