

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - PPGEPS

ANDRÉS FELIPE GARCÍA PÉREZ

**PRÉ-POSICIONAMENTO E AQUISIÇÃO DE SUPRIMENTOS NA CADEIA
HUMANITÁRIA BRASILEIRA**

Sorocaba-SP

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - PPGEPS

ANDRÉS FELIPE GARCÍA PÉREZ

**PRÉ-POSICIONAMENTO E AQUISIÇÃO DE SUPRIMENTOS NA CADEIA
HUMANITÁRIA BRASILEIRA.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos - Campus Sorocaba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Douglas José Alem Junior.
Coorientadora: Profª. Dra. Eli Angela Vitor Toso.

Financiamento: CAPES.

Sorocaba-SP

2018

García Pérez, Andrés Felipe

Pré-Posicionamento E Aquisição De Suprimentos Na Cadeia Humanitária Brasileira / Andrés Felipe García Pérez. -- 2018.

111 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Douglas José Alem Junior

Banca examinadora: Eli Angela Vitor Toso, Kelly Cristina Poldi, Victor Cláudio Bento de Camargo

Bibliografia

1. Logística – Preparação para emergências. 2. Processo decisório – Modelos matemáticos. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano – CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Andrés Felipe García Pérez, realizada em 04/05/2018:

Eli Angela V. Toso

Profa. Dra. Eli Angela Vitor Toso
UFSCar

Kelly Cristina Poldi

Profa. Dra. Kelly Cristina Poldi
UNICAMP

Victor Claudio Bento de Camargo

Prof. Dr. Victor Claudio Bento de Camargo
UFTM

Douglas José Alem Junior

Prof. Dr. Douglas José Alem Junior
UFSCar

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Kelly Cristina Poldi, Victor Claudio Bento de Camargo, Douglas José Alem Junior e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ao) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

Eli Angela V. Toso

Profa. Dra. Eli Angela Vitor Toso

*Dedicado às pessoas que na dificuldade seguem
buscando a saída do labirinto. Avante!!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a aquela força que nos concede sonhar e a sua energia que me permitiu dar esse passo.

Agradecimentos são direcionados às pessoas que antes e durante essa experiência contribuíram ao cumprimento deste objetivo, seria incontável o número de páginas necessárias para escrever o nome de todos os envolvidos em atingir esta minha meta.

Agradeço ao Professor Douglas José Alem Junior por ter me aceitado como seu orientado e à Professora Eli Angela Vitor Toso pelo seu amparo nos momentos difíceis.

José Geraldo, Rosane Nunes e você Alfredo, obrigado pelo apoio. Aura, Camille, Jorge, Hector, Victor, obrigado pela sua amizade, aqueles tempos no GPOL viveram sempre na nossa memória.

Agradecimentos especiais são direcionados a todos os que foram meus educadores. Agradeço pelo financiamento da CAPES, órgão indispensável no desenvolvimento da sociedade no Brasil.

À minha família, obrigado.

Resumo

GARCÍA, Andrés. Pré-Posicionamento E Aquisição De Suprimentos Na Cadeia Humanitária. 2018. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2018.

Na cadeia humanitária brasileira, os fluxos de produtos a partir do setor privado para as vítimas de desastres, são apenas permitidos na hipótese de que um processo licitatório com a esfera pública foi realizado. A proposta deste trabalho é uma abordagem de programação inteira mista, para o suprimento de ajudas em áreas de desastre via aquisição e/ou pré-posicionamento, visando integrar as decisões de localização de depósitos e de avaliação do *trade-off* entre a compra de ajudas no pré ou no pós-desastre a partir dos acordos realizados entre fornecedores e a Defesa Civil brasileira. A localização de depósitos é tratada sob um enfoque de localização de máxima cobertura sendo o tempo de atendimento às vítimas restritivo. Além da localização de depósitos, também é considerado o tamanho em que serão abertos. São consideradas restrições de equidade geográfica e por produto, para uma distribuição justa de um orçamento disponível, comum no âmbito governamental. Resultados mostram a necessidade de manter estoques estratégicos em vários estados do Brasil, para assim poder garantir o tempo de satisfação dos produtos emergenciais segundo os parâmetros estabelecidos.

Palavras chaves: Programação Inteira Mista; Logística humanitária; Localização de Máxima Cobertura.

Abstract

In the Brazilian humanitarian chain, product flows from the private sector to victims of disasters are only allowed on the hypothesis that a bidding process with the public sphere was carried out. The proposal of this work is a mixed-integer linear programming approach, for the supply of aid in disaster areas via acquisition and / or pre-positioning, with the purpose of integrating location of deposits decisions and evaluating the trade-off between the aids bought before and after the disaster, from the agreements between suppliers and the Brazilian Civil Defense. Location of deposits is treated under a localization approach of maximum coverage with the time of attendance to the victims being a limiting factor. Beyond location of deposits, is also considered its size to be opened. There are considered restrictions of geographical and product fairness, for a fair distribution of a budget available, common in the governmental scope. Results shows the need to maintain strategic stocks in certain Brazilians states, guaranteeing time satisfaction in emergencies products according to the established parameters.

Keywords: mixed-integer linear programming; Humanitarian logistic; maximal covering location..

Índice de Figuras

1.1	Classificação dos desastres.	9
1.2	Fases pré-desastre e pós-desastre da cadeia de suprimento humanitária.	11
2.1	Número de artigos por revistas.	15
3.1	Registros do total dos eventos no Brasil de 1991 a 2012.	22
3.2	Regiões do Brasil segundo a SRP.	25
4.1	Tomada de decisões considerado no modelo de otimização.	28
4.2	Exemplo ilustrativo de situação de abastecimento.	34
5.1	Pré-posicionamento de produtos no teste cenário atual com 10%,50% e 100% de orçamento.	53
5.2	Composição do orçamento no teste <i>default</i>	55
5.3	Nível de serviço e localização de depósitos - considerações de equidade.	57
5.4	Composição do orçamento para as considerações de equidade.	58
5.5	Níveis de serviço para o teste sem consideração de equidade para tempos de satisfação estabelecidos em ata. Fonte: elaboração própria.	62
5.6	Níveis de serviço para o teste <i>default</i> para tempos de satisfação estabelecidos em ata.	62
5.7	Níveis de serviço para o teste considerando valores SOVI para tempos de satisfação estabelecidos em ata.	63
5.8	Composição do orçamento para tempos de satisfação estabelecidos em ata.	64

Índice de Tabelas

5.1	Abrangência de atendimento dos produtos.	36
5.2	Dimensões estimadas de cada <i>kit</i>	36
5.3	Quantidade reservada na ARP (em unidades).	37
5.4	Quantidade de demanda anual máxima por região.	37
5.5	Volume máximo dos depósitos por região.	38
5.6	Dimensões candidatas a serem consideradas para os depósitos.	38
5.7	Equipamentos de movimentação.	39
5.8	Equipamento para depósitos de “volume máximo total” por região.	40
5.9	Custo de aluguel por região e configuração dos depósitos.	41
5.11	Preços dos <i>kits</i> emergenciais por região (R\$).	41
5.10	Dados dos fornecedores vencedores.	42
5.12	Valor do m^3 por depósito.	44
5.13	Custos do transporte rodoviário de carga.	44
5.14	Classificação e tempo de satisfação dos produtos.	45
5.15	Valores SOVI normalizados.	46
5.16	Importância de produtos.	46
5.17	Conjunto de testes.	49
5.18	Abertura de depósitos e pré-posicionamento de produtos.	51
5.19	Abertura de depósitos no teste <i>default</i>	54
5.20	Grupos de estados segundo o valor SOVI.	59
5.21	Estatísticas do nível de serviço para as considerações de equidade.	60
5.22	Nível de atendimento na equidade por produto.	61
A.1	Regiões do Brasil segundo a SRP.	71
A.2	Itens que compõem os <i>kits</i> assistenciais.	72
A.3	Produtos abastecidos por cada fornecedor	73
A.3	Produtos abastecidos por cada fornecedor (continuação)	74

B.1	Média de desabrigados e desalojados.	76
B.2	Quantidades e custos por pallets e estantes.	77
B.7	Quantidades médias de estoque por produto e região.	78
B.7	Quantidades médias de estoque por produto e região. (continuação)	79
B.7	Quantidades médias de estoque por produto e região. (continuação)	80
B.8	Volume médio em estoque e taxa de armazenagem por configuração	81
B.8	Volume médio em estoque e taxa de armazenagem por configuração (continuação)	82
B.8	Volume médio em estoque e taxa de armazenagem por configuração (continuação)	83
B.9	Custos de abertura (R\$).	84
C.1	Demanda insatisfeita do estado Distrito Federal (DF) (%). Fonte: elaboração própria.	86
C.2	Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- sem equidade	87
C.3	Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com equidade default - prioridade 1 para todos	88
C.4	Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com equidade SoVI	89
C.5	Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com lead times da ATA SEM equidade	90
C.6	Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com lead times da ATA SEM equidade	91
C.7	Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com lead times da ATA (equidade e outros default)	92
C.8	Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com lead times da ATA Equidade SoVI	93
C.9	Custos e fluxos - Teste sem equidade	94
C.10	Custos e fluxos - prioridade 1 para todos	95
C.11	Custos e fluxos - Teste com equidade SoVI	96
C.12	Custos e fluxos -Teste com lead times da ATA SEM equidade	97
C.13	Custos e fluxos -Teste com lead times da ATA (equidade e outros default)	98
C.14	Custos e fluxos - Teste com lead times da ATA Equidade SoVI	99
C.15	Resultados de distribuição de demanda atendida por produto - Teste de equidade sem prioridade de produto.	100
C.16	Resultados de distribuição de demanda atendida por produto - Teste de equidade por produto - usando as prioridades tabela 5.16	100

D.1	Tempos computacionais - Teste sem equidade	102
D.2	Tempos computacionais - Teste com equidade default - prioridade 1 para todos .	102
D.3	Tempos computacionais - Teste com equidade SoVI	102
D.4	Tempos computacionais - Teste com lead times da ATA SEM equidade	103
D.5	Tempos computacionais - Teste com lead times da ATA (equidade e outros default)	103
D.6	Tempos computacionais - Teste com equidade SoVI	103
D.7	Tempos computacionais - Teste de equidade por produto - usando as prioridades tabela 5.16	104

Índice Geral

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Alocação de fontes de suprimento	16
2.2	Seleção de fornecedores	18
3	CONTEXTUALIZAÇÃO DA CADEIA HUMANITÁRIA NO BRASIL	21
3.1	Sistema de registro de preços (SRP)	24
4	MODELAGEM MATEMÁTICA	26
4.1	Descrição do problema	26
4.2	Modelo matemático	30
5	EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS	35
5.1	Descrição dos dados	35
5.2	RESULTADOS COMPUTACIONAIS	47
5.2.1	Estratégias usadas pelo modelo proposto - caso A	50
5.2.2	Análise de prioridades de atendimento - caso B	55
5.2.3	Uso de tempos de <i>lead time</i> máximo estabelecidos em ata - Caso C	61
6	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	65
	Referências Bibliográficas	65
A	INFORMAÇÕES ADICIONAIS DO SISTEMA DE REGISTRO DE PREÇOS	70
B	NÚMERO DE VÍTIMAS E CUSTOS DAS OPERAÇÕES	75
C	RESULTADOS ADICIONAIS	85

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

A gestão de desastres compreende quatro etapas tradicionalmente atribuídas ao ciclo de um desastre. A etapa inicial é a mitigação, em que são aplicadas medidas para que os impactos ocasionados pelos desastres sejam reduzidos. Na etapa seguinte, de preparação, ocorre a proposição e o desenvolvimento de planos de respostas anteriores ao desastre, na tentativa de preparar a comunidade para uma melhor resposta quando o desastre ocorrer de fato. Na etapa de resposta inicia-se a efetivação dos planos de ajuda emergencial como evacuação das vítimas, salvamento e resgate, distribuição de abrigos, alimentos etc. A etapa de recuperação tem o objetivo de ajudar no retorno à normalidade da área afetada, seja na reconstrução da infraestrutura, no auxílio financeiro às vítimas ou na restauração dos serviços básicos (GALINDO; BATTA, 2013).

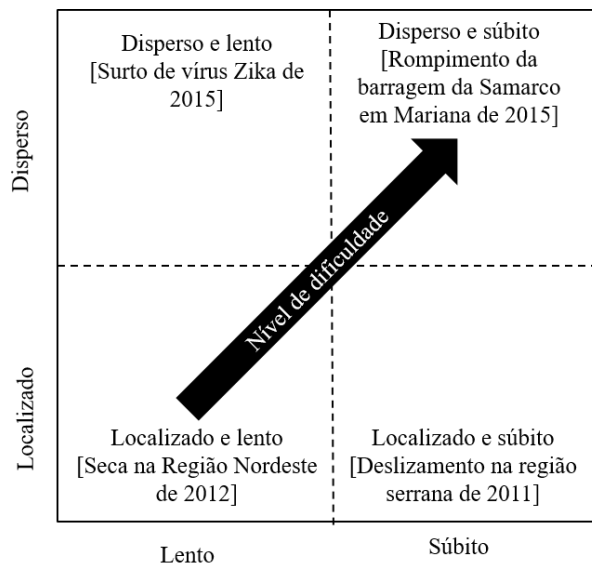
O planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenagem eficiente de produtos e materiais em uma cadeia de suprimento, assim como de informação, de uma origem até um destino, com a intenção de atender às necessidades de pessoas vulneráveis em áreas de desastre, é chamado de logística humanitária (THOMAS; KOPCZAK, 2005). Segundo Balcik e Beamon (2008), diferente das cadeias de suprimento comerciais em que as atividades de abastecimento compreendem o fornecimento de materiais, a manufatura, a distribuição e o consumo, o fluxo de fornecimento de áreas de desastre em uma cadeia humanitária se dá usando estoques pré-posicionados em depósitos, ou a partir da aquisição de produtos emergenciais em fontes de suprimentos como fornecedores e doadores.

O planejamento da cadeia humanitária exige a coordenação das diversas atividades nas etapas de preparação e resposta, de forma a garantir que o objetivo mais básico de auxílio e salvamento da população afetada, mesmo sob recursos escassos, seja cumprido. A etapa de preparação incorpora estratégias que permitem a implementação bem-sucedida das operações de resposta. Essa etapa é a única na qual a rede física, sistemas de informação e as bases para a colaboração

entre os agentes da rede humanitária são desenvolvidos (COZZOLINO, 2012). Algumas decisões na etapa de preparação incluem a localização de centros de distribuição, o pré-posicionamento de estoque, a seleção de fornecedores, entre outras.

A Figura 1.1 apresenta e exemplifica a classificação dos desastres segundo a sua extensão (localizado ou disperso) e temporalidade (lento ou súbito), características que podem determinar as correspondentes operações logísticas. Assim, para esses tipos de desastres, quatro estratégias fundamentais podem ser implementadas: pré-posicionamento, envio proativo, envio gradual e aumento rápido de capacidade (APTE, 2011). O pré-posicionamento refere-se à armazenagem de produtos emergenciais anteriormente à ocorrência de um desastre, visando diminuir o tempo de atendimento das vítimas. O envio proativo refere-se ao envio de produtos emergenciais para áreas próximas a um eventual desastre após a emissão de alerta de um potencial desastre. O envio gradual é definido como o envio de produtos emergenciais para áreas de desastre no momento da ocorrência e em quantidade suficiente para o atendimento das vítimas. O aumento rápido de capacidade é indicado quando os recursos para atender as áreas de desastre são escassos.

Figura 1.1: Classificação dos desastres.



Fonte:(APTE, 2009).

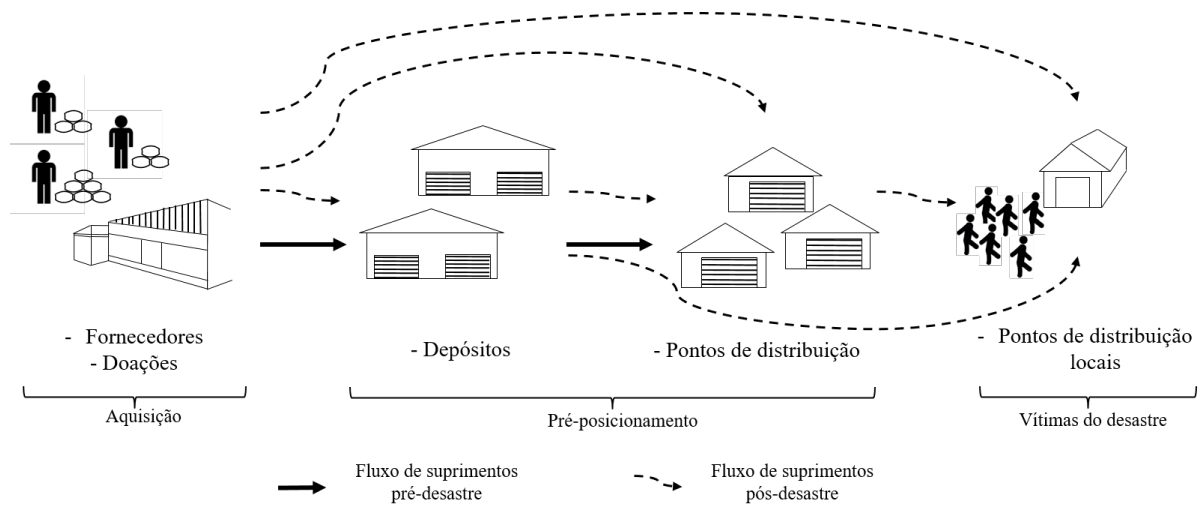
Dado que o pré-posicionamento proporciona maior velocidade de resposta, é altamente desejável nos casos em que o tipo de desastre é súbito e localizado. Para viabilizar o pré-posicionamento nos casos em que o tipo de desastre é disperso, instalações de tamanhos menores podem ser estabelecidas para evitar grandes quantidades de estoque e altos custos de transporte. O envio proativo é viável só para desastres de início lento, dado que a velocidade de resposta depende da rapidez em que se possa prever o desastre. O envio gradual pode ser usado em

desastres tanto de início lento como súbito, quando não se disponha de áreas de armazenagem ou recursos para transporte e pode evitar o excesso de estoque, pois os produtos necessários serão entregues de forma imediata às vítimas; no entanto, a viabilidade dessa estratégia depende da velocidade de resposta na aquisição dos produtos e da rapidez em que possam ser entregues nas áreas de desastre. Por último, a estratégia de aumento rápido de capacidade refere-se à alocação de recursos (i.e., produtos emergenciais, equipes médicas, de transporte etc.) em localidades seguras, próximas a áreas de desastre, quando existir déficit de capacidade de resposta. Nesse trabalho, o pré-posicionamento é proposto para conseguir reduzir o tempo de resposta às necessidades das vítimas de desastres, em virtude de que a proximidade dos estoques pré-posicionados a possíveis áreas de desastre possam encurtar os tempos de atendimento.

Vários atores e tipos de instalações podem ser identificados em uma cadeia humanitária de suprimentos. De maneira geral, as organizações humanitárias conseguem abastecer áreas de desastre adquirindo produtos emergenciais de fontes como fornecedores e doadores, ou a partir de estoques pré-posicionados. Dessa maneira, as organizações humanitárias podem estabelecer depósitos que são instalações permanentes comumente localizadas em áreas seguras de desastres para pré-posicionar produtos emergenciais. Pontos de distribuição com menor capacidade de armazenagem do que os depósitos são instalados próximos às áreas de desastre onde produtos emergenciais são separados e classificados. Outro tipo de instalação são os pontos de distribuição locais, para atendimento direto das necessidades das vítimas do desastre (BEAMON; BALCIK, 2008).

A Figura 1.2 mostra um exemplo de cadeia de suprimento humanitária baseado no estudo de Balcik et al. (2010). Na fase de pré-desastre, fluxos das fontes de suprimento como fornecedores e doadores abastecem depósitos e estes, por sua vez, podem abastecer pontos de distribuição nessa mesma fase. Na fase de pós-desastre, conhecida a localização exata do desastre, existem múltiplos fluxos das fontes de suprimento ou do pré-posicionamento para essa área. Nessa fase, os depósitos podem abastecer pontos de distribuição ou pontos de distribuição locais. Os pontos de distribuição podem abastecer pontos de distribuição locais e os pontos de distribuição locais podem apenas atender às vítimas do desastre. Para complementar os produtos adquiridos via pré-posicionamento, é possível a compra de produtos emergenciais dos fornecedores no pós-desastre, além da utilização de produtos provenientes de doações. Deste modo, os fornecedores e doadores podem abastecer as áreas afetadas diretamente ou qualquer outro ponto da cadeia humanitária.

Figura 1.2: Fases pré-desastre e pós-desastre da cadeia de suprimento humanitária.



Fonte: elaboração própria.

A aquisição de produtos emergenciais para o atendimento das vítimas de desastres pode ser crucial na prestação de socorro, mesmo a um custo potencialmente muito elevado. Por exemplo, os itens demandados podem estar indisponíveis na área e no dia do desastre, impossibilitando o atendimento imediato, além de aumentar a procura dos itens no período pós-desastre, o que geralmente leva à competição entre os consumidores e, conseqüentemente, ao aumento dos preços. Assim como Balcik et al. (2010) apontam em seu estudo, existe a necessidade de ações para auxiliar a coordenação das atividades de gestão de desastres, por exemplo a questão de conciliar as quantidades dos suprimentos a serem adquiridos de forma a atender o maior número de vítimas possível, sem que haja excessos. Esta questão em particular é levantada pelos autores como um desafio para o gerenciamento das operações de auxílio, pois está associada às incertezas envolvidas em situações de desastres, além da falta de recursos de suporte, sejam financeiros, humanos, tecnológicos ou de informação.

Desse modo, os contratos acordados com fornecedores na fase de pré-desastre representam uma ferramenta valiosa para garantir a disponibilidade de produtos e evitar o acréscimo dos preços devido ao aumento da demanda. Nesses acordos, em geral, são estipuladas quantidades de produtos em reserva para futuro fornecimento e os preços que serão praticados (BALCIK; AK, 2014).

Assim, existe um *trade-off* nas decisões relacionadas ao suprimento de ajudas nas duas fases do desastre. A possibilidade de apenas atender a demanda a partir da aquisição de produtos usando os acordos com fornecedores ou aguardando doações traz consigo o potencial de reduzir custos por gerenciamento e manutenção de estoque. Não obstante, o auxílio às vítimas fica condicionado à disposição de suprimento de entes externos à organização humanitária, sem

poder ser plenamente controlado. Além disso, o tempo máximo de atendimento às vítimas não é garantido, seja pela localização geográfica do fornecedor ou mesmo pelo próprio sistema de seleção de fornecedores que pode não considerar, além da localização dos fornecedores, o risco de não abastecimento em uma situação de desastre. Nesse sentido, o estabelecimento de depósitos pode permitir um atendimento mais rápido às vítimas, além de garantir a disponibilidade de produtos emergenciais quando necessário.

No caso brasileiro, a aquisição de produtos para a cadeia humanitária é feita a partir de processos de licitação que selecionam os fornecedores com menor preço e definem reservas de *kits* emergenciais que podem ser adquiridos a este preço. Assim, o atendimento de uma situação de desastre em cada região brasileira pode ser realizado apenas pelos fornecedores que venceram o processo licitatório para a região, nas quantidades estabelecidas nos acordos. Os limites de tempo de entrega estabelecidos nos acordos com os fornecedores podem dificultar o pleno atendimento das vítimas, cuja exigência no caso brasileiro pode chegar a ser de até 192 horas. No entanto, como discutido em Rawls e Turnquist (2012), a rapidez na distribuição dos produtos de ajudas consumíveis (e.g., água e alimento) é necessária nas primeiras 72 horas após o evento, para garantir às vítimas as condições básicas de vida, e 120 horas para tipos de produtos não consumíveis (e.g., cobertores e travesseiros).

Nesse contexto, a proposta deste trabalho é propor uma abordagem de programação linear inteira mista para o planejamento da aquisição e pré-posicionamento de produtos emergenciais no atendimento de situações de desastre. O modelo proposto é multiperíodo, multiproduto e multidepósito, visando avaliar o *trade-off* entre a compra de *kits* emergenciais no pré ou no pós-desastre, a partir dos acordos realizados entre fornecedores e a Defesa Civil brasileira. Além disso, visa aprimorar o pronto atendimento das vítimas e procura obter níveis de serviço similares entre as áreas afetadas e por tipo de produto. As principais contribuições são considerar as particularidades do processo atual de aquisição de suprimentos na cadeia humanitária brasileira, além de estabelecer restrições de equidade e tempos de satisfação para o atendimento da demanda por tipo de produto.

As alternativas de fornecimento são limitadas pelas quantidades definidas previamente entre fornecedores e a Defesa Civil Brasileira. É incorporada ao modelo a aquisição de produtos em ambas as fases de um desastre, ou seja, o modelo considera decisões de atendimento a partir do pré-posicionamento de estoques e decisões de aquisição e atendimento a partir de estoque na fase pós-desastre. Como ressaltado por Balcik e Beamon (2008), devido às limitações financeiras e de recursos no âmbito governamental, os modelos do setor público e de serviços de emergência estão focados na acessibilidade e tempo de resposta. Assim, no presente trabalho o tempo de

atendimento às vítimas é restritivo - o atendimento das necessidades das vítimas deve cumprir com um determinado tempo de satisfação por tipo de produto e o custo operacional não deve ultrapassar o valor de orçamento disponível.

Dado o fato de haver recursos escassos, devido principalmente a questões orçamentárias e de quantidades limitadas de fornecimento, são estabelecidas considerações de equidade. No setor saúde, por exemplo, autores como Cardoso et al. (2015) propuseram quatro tipos de considerações de equidade: acesso para o pronto atendimento dos pacientes, utilização do nível mínimo de aproveitamento dos serviços, socioeconômica para definir níveis mínimos de atendimento para grupos de baixa renda e geográfica para definir níveis mínimos de atendimento através das regiões. Neste estudo, considerações de equidade geográfica são usadas para que o atendimento da demanda, entre as áreas afetadas, se dê com níveis de serviço similares. Uma particularidade do problema é que, devido à abrangência e baixo custo de alguns produtos, o envio de ajudas pode ser preferível para um reduzido conjunto de produtos, afetando conseqüentemente o atendimento dos outros tipos de produtos. Dessa forma, são propostas restrições de equidade para diminuir essas diferenças nos níveis de serviço por tipo de produto.

Para análise e avaliação do modelo matemático proposto foram realizados testes com dados dos acordos realizados entre fornecedores e a Defesa Civil brasileira na vigência do ano 2016, que representam quantidades de reserva de produtos nos fornecedores (BRASIL, 2016b). Segundo esses acordos, fornecedores vencedores de licitações por região para abastecimento de um dentre oito tipos de produtos, devem entregar os produtos nas capitais dos estados brasileiros. Contudo, dada a extensão territorial do Brasil, se traz à tona a possibilidade de reduzir os tempos de atendimento das vítimas de todos os tipos de desastres utilizando a estratégia de pré-posicionamento de produtos emergenciais, sem deixar de lado a opção do atendimento das áreas de desastre diretamente a partir dos fornecedores.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: o Capítulo 2 apresenta uma discussão entre os trabalhos que têm sido desenvolvidos na literatura para o tratamento das fontes de suprimento em cadeias humanitárias; o Capítulo 3 apresenta uma descrição sucinta do sistema de aquisição de produtos no Brasil e o capítulo 4, a descrição do problema e as formulações matemáticas propostas; o Capítulo 5 apresenta a descrição da instância avaliada e os resultados computacionais; o Capítulo 6 apresenta as conclusões e propostas para trabalhos futuros.

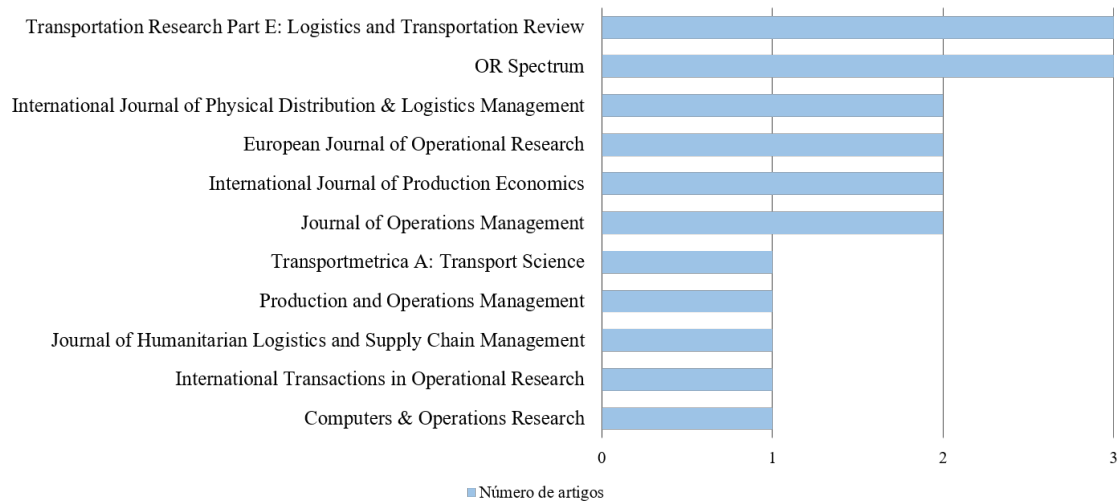
Capítulo 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O objetivo deste capítulo é apresentar uma revisão dos trabalhos da literatura que tratam o problema de suprimento de produtos emergenciais, usando as estratégias de pré-posicionamento e/ou aquisição, considerando as particularidades das fontes de suprimento das cadeias humanitárias, fornecedores e doadores. Para realização deste estudo foi feito um levantamento bibliográfico de modelos de programação linear que tratam o problema de gerenciamento de cadeias humanitárias para atendimento de áreas de desastre, considerando diferentes fontes de suprimento. Os trabalhos foram analisados segundo o tipo de modelagem utilizada e as decisões a serem tomadas pelos modelos.

Foram usadas as bases de dados *Web Of Science*, *Scopus*, *Science Direct* e, dada a dificuldade em achar trabalhos no contexto de pesquisa brasileiro, para procurar artigos publicados somente nessa situação, foram acrescentadas as bases de dados *SciELO* e *Google Academic*. As palavras chave definidas pelos autores foram "*Humanitarian*", "*Logistics*", "*Supply Chain*", "*Disaster*" em língua inglesa e portuguesa, considerando todos os anos possíveis de busca. Dessa forma, foram achados estudos com a temática deste trabalho nos seguintes periódicos: *Journal of Operations Management*, *International Journal of Production Economics*, *Computers & Operations Research*, *European Journal of Operational Research*, *International Transactions in Operational Research*, *OR Spectrum*, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, *Production and Operations Management* e *Journal of Transport Literature*. A Figura 2.1 apresenta o número de artigos por periódico. Em geral, os estudos propõem modelos considerando apenas os preços dos produtos e seus custos operacionais de abastecimento, sendo que poucos trabalhos incorporam as limitações relacionadas com os *leadtimes* ou disponibilidade das quantidades solicitadas de produtos no momento. Estes aspectos são de extrema importância no atendimento urgente de vítimas em situações de vulnerabilidade.

Figura 2.1: Número de artigos por revistas.



Fonte: elaboração própria.

Os trabalhos revisados podem ser classificados segundo seu tratamento das fontes de abastecimento: “Alocação de fontes de suprimento” e “Seleção de fornecedores”. Na primeira categoria é avaliado se é considerado o relacionamento das organizações humanitárias com as fontes de suprimento, como doadores ou setor privado. Os estudos nesta primeira categoria consideram a disponibilidade dos produtos e localização dos fornecedores, entre outras considerações como quantidade estimada de doações. A segunda categoria considera os estudos que tiveram entre suas decisões a atividade de seleção de fornecedores, a qual na gestão de desastre tem o potencial de reduzir o risco de não atender à demanda das vítimas e contribui para melhorar a convergência de materiais ao longo da cadeia de suprimentos humanitária.

Há vantagens e desvantagens associadas à aquisição nos chamados períodos pré e pós-desastre. A compra no pré-desastre é viabilizada pela consideração de pré-posicionamento de itens em depósitos, que permitem o estoque de suprimentos para casos de maior demanda ou com necessidade de tempos menores de satisfação por produto. Os custos de um estoque prévio, porém, podem ser elevados e por isso essa prática não é tão comum entre as organizações humanitárias (BALCIK et al., 2010). As decisões relacionadas a tais depósitos afetam diretamente o nível de serviço e resposta ao desastre, já que a capacidade, localização e pré-posicionamento destes influenciam no tempo e custo de atendimento às vítimas. Assim, os tempos de satisfação por produto encorajam o pré-posicionamento de itens para reduzir o tempo de entrega no pós-desastre (BOZORGI-AMIRI; JABALAMELI; HASHEM, 2013; CAUNHYE et al., 2016; CHARLES; LAURAS, 2011; CHARLES et al., 2016; JAHRE et al., 2016; MORENO; ALEM; FERREIRA, 2016; GARRIDO; LAMAS; PINO, 2015; RATH; GENDREAU; GUTJAHR, 2016).

As doações como fontes de suprimentos são pouco consideradas nos estudos analisados. Assim, só quatro deles acham pertinente o efeito das doações na cadeia. Para Charles e Lauras (2011), em seu modelo de programação inteira-mista, as doações são consideradas como possíveis quantidades entrantes na cadeia. Enquanto para Alem, Clark e Moreno (2016) e Moreno, Alem e Ferreira (2016), as quantidades de doações são tratadas como variáveis estocásticas. O desafio do gerenciamento de operações humanitárias é evidenciado em alguns estudos por meio do *trade-off* que contrapõe as compras nos períodos de preparação e resposta (ALEM; CLARK; MORENO, 2016; BOZORGI-AMIRI; JABALAMELI; HASHEM, 2013; CAUNHYE et al., 2016; CHARLES et al., 2016; FALASCA; ZOBEL, 2011; GARRIDO; LAMAS; PINO, 2015; KELLE; SCHNEIDER; YI, 2014).

Desta forma, podem-se distinguir duas formas de abastecimento: na primeira forma, não se leva em consideração a infraestrutura da organização humanitária e a demanda é satisfeita diretamente pelos fornecedores. Nesse caso, são considerados os fornecedores como “estoques virtuais”, onde se tem reservas de produtos sem que estes estejam pré-posicionados na infraestrutura física da cadeia humanitária. Na segunda forma, aproveita-se a infraestrutura da organização humanitária composta por centros de distribuição, depósitos ou centros de auxílio para pré-posicionamento, aquisição de ajudas e recepção de doações.

2.1 Alocação de fontes de suprimento

Baseados na metodologia de modelagem empresarial, Charles e Lauras (2011) propuseram um modelo para entender, analisar, avaliar e desenvolver expressões formais da cadeia humanitária. Esses autores desenvolveram um modelo de programação inteira-mista, considerando como fontes de suprimento um conjunto de possíveis doadores e fornecedores globais ou regionais e os custos de transporte e de aquisição dos produtos para pré-posicionar ajudas em depósitos abertos.

Bozorgi-Amiri, Jabalameli e Hashem (2013) desenvolveram uma abordagem de programação estocástica robusta multiobjetivo, considerando um conjunto de fornecedores, a incerteza tanto na demanda como no custo de aquisição, transporte e na quantidade disponível de suprimento. Como resultado, o modelo proposto pode ajudar na tomada de decisões na localização de facilidades e na alocação de recursos.

Najafi, Eshghi e Dullaert (2013) propuseram um modelo de programação multi-objetivo e uma extensão na versão robusta para gerenciar a logística de resposta no transporte de produtos e pessoas feridas em uma situação de terremoto e apoiar as decisões de abertura de depósitos e transporte de produtos sob considerações multimodais. Estes autores consideraram incerto o número de feridos, demanda de produtos, capacidade dos hospitais e dos fornecedores.

Kelle, Schneider e Yi (2014) consideraram ambas as fases de preparação e resposta para propor um modelo de programação estocástica de dois estágios no pré-posicionamento e distribuição de suprimentos sob cenários incertos de desastre. Os autores consideraram uma rede de fornecedores para depósitos federais, estaduais ou locais, considerando os recursos e capacidades de todos os *stakeholders* na estrutura multinível da rede de suprimento para o pré-posicionamento, distribuição e aquisição de suprimentos.

Najafi, Eshghi e Leeuw (2014) desenvolveram um modelo inteiro misto multiobjetivo, multiproduto e multimodal para o planejamento e replanejamento de atividades na logística humanitária. Os autores consideraram nós de demanda, de fornecimento, centros médicos e hospitais. Os feridos são categorizados segundo as prioridades de atendimento. Consideraram um conjunto de fornecedores com uma quantidade determinada de abastecimento.

Caunhye et al. (2016) propuseram um modelo de programação estocástica de dois estágios com recursos para o roteamento e localização nas fases de preparação e resposta de situações de desastre. As incertezas são consideradas na demanda e no estado da infraestrutura rodoviária. O modelo considera o pré-posicionamento de produtos em depósitos a partir de um limitante superior de fornecimento.

Moreno, Alem e Ferreira (2016) desenvolveram dois modelos de programação estocástica para integrar e coordenar as decisões de localização de facilidades, transporte e dimensionamento de frota. O modelo considera o reuso de veículos e a incerteza no número de vítimas, suprimentos, condições do inventário e disponibilidade de estradas. A quantidade disponível de produtos que podem ser obtidos nos depósitos é tratada como um parâmetro estocástico. Alem, Clark e Moreno (2016) propuseram um modelo estocástico de dois estágios para ajudar no rápido abastecimento de ajudas às vítimas de desastres. Os autores realizaram extensões com medições do risco tais como *conditional value-at-risk*. Os autores consideram para pré-posicionamento e aquisição fontes de suprimento fictícias e ilimitadas, sem abordar a localização ou os custos associados.

Lei, Lee e Dong (2016) estudaram o problema de programação de operações de produção e distribuição de suprimentos de emergência. O modelo procura encontrar um plano integrado de alocação de inventário e produção. As fontes são consideradas como a produção dos produtos nas fábricas, tendo em conta tempos de transporte dos fornecedores de componentes até essas fábricas e também tempos de produção e entrega dos tipos de produtos, padronizados e customizados, para centros de distribuição e pontos de demanda.

Jahre et al. (2016) apresentaram um modelo de localização de depósitos e pré-posicionamento incorporando políticas e fatores de segurança. Consideraram as fontes como fornecedores e

estoques em depósitos globais, sem assumir restrições de capacidade para estes nem para os arcos de transporte. Desta forma procura-se minimizar o custo total associado com a abertura de depósitos, designando o estoque necessário quando estes são abertos, custo de transporte dos fornecedores ou depósitos globais, para os pontos de demanda. Os resultados sugerem que o pré-posicionamento, para resposta e operações contínuas em desastres, permite a expansão da rede de depósitos globais e reduz custos e tempos de resposta.

Rath, Gendreau e Gutjahr (2016) apresentaram dois modelos de programação estocástica, com objetivos definidos como monetários e humanitários. O modelo procura, dependendo de um orçamento, localizar depósitos intermediários, adquirir itens e designar veículos. Os autores consideraram que as ajudas são transportadas dos fornecedores para os depósitos intermediários, esses fornecedores podem ser locais ou internacionais e têm um limitante superior de quantidade total que podem abastecer.

Charles et al. (2016) propuseram cenários agregados de demanda prevista, usando dados de desastres passados e tendências futuras, para alimentar um modelo de programação inteiro misto desenvolvido estreitamente com decisores de cadeias humanitárias. O modelo pode ser aplicado a uma ampla faixa de organizações humanitárias, sendo que os autores detalham uma aplicação na *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies*. Os autores consideraram um conjunto de fornecedores para cada tipo de item definindo a sua localização, considerando que a capacidade de abastecimento dos fornecedores é ilimitada e que pode abastecer qualquer depósito na rede.

2.2 Seleção de fornecedores

Balcik et al. (2010) defendem que os possíveis contratos entre fornecedores e organizações humanitárias para o pré-posicionamento de produtos ou aquisição de bens são especialmente difíceis de estabelecer devido à existência de incerteza em relação ao tipo, impacto, data de ocorrência e localização de um desastre. Esses autores revelaram que poucas organizações de ajuda usam mecanismos de cooperação de cadeias comerciais, devido ao risco financeiro para os fornecedores de acrescentar os custos pela manutenção de estoque adicional, ou possível financiamento dos doadores, o que poderia reduzir as necessidades de produtos por parte da organização humanitária. Na literatura relacionada, este problema é tratado através da seleção de fornecedores.

Trestrail, Paul e Maloni (2009) desenvolveram um modelo de programação inteira-mista para representar as licitações de fornecedores do Departamento de Agricultura dos EUA. A motivação dos autores era apoiar a decisão sobre como melhorar as estratégias de preços dos

fornecedores de alimentos em situações de alívio de desastre. Ertem, Buyurgan e Rossetti (2010) trataram a ineficiência da alocação de recursos por meio de técnicas de simulação e programação inteira de uma estrutura de acordo, reconfigurável e geral, definindo compradores (organização humanitárias) como leiloeiras e aos fornecedores como proponentes, introduzindo competição nas decisões de aquisição. Leiloeiras competem umas com as outras em múltiplas rondas. Segundo os resultados, os fornecedores mais bem avaliados acabam sendo aqueles que têm maior acesso às áreas de desastre.

Falasca e Zobel (2011) apresentam um modelo de otimização estocástica de dois estágios com recursos para compras na cadeia de suprimento humanitário. Com respeito às fontes, o estudo não faz diferença entre fornecedores locais ou internacionais. Representam os custos por pré-posicionamento no primeiro estágio e aquisição no segundo estágio, para cada um dos fornecedores independentemente, que serão escolhidos para abastecer um tipo de item. As incertezas tidas em consideração são níveis de demanda e quantidades de doações monetárias e em espécie. Ertem e Buyurgan (2011) abordaram o problema de aquisição em operações de alívio de desastres, especificamente na falta de coordenação entre fornecedores e organizações de ajuda. Assim, os autores propuseram um marco de acordo de leilões para aquisição de bens. A partir de modelos de programação inteira e simulação, os autores geraram instâncias do problema e provaram que algumas variações dos parâmetros do marco de acordo proposto podem levar os fornecedores com menores capacidades a estarem envolvidos no processo de licitação.

Balcik e Ak (2014) desenvolveram um modelo de programação estocástica de dois estágios para estruturar acordos entre uma organização humanitária e múltiplos fornecedores baseado em um contrato tipo flexibilidade quantitativa (*flexibility quantitative*), em que a organização de ajuda se compromete a comprar uma quantidade mínima de produtos dos fornecedores selecionados em um período de planejamento, e como retorno, os fornecedores reservam capacidade para atender a demanda, entregando os itens nas áreas de desastre com um preço definido de acordo com o *lead time* de entrega e com desconto por quantidade e tempo de atendimento. O modelo de Lima, Oliveira e Gonçalves (2015) também tem um ponto importante a ser considerado. Trata-se de um modelo que busca definir um quadro de fornecedores que melhor desempenhe as variáveis de tempo, demanda e capacidade de entrega para o local atingido. Nele, a principal variável considerada é o tempo, sendo que, por vezes, fornecedores mais caros podem ser escolhidos desde que entreguem os suprimentos mais rapidamente. Garrido, Lamas e Pino (2015) apresentam um modelo de tomada de decisões na logística emergencial de inundações; o modelo de *Chance Constrained Programming* procura otimizar os níveis de inventário de ajudas assim como disponibilidade de veículos, satisfazendo a demanda com certa probabilidade. O modelo é resolvido por *Sample*

Average Approximation. Os autores consideraram certa quantidade de produtos estocados nos depósitos de um conjunto de fornecedores, com preço variável entre produtores.

Uma grande parte dos trabalhos revisados é do tipo programação estocástica, o que evidencia que na literatura é natural tratar a incerteza nos parâmetros através desta metodologia. É importante salientar que há grande interesse na literatura por modelos do tipo multiproduto devido à grande quantidade de tipos de itens, que dada a ocorrência de desastres são precisos para aliviar o sofrimento das vítimas. Multidepósito na tentativa de garantir o fornecimento, através de estoque de produtos ou para utilizar os depósitos como pontos de apoio nas operações humanitárias. Também modelos com considerações de *leadtime*, embora as propostas se centrem apenas na minimização do tempo de atendimento na função objetivo, penalizando a espera pelo atendimento da demanda.

Capítulo 3

CONTEXTUALIZAÇÃO DA CADEIA HUMANITÁRIA NO BRASIL

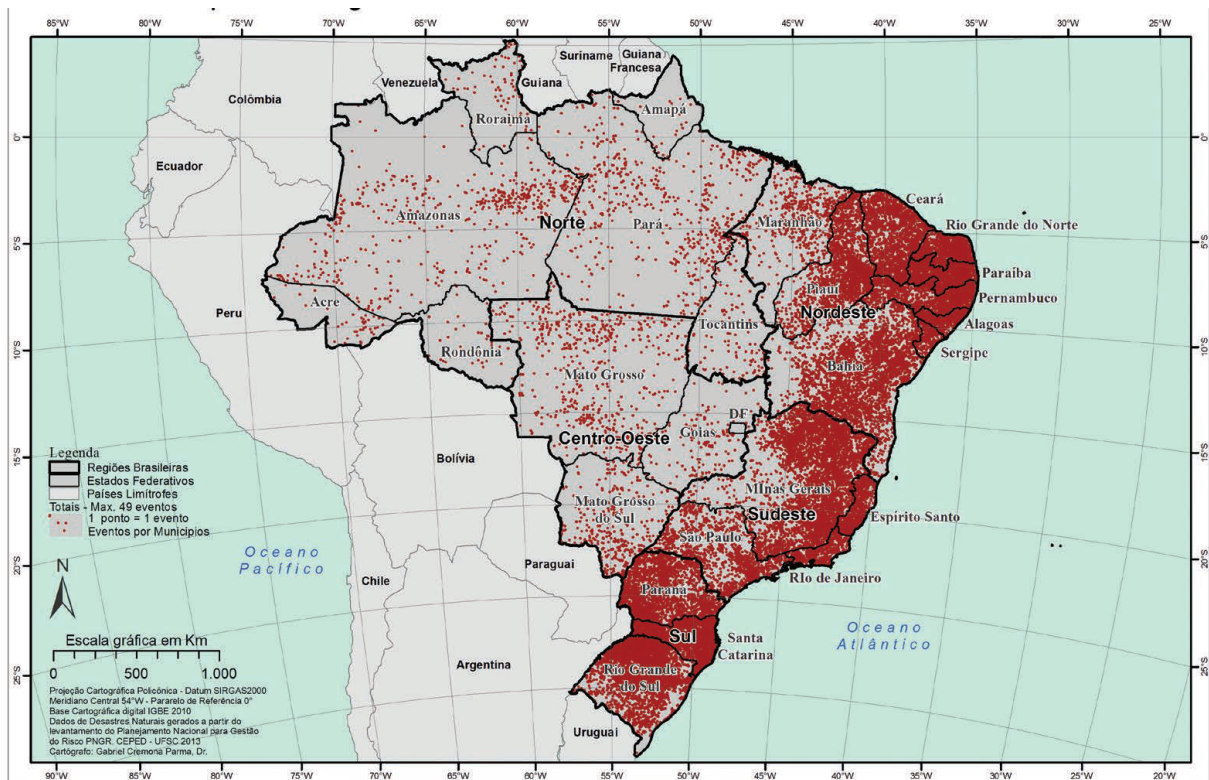
O Brasil possui uma extensão territorial de 8.515.767,049 km^2 e para o ano de 2017 tem uma população projetada de 207.563.712 habitantes (IBGE, 2017). O país é dividido em cinco Regiões Geográficas: Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul; compostos por 26 estados e o Distrito Federal, cuja capital é Brasília. A última edição do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED; UFSC, 2013) ilustra o panorama nacional de ocorrência de desastres, apresentando mapas temáticos de ocorrências de desastres naturais no Brasil, referentes a 38.996 registros de ocorrências. Trata-se de um amplo trabalho de levantamento de dados, entre os anos 1991 e 2012, para a caracterização do cenário brasileiro de desastres. Esse trabalho resultou na implementação do primeiro módulo do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), que tem disponibilizado os registros sobre desastres desde 2013.

A Figura 3.1 apresenta a distribuição do total de eventos registrados no território brasileiro. Estes eventos estão associados às ocorrências dos seguintes tipos de fenômenos naturais: estiagem e seca; inundação brusca e alagamento; inundação gradual; vendaval e/ou ciclone; tornado; granizo; geada; incêndio florestal; movimento de massa; erosão fluvial; erosão linear e erosão marinha. Segundo CEPED e UFSC (2013) esses onze fenômenos naturais correspondem aos tipos de desastres que têm produzido maiores danos materiais e humanos no âmbito brasileiro, registrados durante esses vinte e dois anos.

A Figura 3.1 indica que, na região Norte, os estados do Pará e do Amazonas apresentaram as maiores frequências de eventos de desastres. No Nordeste, a nuvem de pontos envolve a maioria dos estados da região. A Região Centro-Oeste apresenta a menor frequência relativa de

ocorrência de desastres, concentrando-se apenas em algumas zonas do Estado do Mato Grosso e do Estado do Mato Grosso do Sul. No Sudeste, a maior frequência de desastres ocorre em todo o estado do Espírito Santo e Rio de Janeiro, assim como na maioria dos municípios de Minas Gerais. No Sul, as maiores frequências de desastres ocorrem no Estado do Paraná, o norte do Estado do Rio Grande do Sul e a maioria dos municípios do Estado de Santa Catarina. Sendo assim estiagens e secas são os desastres naturais mais frequentes e tidos como um dos maiores problemas relacionados a desastres naturais no Brasil. O segundo tipo de desastre que ocorre com maior frequência são as enchurradas, a terceira causa de desastres são inundações e na sequência se apresentam os vendavais e os granizos (CEPED; UFSC, 2013).

Figura 3.1: Registros do total dos eventos no Brasil de 1991 a 2012.



Fonte: (CEPED; UFSC, 2013).

As atividades para proteger e garantir a segurança da população brasileira em situações de desastres são realizadas principalmente pela Defesa Civil, que é formada por um conjunto de órgãos e entidades públicas responsáveis por assegurar condições sustentáveis de vida à sociedade civil. A Defesa Civil brasileira é organizada de acordo com o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). O SINPDEC é definido pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e pela Lei no 12.608/2012 (BRASIL, 2012) como o responsável pelo planejamento e coordenação de atividades para auxiliar as situações de emergência ou calamidade

pública provocadas por desastres no Brasil.

A SINPDEC é composta por órgãos e entidades públicas e privadas, voltadas ao gerenciamento e prevenção de desastres humanitários no Brasil, definida pelo Decreto no 5.376/2005 (BRASIL, 2005). A composição do SINPDEC com seus órgãos e entidades de atuação, bem como a definição de cada um é dada como segue (MARGARIDA et al., 2009):

1. Conselho Nacional de Proteção de Defesa Civil (CONPDEC): órgão consultivo ou superior responsável pela formulação e deliberação de políticas e diretrizes.
2. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC): órgão central responsável por coordenar o planejamento, articulação e execução dos programas, projetos e ações de proteção e defesa civil.
3. Coordenadorias Regionais de Proteção e Defesa Civil (CORDEC): órgãos regionais responsáveis pela articulação, coordenação e execução do SINPDEC em nível regional.
4. Coordenadorias Estaduais de Proteção e Defesa Civil (CEDEC): órgãos estaduais responsáveis pela articulação, coordenação e execução do SINPDEC em nível estadual.
5. Coordenadorias Municipais de Proteção e Defesa Civil (COMDEC): órgãos municipais responsáveis pela articulação, coordenação e execução do SINPDEC em nível municipal.
6. Órgãos Setoriais: órgãos dos três âmbitos de governo que abrangem os órgãos envolvidos nas ações de proteção e defesa civil (Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, Polícia Civil, Forças Armadas, SAMU, Guarda Municipal, Secretaria de Assistência Social).
7. Órgãos de apoio: órgãos públicos e entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não-governamentais e associações de classe e comunitárias, que apoiam os demais órgãos integrantes do SINPDEC.

Somado a estes órgãos, o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) é um órgão vinculado à SEDEC que objetiva a organização e a implementação de comandos operacionais a ser utilizados como ferramenta gerencial em circunstâncias de desastres, em conjunto com os municípios, em articulação com os estados e o Distrito Federal.

A coordenação das ações de resposta a desastres em âmbito federal é de responsabilidade do CENAD. As informações trabalhadas por esse órgão possibilitam dimensionar o apoio necessário em escala federal de modo a complementar a resposta ao desastre dos estados ou municípios, pois a competência da resposta imediata é de responsabilidade de cada autarquia afetada.

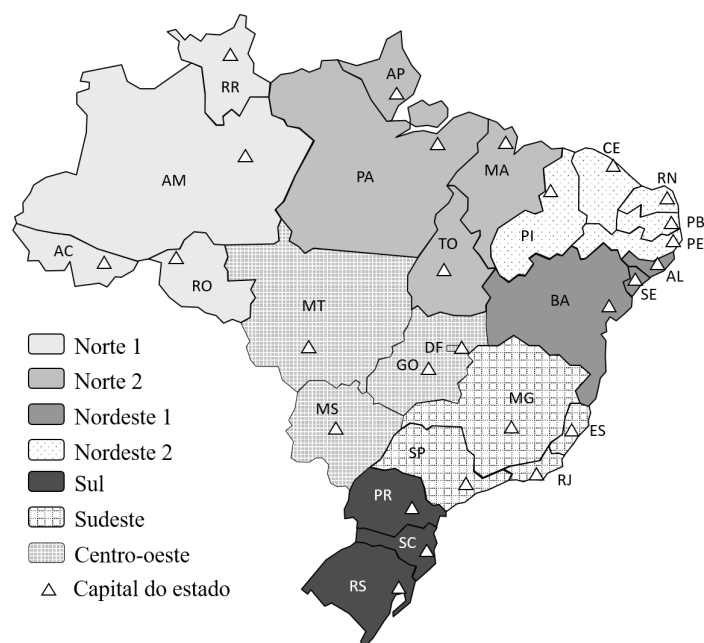
Por se tratar da esfera pública, os processos relativos ao desenvolvimento e execução de suas atividades estão sujeitos a regras e leis da administração pública brasileira. Por exemplo, é obrigatória a existência de um processo licitatório que preceda uma atividade de compra para órgãos públicos. Atualmente, a compra de suprimentos humanitários no Brasil é realizada por um processo licitatório denominado Sistema de Registro de Preços (SRP). A seguir, são apresentadas as características do SRP e as suas implicações na gestão de desastres do Brasil.

3.1 Sistema de registro de preços (SRP)

O SRP é um conjunto de procedimentos para registro formal de preços relativos à prestação de serviços e aquisição de bens para contratações futuras (BRASIL, 2013). O registro de preços é necessário para manter um cadastro de fornecedores aptos ao fornecimento, referente neste estudo a *kit* emergenciais, no qual se especificam os produtos ou *kits* de produtos, o preço e a quantidade máxima que o fornecedor pode entregar em caso de haver necessidade de tais *kits* emergenciais. O SRP supõe que o Brasil está dividido nas sete regiões ilustradas pela Figura 3.2. Para cada região, define-se uma ata (contrato) de fornecimento de *kits* emergenciais. Tais *kits* devem ser entregues nas capitais dos estados que solicitaram o fornecimento. O processo licitatório utilizado no registro de preços se dá conforme a modalidade de concorrência do tipo menor preço ou pregão, ou seja, o vencedor é aquele fornecedor licitante que cumpre com todos os requerimentos do edital SRP e oferta o produto com o menor preço dentre todos os qualificados.

A Ata de registro de preços (ARP) registra os fornecedores escolhidos por licitação para abastecer apenas a uma determinada região com certo tipo de produto - em outras palavras, tem-se uma ata (contrato) por produto e por região. Essa ata pode ser executada em qualquer momento e quantas vezes forem necessárias durante o período de doze meses contando da data do acordo ou até que a quantidade máxima reservada no fornecedor se esgote. Assim, cada região tem garantida a quantidade em reserva registrada na ata para cada tipo de produto (CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO, 2014). Note que essa característica da ARP viabiliza a aquisição de suprimentos tanto no pré como no pós-desastre, pois o preço permanece o mesmo durante o período de vigência da ata.

Figura 3.2: Regiões do Brasil segundo a SRP.



Estados brasileiros: Acre-AC; Alagoas-AL; Amapá-AP; Amazonas-AM; Bahia-BA; Ceará-CE; Distrito Federal-DF; Espírito Santo-ES; Goiás-GO; Maranhão-MA; Mato Grosso-MT; Mato Grosso do Sul-MS; Minas Gerais-MG; Pará-PA; Paraíba-PB; Paraná-PR; Pernambuco-PE; Piauí-PI; Rio de Janeiro-RJ; Rio Grande do Norte-RN; Rio Grande do Sul-RS; Rondônia-RO; Roraima-RR; Santa Catarina-SC; São Paulo-SP; Sergipe-SE; Tocantins-TO.

Fonte: elaboração própria.

Capítulo 4

MODELAGEM MATEMÁTICA

4.1 Descrição do problema

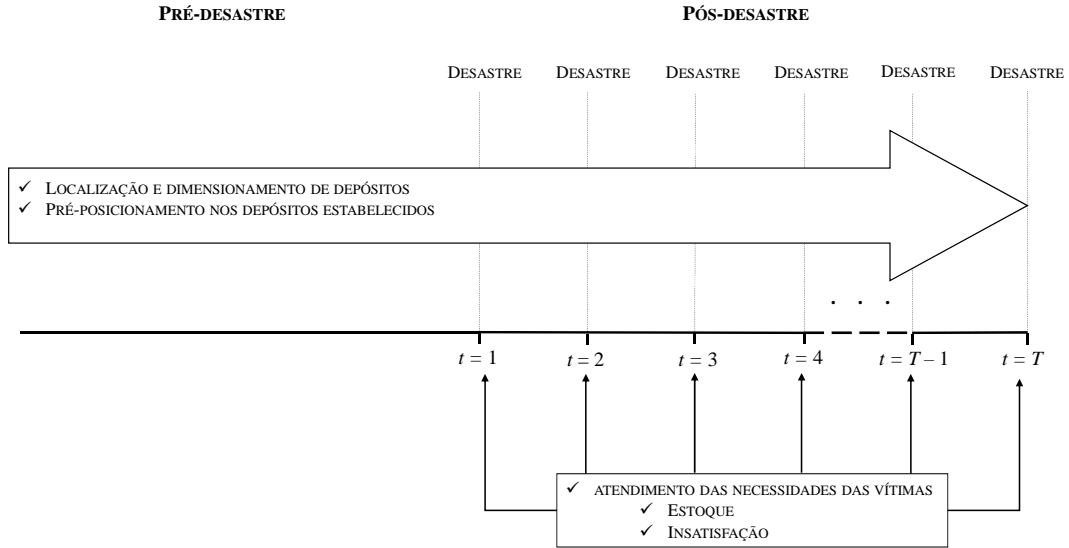
Uma vez ocorrido o processo licitatório SRP de seleção de fornecedores, a execução do acordo, neste caso formalizado pela ARP, resulta na possibilidade de acioná-los em qualquer momento durante a vigência do acordo para o suprimento de uma demanda por *kits* emergenciais, prevista ou imediata. Uma vez acionados pela SEDEC, os fornecedores devem entregar os *kits* emergenciais solicitados nas capitais dos municípios que os solicitarem e, finalmente, a COMDEC ou a CEDEC são responsáveis por redistribuir os suprimentos às áreas afetadas. Nesse contexto, o problema de aquisição de suprimentos em cadeias humanitárias consiste em determinar a quantidade de *kits* emergenciais que devem ser adquiridos pela SEDEC e o momento dentro de um horizonte de tempo finito em que essa compra deve ser realizada para satisfazer as necessidades das vítimas nas primeiras horas - mais críticas - de uma situação de pós-desastre.

Apesar de ser sabido que o atendimento emergencial no pós-desastre deve ser rápido o suficiente para evitar o sofrimento das vítimas devido à falta de produtos médicos, água, entre outros, o SRP atual estipula apenas um tempo máximo para a entrega dos suprimentos, que é de 96 horas nas capitais de cada região, exceto para as regiões Norte 1 e Norte 2, cujo prazo de entrega é de 192 horas, independente do tipo de produto solicitado (BRASIL, 2016b). Uma vez que pelo princípio da isonomia do processo licitatório todos os fornecedores têm iguais condições de participar do processo de licitação, a proximidade entre um dado fornecedor registrado e as capitais da região que ele se propõe a atender não é levada em consideração para a sua seleção. Como consequência, tem-se um tempo máximo de atendimento maior do que o recomendado para atender as vítimas de um desastre nas horas mais críticas. Estudos como o apresentado por Rawls e Turnquist (2012) sugerem que produtos consumíveis sejam entregues para a população afetada 72 horas após a ocorrência de um desastre.

Uma das opções para tornar mais efetivo o processo de atendimento das vítimas em situações de crises humanitárias, ainda considerando as especificidades do Sistema de Registro de Preços (SRP) atualmente estabelecido no Brasil, é utilizar a estratégia de pré-posicionamento de *kits* emergenciais em algumas capitais do território brasileiro. De fato, no ano 2013 entrou em vigor o projeto de lei para manter estoques estratégicos localizados em centros de distribuição nas cinco regiões do Brasil, na tentativa de reduzir para até 48 horas o atendimento de vítimas no pós-desastre (PORTAL BRASIL, 2013). Porém, o projeto foi descontinuado pelo alto custo de gerenciamento e, dessa forma, o Brasil conta atualmente apenas com as reservas definidas nas Atas de Registro de Preço. A hipótese desse trabalho é a de que o pré-posicionamento na fase de preparação de um desastre combinado com a compra imediata na fase de resposta pode reduzir os custos de estratégias “puras” de pré-posicionamento e, simultaneamente, ocasiona um atendimento mais rápido/efetivo devido à pré-existência dos *kits* em pontos de distribuição. Atualmente, o SINPDEC não possui depósitos ou centros de distribuição para armazenar ou enviar os produtos. Então, a proposta de avaliar a estratégia híbrida implica em definir as melhores localizações e tamanhos de potenciais depósitos ou galpões para pré-posicionar (e de onde enviar) os *kits* emergenciais adquiridos via ARP.

A Figura 4.1 esquematiza o processo de tomada de decisões em um horizonte de tempo finito. Os fornecedores e as suas respectivas localizações são dados de entrada do problema e são disponibilizados no SRP. A decisão referente à localização/dimensionamento dos depósitos e de pré-posicionamento dos *kits* emergenciais é definida uma vez para todo o horizonte de tempo que, usualmente, é de um ano. Como a distribuição de tipos e impactos de desastres é bastante heterogênea ao longo do território brasileiro (veja Figura 3.1), é possível selecionar uma dentre várias configurações (capacidades) para o estabelecimento dos depósitos. Cada configuração gera um custo fixo de operação diferente. A quantidade total de *kits* emergenciais que pode ser pré-posicionada nos depósitos estabelecidos deve respeitar a capacidade de fornecimento dos fornecedores vencedores do processo de licitação, cujo valor encontra-se na ARP. Conforme a ARP vigente em cada região, os *kits* emergenciais podem ter diferentes preços dependendo de qual fornecedor está encarregado de abastecê-los. Assim, é uma premissa, pode ser vantajoso adquirir os *kits* emergenciais por um depósito localizado em uma região com melhor preço de aquisição para depois entregá-los, no mesmo período, na capital do estado que requer ajuda humanitária, configurando uma operação de transbordo.

Figura 4.1: Tomada de decisões considerado no modelo de otimização.



Fonte: elaboração própria.

Outras características do Sistema de Registro de Preços (SRP) que são consideradas nesse trabalho são discutidas a seguir. (i) Não existe quantidade mínima a ser comprada dos fornecedores, ou custos para manter o acordo (neste caso, a ata de registro de preços ARP). (ii) Cada região tem um único fornecedor designado a atender sua demanda para cada tipo de produto, porém um mesmo fornecedor pode ser escolhido para atender mais de uma região, sendo registrado em atas diferentes para cada uma delas. (iii) O preço dos produtos depende da região, dado que cada licitação é diferente em cada uma delas, e com isso um mesmo fornecedor pode ter preços diferentes. (iv) A aquisição de um tipo de produto para uma região é permitida até que a reserva definida pela ARP seja esgotada.

Dentro dos vários períodos de tempo, e.g., meses ou semanas, determinam-se as decisões associadas ao atendimento das vítimas, como as quantidades de *kits* que devem ser enviadas diretamente dos fornecedores (ou dos depósitos) para as áreas afetadas, estoques residuais nos depósitos/fornecedores e escassez de *kits*. Basicamente, a partir dos três atores da rede de suprimentos humanitária considerada, i.e., fornecedores, depósitos e áreas afetadas, são considerados três tipos de fluxos de *kits* emergenciais:

1. FORNECEDORES \rightarrow ÁREAS AFETADAS para fins de atendimento direto das vítimas no *pós-desastre*.

2. DEPÓSITOS → ÁREAS AFETADAS para fins de atendimento das vítimas no *pós-desastre*, mas a partir de um pré-posicionamento anterior.
3. FORNECEDORES → DEPÓSITOS → ÁREAS AFETADAS para fins de atendimento imediato das vítimas no *pós-desastre*, mas com uma operação de transbordo.

Cada um dos tipos de fluxos implica em um tempo total de transporte para fins de contabilização do tempo de entrega dos *kits* emergenciais para as áreas afetadas. Note que o estabelecimento de depósitos próximos a potenciais áreas de desastre pode permitir o cumprimento dos tempos de satisfação dos produtos, sugerindo que, de fato, a estratégia de pré-posicionamento pode ser mais efetiva em combinação com a aquisição de produtos no pós-desastre. Quando não existem fluxos possíveis que atendam aos limites de satisfação de tempo, não há transporte para as áreas afetadas e a demanda é considerada insatisfeita. Os fluxos tipo 1 e 3 podem atender às necessidades das vítimas até as quantidades em reserva nos fornecedores, que é definida previamente pelas atas ARP para uma área de determinada região e por tipo de produto. O fluxo tipo 2 pode atender às vítimas até as quantidades pré-posicionadas de produtos nos depósitos.

Considerando que existem recursos limitados referentes tanto ao orçamento financeiro para realizar as operações logísticas, quanto à capacidade limitada de fornecimento dos *kits* emergenciais, é preciso discutir como atender às necessidades das vítimas em um contexto de escassez, mantendo uma justiça dentre todos os potenciais beneficiários. A noção de “equidade”, nesse caso, pode ajudar a definir um plano de atendimento mais “justo”, evitando que certa área seja priorizada em relação a outra, por exemplo. Nesse trabalho, utilizam-se dois conceitos de equidade: geográfica e por produto. A equidade geográfica é utilizada para garantir que o nível de serviço associado ao atendimento das diversas áreas afetadas seja similar. Porém, sabe-se que algumas áreas podem estar numa situação de *vulnerabilidade* pior do que outras e, por essa razão, utiliza-se um fator de *importância* de cada área que pode, por exemplo, depender do número de pessoas pobres e extremamente pobres da população. De fato, a pobreza de uma determinada região pode agravar sua situação de vulnerabilidade em uma situação de pós-desastre. A equidade por produto se faz necessária para evitar que um determinado produto seja preferível a outro devido à abrangência e baixo custo do primeiro, considerando que o orçamento para as atividades logísticas de transporte e distribuição devem atender ao orçamento financeiro.

Além disso, outras suposições sobre o problema de aquisição e pré-posicionamento consideradas no modelo podem ser vistas a seguir:

1. De acordo com o Sistema de Registro de Preços, supõe-se que os fornecedores selecionados, assim como suas quantidades de produtos em reserva são dados de entrada do problema.

2. Só existe pré-posicionamento ou fluxo de produtos em depósitos abertos.
3. Uma vez abertos, os depósitos não podem ser fechados. Dado que os depósitos são considerados estratégicos, eles serão usados em todo o horizonte de planejamento.
4. Áreas de desastre de uma mesma região podem receber itens de qualquer depósito, porém apenas de um único fornecedor, vencedor nessa região.
5. Não se pode fazer mais de um ponto de transbordo. Um fornecedor pode enviar produtos para um depósito localizado na região onde foi vencedor, e o depósito (como ponto de transbordo) pode atender à demanda de uma área, mesmo sendo de outra região.
6. Existem tempos máximos de entrega por tipo de produto que devem ser respeitados.

4.2 Modelo matemático

Para a proposição do modelo de otimização, considere a seguinte notação matemática:

Índices

i, m, j :	Nós.
p, p' :	<i>Kits</i> emergenciais.
ℓ :	Nível de capacidade do depósito.
r :	Região.
t, τ :	Período.

Conjuntos

\mathcal{P} :	<i>Kits</i> emergenciais.
\mathcal{T} :	Períodos do horizonte de tempo.
\mathcal{L} :	Níveis de capacidade dos depósitos.
\mathcal{R} :	Regiões.
\mathcal{NS} :	Fornecedores.
\mathcal{ND} :	Depósitos.
\mathcal{NA} :	Áreas afetadas.
$\mathcal{A}(r)$:	Área afetada j pertencentes à região r ; $\mathcal{A}(r) = \{j j \in \mathcal{NA}, r \in \mathcal{R}\}$
$\mathcal{D}(r)$:	Depósitos j pertencentes à região r ; $\mathcal{D}(r) = \{j j \in \mathcal{ND}, r \in \mathcal{R}\}$
$\Theta(p), \Theta'(p)$:	Fluxos possíveis para o abastecimento do <i>kit</i> $p \in \mathcal{P}$.

Parâmetros

c_{pj}^{PRE} :	Custo de pré-posicionamento do produto $p \in \mathcal{P}$ no depósito $j \in \mathcal{ND}$.
$c_{j\ell}^{\text{OP}}$:	Custo fixo de abertura do depósito $j \in \mathcal{ND}$ na configuração $\ell \in \mathcal{L}$.
c_{pj}^{ACQ} :	Custo de aquisição em que um fornecedor vencedor em uma região abastece o produto $p \in \mathcal{P}$ o nó $j \in \mathcal{NA} \cup \mathcal{ND}$.
c_p^{INV} :	Custo de estoque do produto $p \in \mathcal{P}$.
c_{pij}^{SHIP} :	Custo de transporte do <i>kit</i> $p \in \mathcal{P}$ do depósito $i \in \mathcal{ND}$ para a área afetada $j \in \mathcal{NA}$.

- d_{pjt} : Demanda do *kit* $p \in \mathcal{P}$ na área afetada $j \in \mathcal{NA}$ no período $t \in \mathcal{T}$.
 g_p : Volume do produto $p \in \mathcal{P}$.
 $g'_{m\ell}$: Volume do depósito $m \in \mathcal{ND}$ de configuração $\ell \in \mathcal{L}$.
 q_{pir} : Quantidade reservada do produto $p \in \mathcal{P}$ no fornecedor $i \in \mathcal{NS}$ para o abastecimento da região $r \in \mathcal{R}$ conforme ARP vigente; $q_{pir} > 0$ se o fornecedor i foi vencedor na região r para abastecer o produto p , ou $q_{pir} = 0$ caso contrário.
 Γ : Orçamento disponível para as operações logísticas
 ω_p : Importância do produto $p \in \mathcal{P}$.
 κ_j : Priorização da área afetada $j \in \mathcal{NA}$.
 γ_{ij} : Tempo de transporte entre os nós $i \in \mathcal{NS} \cup \mathcal{ND}$ e $j \in \mathcal{ND} \cup \mathcal{NA}$
 δ_p : *Lead time* do *kit* $p \in \mathcal{P}$.
 α, β : Peso das considerações de equidade

Variáveis de decisão

- $Y_{j\ell}$: Se o depósito $j \in \mathcal{ND}$ é estabelecido na capacidade $\ell \in \mathcal{L}$ ($Y_{j\ell} = 1$), ou não ($Y_{j\ell} = 0$).
 O_{pij} : Quantidade de produto $p \in \mathcal{P}$ adquirida do fornecedor $i \in \mathcal{NS}$ para pré-posicionamento no depósito $j \in \mathcal{ND}$.
 X_{pijt} : Fluxo do produto $p \in \mathcal{P}$ entre os nós i e j no período $t \in \mathcal{T}$, com $(i, j) \in \Theta(p)$.
 Z_{pimjt} : Fluxo do produto $p \in \mathcal{P}$ entre os nós i, m e j no período $t \in \mathcal{T}$, com $(i, m, j) \in \Theta'(p)$.
 Q_{pirt} : Quantidade residual do produto $p \in \mathcal{P}$ no fornecedor $i \in \mathcal{NS}$ para atender a região $r \in \mathcal{R}$ no período $t \in \mathcal{T}$.
 I_{pmt} : Estoque do produto $p \in \mathcal{P}$ no depósito $m \in \mathcal{ND}$ no período $t \in \mathcal{T}$.
 U_{pjt} : Demanda não atendida do produto $p \in \mathcal{P}$ da área afetada $j \in \mathcal{A}$ no período $t \in \mathcal{T}$.
 Δ : Máxima taxa de demanda não atendida entre as áreas afetadas.
 Δ' : Máxima diferença entre taxas de demanda não atendida entre os *kits* emergenciais.

O modelo matemático de programação linear inteiro-misto que representa o problema de pré-posicionamento e aquisição de *kit* emergenciais em cadeias de suprimento humanitárias é definido como:

$$\min : \sum_{j \in \mathcal{NA}} \sum_{p \in \mathcal{P}} \sum_{t \in \mathcal{T}} U_{pjt} / \sum_{j \in \mathcal{NA}} \sum_{p \in \mathcal{P}} \sum_{t \in \mathcal{T}} d_{pjt} + \alpha \cdot \Delta + \beta \cdot \Delta' \quad (4.1)$$

Sujeito às restrições:

$$\frac{\sum_{p \in \mathcal{P}} \sum_{t \in \mathcal{T}} \kappa_j \cdot U_{pjt}}{\sum_{p \in \mathcal{P}} \sum_{t \in \mathcal{T}} d_{pjt}} \leq \Delta, j \in \mathcal{NA} \quad (4.2)$$

$$\frac{\omega_p \cdot U_{pjt}}{d_{pjt}} - \frac{\omega_{p'} \cdot U_{p'jt}}{d_{p'jt}} \leq \Delta', p, p' \in \mathcal{P} \wedge p \neq p' \wedge j \in \mathcal{NA} \wedge t \in \mathcal{T} \quad (4.3)$$

$$\begin{aligned}
& \sum_{\ell \in \mathcal{L}} \sum_{j \in \mathcal{N}\mathcal{D}} c_{j\ell}^{\text{OP}} \cdot Y_{j\ell} + \sum_{p \in \mathcal{P}} \sum_{i \in \mathcal{N}\mathcal{S}} \sum_{j \in \mathcal{N}\mathcal{D}} c_{pj}^{\text{PRE}} \cdot O_{pij} + \sum_{p \in \mathcal{P}} \sum_{m \in \mathcal{N}\mathcal{D}} \sum_{t \in \mathcal{T}} c_p^{\text{INV}} \cdot I_{pmt} + \\
& + \sum_{i \in \mathcal{N}\mathcal{S}} \sum_{j \in \mathcal{N}\mathcal{A}} \sum_{p \in \mathcal{P}} \sum_{t \in \mathcal{T}} c_{pj}^{\text{ACQ}} \cdot X_{pijt} + \sum_{i \in \mathcal{N}\mathcal{D}} \sum_{j \in \mathcal{N}\mathcal{A}} \sum_{p \in \mathcal{P}} \sum_{t \in \mathcal{T}} c_{pij}^{\text{SHIP}} \cdot X_{pijt} + \\
& + \sum_{i \in \mathcal{N}\mathcal{S}} \sum_{m \in \mathcal{N}\mathcal{D}} \sum_{j \in \mathcal{N}\mathcal{A}} \sum_{p \in \mathcal{P}} \sum_{t \in \mathcal{T}} (c_{pm}^{\text{ACQ}} + c_{pmj}^{\text{SHIP}}) \cdot Z_{pimjt} \leq \Gamma \tag{4.4}
\end{aligned}$$

$$\sum_{\ell \in \mathcal{L}} Y_{j\ell} \leq 1, \quad j \in \mathcal{N}\mathcal{D} \tag{4.5}$$

$$\sum_{j \in \mathcal{D}(r)} O_{pij} \leq q_{pir}, \quad p \in \mathcal{P} \wedge i \in \mathcal{N}\mathcal{S} \wedge r \in \mathcal{R} \tag{4.6}$$

$$I_{pmt} = \sum_{i \in \mathcal{N}\mathcal{S}} O_{pim} - \sum_{j \in \mathcal{N}\mathcal{A}} \sum_{\tau=1}^t X_{pmj\tau}, \quad m \in \mathcal{N}\mathcal{D} \wedge p \in \mathcal{P} \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.7}$$

$$\sum_{i \in \mathcal{N}\mathcal{S}} \sum_{j \in \mathcal{N}\mathcal{A}} \sum_{p \in \mathcal{P}} g_p \cdot Z_{pimjt} + \sum_{p \in \mathcal{P}} g_p \cdot I_{pm(t-1)} \leq \sum_{\ell \in \mathcal{L}} g'_{m\ell} \cdot Y_{m\ell}, \quad m \in \mathcal{N}\mathcal{D} \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.8}$$

$$\sum_{i \in \mathcal{N}\mathcal{S} \cup \mathcal{N}\mathcal{D}} X_{pijt} + \sum_{i \in \mathcal{N}\mathcal{S}} \sum_{m \in \mathcal{N}\mathcal{D}} Z_{pimjt} + U_{pjt} = d_{pjt}, \quad p \in \mathcal{P} \wedge j \in \mathcal{N}\mathcal{A} \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.9}$$

$$\begin{aligned}
Q_{pirt} = q_{pir} - \sum_{j \in \mathcal{D}(r)} O_{pij} - \sum_{j \in \mathcal{A}(r)} \sum_{\tau=1}^{t-1} X_{pij\tau} - \sum_{m \in \mathcal{D}(r)} \sum_{j \in \mathcal{N}\mathcal{A}} \sum_{\tau=1}^{t-1} Z_{pimj\tau}, \\
p \in \mathcal{P} \wedge i \in \mathcal{N}\mathcal{S} \wedge r \in \mathcal{R} \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.10}
\end{aligned}$$

$$\sum_{j \in \mathcal{A}(r)} X_{pijt} + \sum_{m \in \mathcal{D}(r)} \sum_{j \in \mathcal{N}\mathcal{A}} Z_{pimjt} \leq Q_{pirt}, \quad p \in \mathcal{P} \wedge i \in \mathcal{N}\mathcal{S} \wedge r \in \mathcal{R} \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.11}$$

$$Y_{j\ell} \in \{0, 1\}, \quad j \in \mathcal{N}\mathcal{D} \wedge \ell \in \mathcal{L} \tag{4.12}$$

$$O_{pij} \geq 0, \quad p \in \mathcal{P} \wedge i \in \mathcal{N}\mathcal{S} \wedge j \in \mathcal{N}\mathcal{D} \tag{4.13}$$

$$X_{pijt} \geq 0, \quad p \in \mathcal{P} \wedge (i, j) \in \Theta(p) \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.14}$$

$$Z_{pimjt} \geq 0, \quad p \in \mathcal{P} \wedge (i, m, j) \in \Theta'(p) \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.15}$$

$$Q_{pirt} \geq 0, \quad p \in \mathcal{P} \wedge i \in \mathcal{N}\mathcal{S} \wedge r \in \mathcal{R} \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.16}$$

$$I_{pmt} \geq 0, \quad p \in \mathcal{P} \wedge m \in \mathcal{N}\mathcal{D} \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.17}$$

$$U_{pjt} \geq 0, \quad p \in \mathcal{P} \wedge j \in \mathcal{N}\mathcal{A} \wedge t \in \mathcal{T} \tag{4.18}$$

$$\Delta, \Delta' \geq 0 \tag{4.19}$$

A função objetivo do modelo (4.1) minimiza a proporção total de demanda não atendida no horizonte de planejamento, a taxa máxima de demanda não atendida das áreas afetadas e

a diferença máxima entre taxas de demanda não atendida dos produtos em uma mesma área afetada. Os parâmetros α e β são usados de modo a definir a importância das equidades geográfica e por produto, que são representadas pelas restrições (4.2) e (4.3), respectivamente. Note que o parâmetro κ_j pode ser calibrado para priorizar o atendimento de certa área afetada, digamos j , em detrimento a outra área afetada j' quando os recursos são escassos. Para isso, é suficiente considerar $\kappa_j \gg \kappa_{j'}$, em que $j, j' \in \mathcal{NA}$. Analogamente, é possível estabelecer uma relação de prioridade de produtos para diferentes valores de ω_p .

A restrição (4.4) assegura que o custo total das operações logísticas não ultrapasse o orçamento disponível Γ . O custo das operações é composto pelos custos de abertura de depósitos (i), custos de pré-posicionamento de produtos (ii), custos de manutenção de estoque (iii) e custos de transporte para o atendimento das vítimas em cada tipo de fluxo. O fluxo tipo 1 FORNECEDORES \rightarrow ÁREAS AFETADAS (iv) considera apenas o custo de aquisição dos produtos. O fluxo do tipo 2 DEPÓSITOS \rightarrow ÁREAS AFETADAS considera o custo de transporte para atendimento das áreas afetadas. Finalmente, o fluxo tipo 3 FORNECEDORES \rightarrow DEPÓSITOS \rightarrow ÁREAS AFETADAS contabiliza os custos de aquisição dos produtos e de transporte dos depósitos para as áreas afetadas.

As restrições (4.5) garantem que para cada nó $j \in \mathcal{ND}$ apenas um tipo de depósito seja aberto. As restrições (4.6) definem que a quantidade pré-posicionada nos depósitos não ultrapasse a quantidade prevista na ARP para cada região. As restrições (4.7) definem as quantidades possíveis a ser usadas para atendimento das necessidades das vítimas a partir de pré-posicionamento, calculando as quantidades em estoque para cada período.

As restrições (4.8) garantem que não haja fluxos de/para depósitos que não foram estabelecidos. Ainda, quando $Y_{ml} = 1$, tal restrição assegura que a capacidade do depósito instalado não seja violada. As restrições (4.9) definem o balanço de demanda, basicamente calculado como a diferença entre a quantidade de *kits* emergenciais que chegam à área afetada – a partir dos depósitos e fornecedores – e as necessidades insatisfeitas.

As restrições (4.10) determinam a quantidade residual das reservas para cada fornecedor. Note que tal quantidade se reduz gradualmente conforme ocorre o abastecimento dos depósitos ou das áreas afetadas. As restrições (4.11) asseguram que a quantidade de produtos enviada dos fornecedores para os nós (depósito ou área afetada) pertencentes a uma região onde o fornecedor foi vencedor é, no máximo, a quantidade residual de *kits* emergenciais dessa região.

As restrições (4.12)–(4.19) definem o domínio das variáveis de decisão. Note que as combinações dos pares e das triplas ordenadas (i, j) e (i, m, j) das variáveis de fluxo X_{pijt} e Z_{pimjt} pertencem aos conjuntos $\Theta(p)$ e $\Theta'(p)$, respectivamente, e que esses conjuntos asseguram que os

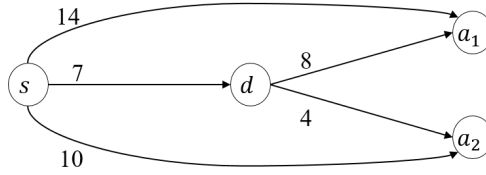
$leadtimes$ δ_p sejam respeitados para todos os produtos. Matematicamente, tem-se:

$$\Theta(p) = \{(i, j) \mid (i \in \mathcal{NS} \wedge j \in \mathcal{NA} \wedge \gamma_{ij} \leq \delta_p) \vee (i \in \mathcal{ND} \wedge j \in \mathcal{NA} \wedge \gamma_{ij} \leq \delta_p)\} \text{ e} \quad (4.20)$$

$$\Theta'(p) = \{(i, m, j) \mid (i \in \mathcal{NS} \wedge m \in \mathcal{ND} \wedge j \in \mathcal{NA} \wedge \gamma_{im} + \gamma_{mj} \leq \delta_p)\}. \quad (4.21)$$

Para ilustrar os conjuntos $\Theta(p)$ e $\Theta'(p)$, considere um tipo de produto $p = 1$, com $\mathcal{NS} = \{s\}$, $\mathcal{ND} = \{d\}$ e $\mathcal{NA} = \{a_1, a_2\}$. Os arcos são carregados com os tempos de transporte entre nós. O produto $p = 1$ tem $leadtime$ $\delta_1 = 12$ h.

Figura 4.2: Exemplo ilustrativo de situação de abastecimento.



Fonte: elaboração própria.

Note que somente o fluxo $s \rightarrow a_2$ é permitido para abastecimento direto. Por outro lado, o atendimento a partir de pré-posicionamento é possível para ambas áreas afetadas, dessa forma os fluxos $d \rightarrow a_1$ e $d \rightarrow a_2$ são permitidos e apenas o fluxo de transbordo $s \rightarrow d \rightarrow a_2$ é possível dado os tempos de transporte e $leadtime$. Nesse caso, $\Theta(1) = \{(s, a_2), (d, a_1), (d, a_2)\}$ e $\Theta'(1) = \{(s, d, a_2)\}$. Assim, as variáveis de fluxo descartadas são todas aquelas nas que as combinações de nós que descrevem o fluxo de produtos não pertençam ao conjunto $\Theta(1)$ ou $\Theta'(1)$. Dessa maneira, para esse exemplo, apenas serão consideradas as variáveis a seguir: X_{psa_2t} , X_{pda_1t} , X_{pda_2t} e Z_{psda_2t} , de forma geral $\exists X_{pijt} \forall p \in \mathcal{P}, (i, j) \in \Theta(p), t \in \mathcal{T} \vee \exists Z_{pimjt} \forall p \in \mathcal{P}, (i, m, j) \in \Theta'(p), t \in \mathcal{T}$.

Capítulo 5

EXPERIMENTOS COMPUTACIONAIS

Considerou-se que as áreas afetadas (municipalidades) correspondem à capital de cada estado, ou seja, o conjunto de áreas afetadas é composto pelas 27 capitais brasileiras. Os produtos adquiridos para atendimento emergencial são agrupados em *kits*, de acordo com definições do SRP, a saber: *kit* limpeza (k1), *kit* higiene pessoal (k2), *kit* dormitório (k3), *kit* colchão (k4), *kit* cesta de alimentos (k5), *kit* água mineral (k6), *kit* infantil (k7), *kit* idoso (k8). Além disso, como as ARP têm duração máxima de um ano, o horizonte de planejamento foi dividido em períodos de um mês, totalizando doze períodos. Testes preliminares mostraram que valores de $\alpha = 0.1$ e $\beta = 0.01$ apresentaram soluções adequadas no *trade-off* entre o atendimento às vítimas e a consideração de equidade na função objetivo.

5.1 Descrição dos dados

Demanda: para estimar a demanda de produtos em cada região afetada foram utilizados dados extraídos da base de dados de desastres do Brasil, o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). Este sistema foi desenvolvido por CEPED e UFSC (2017) com o objetivo de qualificar e dar transparência à gestão de riscos e desastres, através do oferecimento de informações sistematizadas. CEPED e UFSC (2017) disponibilizam dados a partir do ano 2003 sobre a população de cada município afetado, o número de mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros tipos de vítimas de situações de desastre. Nem todas as pessoas afetadas pelo desastre são elegíveis ao recebimento de *kits* emergenciais. Neste trabalho, consideramos que apenas os desabrigados e desalojados necessitam dos *kits* emergenciais. Dessa forma, a quantidade de pessoas com necessidade de assistência, por mês e estado, foi estimada

como a média do total de desabrigados e desalojados desde o ano 2003 até 2016. Essa quantidade de vítimas é mostrada na Tabela B.1 do ApêndiceB.

Cadakit de produtos tem um rendimento, ou seja, consegue suprir a necessidade das vítimas como mostra a Tabela 5.1. Assim, o rendimento dos produtos é incorporado ao número de necessitados de auxílio, dividindo-o pelo número de pessoas por *kitem* cada caso e adequando-o aos dias de operação de auxílio, considerado neste estudo como sendo de sete dias. Os itens que compõem cada *kit* são apresentados na Tabela A.2 do Apêndice A. Com esta última etapa, foi possível definir a demanda por produto, por área afetada e por período.

Tabela 5.1: Abrangência de atendimento dos produtos.

Kit emergencial	Atendimento
Água mineral	1 pessoa por 1 dia
Cesta, Higiene, Limpeza	4 pessoas por 30 dias
Colchão, Dormitório	1 pessoa por tempo indeterminado
Infantil, Idoso	1 pessoa por 10 dias

Fonte: (BRASIL, 2016b).

Volume unitário por produto: o volume unitário dos *kits* emergenciais foi calculado com base nos componentes de cadakit, estimando-se o tamanho do *kit* embalado (comprimento, largura e altura) para se chegar a um resultado em m^3 . As dimensões estimadas são mostradas na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Dimensões estimadas de cada *kit*.

Descrição (Kit)	Dimensões aproximadas dos <i>kits</i>			Volume (m^3)
	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	
Limpeza	0,25	0,25	0,4	0,03
Higiene Pessoal	0,4	0,22	0,44	0,04
Dormitório	0,5	0,35	0,15	0,03
Colchão	1,8	0,8	0,12	0,17
Cesta de Alimentos	0,37	0,24	0,4	0,04
Água Mineral	-	-	-	0,005
Infantil	0,2	0,1	0,18	0,003
Idoso	0,3	0,15	0,27	0,01

Fonte: elaboração própria.

Quantidade em reservada no fornecedor por produto e região: a capacidade reservada pelo fornecedor $i \in \mathcal{NS}$ designado para abastecer a região $r \in \mathcal{R}$ com o *kit* emergencial $p \in \mathcal{P}$ corresponde à quantidade máxima a ser demandada durante o período em que a ata é válida. Estes valores são estimados pela Defesa Civil, conforme apresentado na Tabela 5.3. Desse

modo, cada fornecedor compromete-se a entregar essas quantidades na região onde foi vencedor da licitação, mantendo o preço acordado. A Tabela C.14 do Apêndice A apresenta as quantidades em reserva nos fornecedor por região e tipo de produto.

Tabela 5.3: Quantidade reservada na ARP (em unidades).

Produto	Reserva das atas							Total
	Norte 1	Norte 2	Nordeste 1	Nordeste 2	Sul	Sudeste	Centro Oeste	
<i>Kit</i> Limpeza	47.100	22.500	14.205	10.730	43.200	40.200	10.205	188.140
<i>Kit</i> Higiene Pessoal	47.100	22.500	14.205	10.730	43.200	40.200	10.205	188.140
<i>Kit</i> Dormitório	188.400	90.000	56.820	42.920	172.800	160.800	40.820	752.560
<i>Kit</i> Colchão	188.400	90.000	56.820	42.920	172.800	160.800	40.820	752.560
<i>Kit</i> Cesta de Alimentos	47.100	22.500	14.205	10.730	43.200	40.200	10.205	188.140
<i>Kit</i> Água Mineral	2.650.500	1.298.750	3.224.500	2.287.300	3.182.950	4.823.000	2.224.500	19.691.500
<i>Kit</i> Infantil	6.800	3.400	4.200	5.550	6.250	5.780	3.650	35.630
<i>Kit</i> Idoso	2.800	1.400	2.100	2.200	2.500	2.370	2.000	15.370

Fonte:(BRASIL, 2016b).

Número de depósitos, custos de abertura e suas capacidades: os locais candidatos a receber um depósito são as 27 capitais brasileiras. A capacidade de cada configuração de depósito para cada região foi calculada da seguinte forma: a partir do volume de cada produto, foi possível transformar as quantidades anuais de demanda por produto em cada região (Tabela 5.4) também em volume, correspondendo ao espaço de um depósito necessário a ser destinado ao armazenamento do total da demanda anual por região. Foi então somado, como mostra a Tabela 5.5, o volume de todos os produtos para obter-se uma capacidade de armazenamento máxima por região ou “volume máximo total”.

Tabela 5.4: Quantidade de demanda anual máxima por região.

Descrição	Demandas máximas						
	Norte 1	Norte 2	Nordeste 1	Nordeste 2	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
Kit Limpeza	8.139	5.486	2.749	10.133	4.369	4.622	4.062
Kit Higiene Pessoal	8.139	5.486	2.749	10.133	4.369	4.622	4.062
Kit Dormitório	32.547	21.946	10.989	40.524	17.486	18.483	16.242
Kit Colchão	32.547	21.946	10.989	40.524	17.486	18.483	16.242
Kit Cesta de Alimentos	8.139	5.486	2.749	10.133	4.369	4.622	4.062
Kit Água Mineral	227.816	153.611	76.925	283.655	122.400	129.372	113.699
Kit Infantil	32.547	21.946	10.989	40.524	17.486	18.483	16.242
Kit Idoso	32.547	21.946	10.989	40.524	17.486	18.483	16.242

Fonte: (CEPED; UFSC, 2017).

Tabela 5.5: Volume máximo dos depósitos por região.

Descrição	Volume depósitos (estoque) m^3						
	Norte 1	Norte 2	Nordeste 1	Nordeste 2	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
Kit Limpeza	203	137	69	253	109	116	102
Kit Higiene Pessoal	315	212	106	392	169	179	157
Kit Dormitório	854	576	288	1.064	459	485	426
Kit Colchão	5.624	3.792	1.899	7.003	3.022	3.194	2.807
Kit Cesta de Alimentos	289	195	98	360	155	164	144
Kit Água Mineral	1.139	768	385	1.418	612	647	568
Kit Infantil	117	79	40	146	63	67	58
Kit Idoso	395	267	134	492	212	225	197
Volume máximo total	8.938	6.026	3.018	11.128	4.802	5.076	4.460

Fonte: Elaboração própria.

Esse volume máximo total dos depósitos trata do espaço necessário para armazenar a demanda total anual por região. Desse modo, foram considerados três tamanhos por região: depósitos com giro de estoque anual de duas vezes (semestral), podendo-se estocar 1/2 da demanda anual, isto é, depósitos com tamanho de 1/2 do volume máximo total; considerou-se um giro de estoque anual de quatro vezes (trimestral) - capacidade do depósito referente a 1/4 do volume máximo total; e um giro de estoque anual previsto de doze vezes (mensal) – capacidade do depósito igual a 1/12 o volume máximo total da região a que pertence. Para obter a dimensão dos depósitos, foi considerada uma altura de até três metros para empilhamento dos produtos. De acordo com PAHO (2001), o espaço para armazenamento corresponde à 70% do total de um depósito, sendo necessário também acrescentar 30% para as áreas administrativas e de suporte. Assim, chegou-se a um resultado final em m^3 para cada localização e configuração de capacidade. Na Tabela 5.6 podem-se observar as dimensões dos depósitos por região.

Tabela 5.6: Dimensões candidatas a serem consideradas para os depósitos.

Região	Volume do depósito máximo (m^3)	Volumes candidatas a depósitos		
		1/2	1/4	1/12
Norte 1	8.938	4.469	2.234	745
Norte 2	6.026	3.013	1.507	502
Nordestes 1	3.018	1.509	754	251
Nordeste 2	11.128	5.564	2.782	927
Sul	4.802	2.401	1.200	400
Sudeste	5.076	2.538	1.269	423
Centro-Oeste	4.460	2.230	1.115	372

Fonte: elaboração própria.

As ARP têm vigência máxima de doze meses, ocasionando mudanças na rede dos nós de fornecimento, o que implica modificações dos valores de tempo de transporte e das condições de abastecimento. Além disso, a construção de depósitos leva um tempo para a sua conclusão, tanto quanto a compra dos depósitos representa uma configuração fixa da rede de relativamente difícil mudança. Por tudo isso, neste estudo é proposto o aluguel dos depósitos. Dessa maneira, o custo de abertura dos depósitos é a soma do custo anual de aluguel, dos custos por equipamento de movimentação apresentados na Tabela 5.7 e o total anual do salário de um funcionário de três vezes o salário mínimo - do ano 2017.

O empilhamento de produtos é permitido e as quantidades de *pallets* e estantes para a configuração volume máximo total por região, assim como a altura de empilhamento por produto, são definidos na Tabela 5.8. Apenas os *kits* higiene pessoal e cesta de alimentos não foram considerados para ser empilhados. Quantidades base de *pallets* e estantes foram calculados dividindo o volume total de cada produto nas reservas entre o “volume de armazenagem” do equipamento mostrado na Tabela 5.7. Para cada dimensão dos depósitos nas regiões, o número de *pallets* e estantes foi considerado como proporcional as quantidades estipuladas para o depósito de configuração de volume máximo total por região. Assim, as quantidades e custos dos *pallets* e estantes por configuração e região são apresentados na Tabela B.2 do Apêndice B.

Tabela 5.7: Equipamentos de movimentação.

Equipamento de movimentação	Altura (<i>m</i>)		Largura (<i>m</i>)	Comprimento (<i>m</i>)	Volume Armazenagem (<i>m</i>)	Preço (R\$)
	Equipamento	Gerado no depósito				
Estantes de Aço	2,43	3	1,23	0,31	1,16	97,12
<i>Pallet</i>	0,25	3	1,2	1	3,6	54
	Elevação (<i>m</i>)		Capacidade de carga (Kg)			
Empilhadeira Hidráulica Manual	1,6		500			2.886

Fonte: elaboração própria.

Tabela 5.8: Equipamento para depósitos de “volume máximo total” por região.

Kit emergencial	Quantidade de equipamento por tipo de produto							
	Empilhamento (<i>m</i>)	Norte 1	Norte 2	Nordeste 1	Nordeste 2	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
<i>Kit Limpeza (Pallet)</i>	3	57	38	19	70	30	32	28
<i>Kit Higiene Pessoal (estantes)</i>	-	270	182	91	336	145	153	135
<i>Kit Dormitório (Pallet)</i>	3	237	160	80	295	128	135	118
<i>Kit Colchão (Pallet)</i>	3	1.562	1.053	527	1.945	839	887	780
<i>Kit Cesta de Alimentos (estantes)</i>	-	248	167	84	308	133	141	124
<i>Kit Água Mineral (Pallet)</i>	3	316	213	107	394	170	180	158
<i>Kit Infantil (Pallet)</i>	3	33	22	11	41	17	18	16
<i>Kit Idoso (Pallet)</i>	3	110	74	37	137	59	62	55
	Total <i>Pallet</i>	2.315	1.561	782	2.882	1.244	1.315	1.155
	Total Estantes	518	349	175	645	278	294	258

Fonte: elaboração própria.

Estipulam-se duas, quatro e seis empilhadeiras hidráulicas para as dimensões 1/2, 1/4 e 1/12 o volume máximo total, respetivamente. A quantidade de pessoal necessário nas operações, dado que o descarregamento das cargas, como estabelecido no SRP, é de responsabilidade dos fornecedores e a expedição dos produtos consiste basicamente no carregamento dos produtos nos veículos, supõe-se poder ser realizado por agentes da Defesa Civil, ou mesmo voluntários que não têm relação direta com os depósitos e são ativados quando ocorrido um desastre. Apenas é considerado o salário de um funcionário dedicado à verificação da quantidade e da qualidade dos produtos entregues pelos fornecedores e para envio às áreas afetadas. Mesmo assim, os depósitos podem operar como centros de operações logísticas, onde a Defesa Civil pode alocar agentes dedicados ao gerenciamento de operações em situações de desastre.

O custo de aluguel dos depósitos foi determinado com base em um estudo sobre o mercado brasileiro de condomínios logísticos realizado pela Cushman&Wakefield (2017). Como mostra a Tabela 5.9, determinaram-se os custos de aluguel dos depósitos com base no preço médio pedido pelos municípios e/ou estados que, considerados nesse estudo, estivessem definidos para cada região segundo o SRP. Os custos de abertura de depósitos são apresentados na Tabela B.9 do Apêndice B.

Tabela 5.9: Custo de aluguel por região e configuração dos depósitos.

Região	Preço médio de aluguel (Mensal- R\$/m ²)	Custo mensal de aluguel (R\$)		
		1/2	1/4	1/12
Norte 1	21,0	40.667,4	20.333,7	6.777,9
Norte 2	19,0	24.809,0	12.404,5	4.134,8
Nordeste 1	16,0	10.462,0	5.231,0	1.743,7
Nordeste 2	16,5	39.784,1	19.892,1	6.630,7
Sul	15,8	16.472,1	8.236,0	2.745,3
Sudeste	19,3	21.169,9	10.584,9	3.528,3
Centro-Oeste	23,7	22.875,1	11.437,6	3.812,5

Fonte: elaboração própria.

Com tudo isso, foram estabelecidos referências para dimensões de depósitos para as regiões do Brasil. Serão cinco as configurações dos depósitos utilizados para ser consideradas nos experimentos. Essas cinco configurações são as que estão mais espaçadas dentre todas as opções de volumes candidatos e correspondem às dimensões: 1/2 o volume máximo total da região Nordeste 1 designada como ℓ_1 ; 1/2 o volume máximo total da região Sul designada como ℓ_2 ; 1/4 o volume máximo total da região Sudeste designada como ℓ_3 ; 1/12 o volume máximo total da região Norte 1 designada como ℓ_4 e finalmente 1/12 o volume máximo total da região Nordeste 1 designada como ℓ_5 .

Custo de aquisição por produto e região: conforme exposto no Diário Oficial da União (BRASIL, 2016), treze fornecedores foram registrados para fornecimento dos produtos, a informação dos fornecedores vencedores são apresentadas na Tabela 5.10. Os preços de compras para fornecimento às áreas afetadas nas distintas regiões são apresentados na Tabela 5.11 e as quantidades nas que os fornecedores se comprometem abastecer estão registradas na Tabela C.14 do Apêndice A.

Tabela 5.11: Preços dos *kits* emergenciais por região (R\$).

	Norte 1	Norte 2	Nordeste 1	Nordeste 2	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
<i>Kit</i> Limpeza	79,2	99,2	122,4	91,4	127,2	120,1	90,8
<i>Kit</i> Higiene Pessoal	127,8	118,0	104,6	105,4	95,6	109,8	105,2
<i>Kit</i> Dormitório	104,7	58,0	56,8	68,9	56,5	46,4	55,4
<i>Kit</i> Colchão	200,0	195,0	199,0	148,5	147,0	135,0	131,4
<i>Kit</i> Cesta de Alimentos	150,6	149,5	124,5	127,4	119,0	118,8	116,8
<i>Kit</i> Água Mineral	9,7	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,2
<i>Kit</i> Infantil	184,0	248,6	194,9	201,4	169,4	161,9	193,0
<i>Kit</i> Idoso	332,9	362,0	265,0	338,4	246,5	241,4	280,0

Fonte: elaboração própria.

Tabela 5.10: Dados dos fornecedores vencedores.

Fornecedor	Estado	Região						
		Norte 1	Norte 2	Nordeste 1	Nordeste 2	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
Tavares & Soares Ltda – EPP	MS	0	0	0	0	Kit Cesta de Alimentos.	0	0
Indústria e Comércio de Colchões Polar Ltda.	MG	Kit Colchão.	0	Kit Colchão.	0	Kit Colchão.	Kit Colchão.	0
Cal Comércio de Alimentos Ltda.	DF	0	Kit Cesta de Alimentos.	Kit Cesta de Alimentos.	0	0	0	0
Forthe Lux Comércio e Serviço Ltda.	MS	0	0	0	Kit Cesta de Alimentos.	0	Kit Cesta de Alimentos.	0
G.S.A. Comércio e Serviços Eirell – EPP	GO	0	Kit Limpeza.	0	Kit Limpeza.	0	0	Kit Limpeza.
R. C. Comércio de Estivas Ltda.	AM	Kit Limpeza; Kit Higiene Pessoal; Kit Cesta de Alimentos;	Kit Higiene Pessoal; Kit Água Mineral.	Kit Água Mineral.	Kit Água Mineral.	Kit Higiene Pessoal; Kit Água Mineral.	Kit Água Mineral.	Kit Água Mineral.
Diperene Comercial Ltda	PR	Kit Infantil; Kit Idoso.	Kit Infantil; Kit Idoso.	Kit Limpeza; Kit Infantil; Kit Idoso.	Kit Infantil; Kit Idoso.	Kit Limpeza; Kit Infantil; Kit Idoso.	Kit Limpeza;Kit Infantil; Kit Idoso.	Kit Infantil; Kit Idoso.
Fortes Comércio e Serviços Ltda. – EPP	MS	0	0	0	0	0	0	Kit Cesta de Alimentos.
ALG Brasil Comércio e Indústria de Produtos Ltda. – ME	RJ	0	0	Kit Higiene Pessoal.	Kit Higiene Pessoal.	0	Kit Higiene Pessoal.	Kit Higiene Pessoal.
HC Alecrim Distribuidora Ltda. – ME	SC	0	0	0	Kit Dormitório.	0	0	0
OGX Mix Multimarcas Ltda. – ME	GO	0	0	0	Kit Colchão.	0	0	Kit Colchão.
Orthocrim Indústria e Comércio Ltda.	MG	0	Kit Colchão.	0	0	0	0	0
Ober S/A Indústria e Comércio	SP	0	Kit Dormitório.	Kit Dormitório.	0	Kit Dormitório.	Kit Dormitório.	Kit Dormitório.

Fonte: (BRASIL, 2016).

Custo de armazenagem e estoque por produto: : o custo de armazenagem foi calculado a partir do custo de depreciação sobre equipamentos de movimentação. Procurando considerar no cálculo as grandes diferenças entre *kits* quanto volume e preço, é utilizada a equação do custo de armazenagem (5.1) exposta por Tejero (2008), conseguindo a distribuição do custo de depreciação, baseado no preço por tipo de produto.

$$\text{Custo de armazenagem} = \frac{\frac{St}{Pq} \cdot Pc}{St \cdot C} \quad (5.1)$$

em que St representa a quantidade média em estoque no período de análise, Pq representa o conteúdo da unidade de armazenagem, Pc representa o custo por unidade de armazenagem no período de análise e C o custo de aquisição do produto.

A equação (5.1) é usada de modo que a unidade de armazenagem seja m^3 e os períodos em análise são o semestral, trimestral e mensal, que correspondem aos giros de estoque das configurações dos depósitos. Tem-se uma taxa anual de 20% por depreciação dos equipamentos, chegando ao valor anual de depreciação por configuração e por região mostrado na Tabela 5.12. Baseando-se na demanda anual de produtos e por região, foi possível calcular as quantidades médias em estoque para os giros de estoque em avaliação, como mostra a Tabela B.7 do Apêndice B, para depois serem convertidas em volume (Tabela B.8 do Apêndice B). Esses custos, ainda anuais, foram divididos em seus períodos de capitalização, sendo 1/2, 1/4 e 1/12 segundo a configuração do depósito avaliado. O valor periódico de depreciação foi dividido entre o volume médio utilizado por todos os produtos nos depósitos, para chegar a um valor por volume (m^3) (veja Tabela 5.12).

Dessa forma foi possível aplicar a equação (5.1) obtendo-se as taxas de armazenagem mostradas na Tabela B.8 do Apêndice B, em que as taxas são indicadas por região e segundo sua base periódica. Dado que os períodos a ser considerados nos experimentos computacionais neste trabalho referem-se a meses, as taxas com bases diferentes à mensal, foram divididas pelo número de meses que elas representam, chegando a uma taxa de armazenagem mensal relacionada ao tipo de produto, à configuração dos depósitos e à região a que pertence.

Tabela 5.12: Valor do m^3 por depósito.

Região	Norte 1	Norte 2	Nordeste 1	Nordeste 2	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
Configuração 1							
Custo equipamentos	104.962	76.408	46.912	126.440	64.392	67.089	61.056
Valor anual depreciação	20.992	15.282	9.382	25.288	12.878	13.418	12.211
Valor por volume	4,70	5,07	6,22	4,54	5,36	5,29	5,48
Configuração 2							
Custo equipamentos	55.367	41.090	26.342	66.106	35.082	36.430	33.414
Valor anual Depreciação	11.073	8.218	5.268	13.221	7.016	7.286	6.683
Valor por volume	2,48	2,73	3,49	2,38	2,92	2,87	3,00
Configuração 3							
Custo equipamentos	20.380	15.621	10.705	23.959	13.618	14.067	13.062
Valor anual depreciação	4.076	3.124	2.141	4.792	2.724	2.813	2.612
Valor por volume	0,91	1,04	1,42	0,86	1,13	1,11	1,17

Fonte: elaboração própria.

Finalmente, depois da análise das taxas para as configurações candidatas a depósitos, foram escolhidas as taxas das configurações dos depósitos - como indicado anteriormente - correspondentes às taxas: semestral da região Nordeste 1; semestral da região Sul; trimestral da região Sudeste; mensal da região Norte 1 e mensal da região Nordeste 1.

Custo de pré-posicionamento por produto e por depósito: o custo de pré-posicionar o produto $k \in \mathcal{K}$ é considerado igual a seu preço de compra.

Custo de transporte por produto, depósito e área afetada: para calcular o custo de transportar o produto $p \in \mathcal{P}$ do depósito $j \in \mathcal{ND}$ à área $j \in \mathcal{NA}$, foram consideradas as distâncias rodoviárias entre as capitais brasileiras e a informação contida na Tabela 5.13, que mostra a variação para o mês de maio dos custos do transporte rodoviário de carga lotação segundo NTC&LOGÍSTICA e DECOPE (2017). Conhecendo as distâncias entre capitais, foram calculados os custos de transporte para envio das ajudas partindo dos depósitos, multiplicando o peso estimado dos produtos vezes o correspondente custo por Kg e Distância.

Tabela 5.13: Custos do transporte rodoviário de carga.

Percurso	Distância (km)	Custo por tonelada (R\$/t)	Custo por quilograma (R\$/kg)	Kit emergencial	Peso aprox. (Kg)
Muito curto	50	72,94	0,07	Kit Limpeza	6,4
Curto	400	133,20	0,13	Kit Higiene Pessoal	3,8
Médio	800	204,78	0,20	Kit Dormitório	3,4
Longo	2.400	475,27	0,47	Kit Colchão	10,9
Muito longo	6.000	1.072,01	1,07	Kit Cesta de Alimentos	26,6

Fonte: (NTC&LOGÍSTICA; DECOPE, 2017).

Lead time por produto: Rawls e Turnquist (2012) dividem os produtos abordados em seu trabalho de acordo com classes de consumo: consumíveis, que demandam menor tempo para serem entregues, incluindo, por exemplo, água e alimentos; e não consumíveis, que não precisam ser entregues com tanta urgência, como é o caso de colchões e travesseiros. Neste trabalho os produtos propostos para fornecimento serão classificados em três tipos de prioridade, como é apresentado na Tabela 5.14.

Tabela 5.14: Classificação e tempo de satisfação dos produtos.

Classe	Kit emergencial	Lead time (Horas)
Prioridade 1	Água, Cesta de Alimentos	48
Prioridade 2	Dormitório, Colchão, Infantil, Idoso	72
Prioridade 3	Higiene Pessoal, Limpeza	96

Fonte: elaboração própria.

Tempo de transporte entre nós: para o cálculo do tempo de transporte o processo foi dividido em duas fases: na primeira pesquisou-se a distância rodoviária entre capitais brasileiras, que foi dividida a partir de uma velocidade de 60 Km/h. Na segunda fase, devido à lei nº 13.103 de 2 de Março de 2015 (BRASIL, 2015), que determina que a carga horária de trabalho dos caminhoneiros é de no máximo 12 horas diárias, foram adicionadas 12 horas de descanso por cada 12 horas calculadas na primeira fase. Estas informações resultaram no tempo da viagem entre as capitais brasileiras, possibilitando o cálculo dos tempos de transporte entre fornecedores, depósitos e áreas afetadas.

Importância dos produtos e priorização das áreas afetadas: dependendo do teste, são considerados vários valores destes parâmetros. Quanto à importância dos produtos e de priorização de áreas afetadas, para um teste de referência (*default*), foram consideradas como igual para cada *kit* emergencial ($\omega_p = 1 \forall p \in \mathcal{P}$) e para cada área ($\kappa_j = 1 \forall j \in \mathcal{NA}$). Quando considerada a priorização das áreas de desastre ou importância de produtos, foram utilizados os valores SOVI (Índice de Vulnerabilidade Social do Brasil) e os tempos de satisfação descritos anteriormente, respectivamente. Para a importância dos produtos foi usada a expressão $10 \cdot x^{1/2}$ para x igual ao valor de *lead time* - normalizado - por tipo de produto. Os valores SOVI são apresentados nas Tabela 5.15 e os de importância dos produtos na Tabela 5.16.

Tabela 5.15: Valores SOVI normalizados.

UF	Cidade Municipio Capital	SOVI Core
AC	Rio Branco	1,61
AL	Maceió	4,39
AM	Macapá	3,46
AP	Manus	3,06
BA	Salvador	6,01
CE	Fortaleza	10,03
DF	Brasília	-1,23
ES	Vitória	2,62
GO	Goiânia	1,71
MA	São Luis	2,18
MG	Cuiabá	0,19
MS	Campo Grande	6,52
MT	Belo Horizonte	7,12
PA	Belém	3,24
PB	João Pessoa	4,24
PE	Curitiba	3,37
PI	Recife	9,36
PR	Teresina	4,08
RJ	Rio de Janeiro	7,15
RN	Natal	6,96
RO	Porto Alegre	2,92
RR	Porto Velho	1,80
RS	Boa Vista	0,36
SC	Florianópolis	0,52
SE	São Paulo	9,95
SP	Aracaju	3,66
TO	Palmas	1,05

Fonte: elaboração própria

Tabela 5.16: Importância de produtos.

Produto	Importância
Kit Limpeza	3,99
Kit Higiene Pessoal	3,99
Kit Dormitório	10
Kit Colchão	10
Kit Cesta de Alimentos	25,01
Kit Água Mineral	25,01
Kit Infantil	10
Kit Idoso	10

Fonte: elaboração própria.

Orçamento disponível: conforme mencionado anteriormente, o atendimento humanitário às vítimas de desastres no Brasil é atribuído à Defesa Civil. Como órgão governamental, o

orçamento disponível para estas atividades é definido anualmente pela LOA (Lei Orçamentária Anual). Dessa forma, todos os custos envolvidos nas operações de atendimento devem ser planejados e distribuídos considerando o orçamento inicialmente disponível. No entanto, esse orçamento pode ser ampliado, dependendo das ocorrências em cada ano. O valor desse orçamento pode afetar significativamente os resultados do planejamento da rede, resultando em altos índices de não atendimento da demanda.

Assim, para estimar um valor para o parâmetro Γ foi realizado um teste trocando a função objetivo do modelo (4.1) pela equação (4.4) e adicionando custos por demanda insatisfeita. Ou seja, foi removida a equação (4.4) do conjunto de restrições do modelo original (4.1) - (4.19) e foi colocada como função objetivo, incluindo-se um termo adicional referente à penalidade por demanda não atendida. Desse modo, é calculado o orçamento mínimo necessário para as operações de atendimento em situações de desastre, considerando os custos de abertura de depósitos, custos de aquisição e pré-posicionamento, armazenagem e transporte. Este teste mostra que o atendimento da demanda depende diretamente do valor considerado para a penalidade pelo não atendimento, que está associado à valoração da vida humana.

Em geral, como é salientado por Rottkemper, Fischer e Blecken (2012), o não atendimento da demanda no contexto humanitário pode ser penalizado usando custos artificiais. Esses autores mencionam que diferentes valores nos custos por demanda insatisfeita podem gerar diferentes soluções. Conseqüentemente, custos altos por demanda insatisfeita produzem altos níveis de serviço, e os custos de operação tendem a aumentar. Dessa forma, a penalidade por demanda insatisfeita é avaliada seguindo o trabalho de Holguín-Veras et al. (2013), no qual os autores assumem diferentes valores de avaliação da vida humana; esses custos máximos de privação são considerados elevados comparados aos custos logísticos, para desse modo priorizar o atendimento as vítimas. O valor da penalidade por não atendimento utilizado no teste inicial para estimar o orçamento Γ é o maior valor apresentado no estudo de Holguín-Veras et al. (2013) R\$15.915.991,00 (conversão para o dia 27 de abril do 2017).

5.2 RESULTADOS COMPUTACIONAIS

O modelo proposto foi programado no *software* GAMS 24.1.3 e resolvido com o solver CPLEX 12.5.1 em um computador com 16 GB de memória RAM, processador Intel(R) Core (TM) i7-2600 CPU 3.40 GHz e sistema operacional Windows 7 de 64 bits. Foram realizados testes iniciais para parametrização dos valores de α e β , que se referem aos coeficientes (pesos) na função objetivo da equidade geográfica e por produto, respectivamente. A determinação destes parâmetros tem impacto significativo no planejamento das operações. Por exemplo, podem ocorrer situações

como redução no atendimento às vítimas, mesmo havendo disponibilidade de produtos. Isso pode acontecer, por exemplo, pela forte imposição de um atendimento igual entre as áreas ou produtos. A partir da análise dos resultados desses testes iniciais, foram determinados os valores de $\alpha = 0,1$ e $\beta = 0,01$, pois esses valores permitem o atendimento similar entre as áreas e entre produtos, sem deixar de lado a preferência no atendimento às vítimas.

Para análise dos resultados do modelo foram realizados três conjuntos de testes, considerando todos os parâmetros definidos na seção 5.1 e com variação no orçamento de 10% a 100% do valor mínimo estimado Γ . Todos os casos estão sumarizados na Tabela 5.17. O primeiro conjunto de testes (Caso A) considera todos os parâmetros de importância dos produtos e priorização das áreas afetadas igual a 1. Com isso procura-se conhecer a utilização das estratégias para o atendimento das vítimas. Estes testes são referenciados no texto como *default*. No segundo conjunto de testes (Caso B) foi avaliada a utilização do Índice de Vulnerabilidade Social SOVI do Brasil para priorização da equidade geográfica, e definidos parâmetros de importância dos produtos, para a equidade de produtos. Finalmente, para o terceiro conjunto de testes (Caso C) foram comparadas as soluções quando usados os tempos de *leadtime* propostos nesse trabalho com as soluções usando os tempos estabelecidos no SRP. Vale salientar que para todos os casos, por construção das variáveis de fluxo, o atendimento foi dado dentro dos parâmetros de *lead time* estabelecidos.

Tabela 5.17: Conjunto de testes.

Casos		C
A	B	
<p>Localização e dimensionamento de depósitos</p> <p>Provê um caso de referência, com o objetivo de observar a localização e dimensionamento de depósitos para atender a máxima quantidade de demanda, tendo em vista os valores de equidade igual a 1.</p> <p>10%; 50%; 100%</p>	<p>Identificar o efeito dos parâmetros de equidade na localização e dimensionamento de depósitos. Observar a mudança na distribuição do orçamento nas estratégias de pré-posicionamento e aquisição. Avaliar o cumprimento de políticas sociais, baseadas na escolha dos valores de vulnerabilidade (SOVI).</p> <p>50%</p>	<p>Identificar localizações chaves de depósitos e suas dimensões, sob a premissa de tempos de entrega mais amplos, iguais aos declarados no SRP.</p> <p>Varição a partir do 10% até 100%</p>
<p>Orçamento apresentado</p> <p>10%; 50%; 100%</p>	<p>50%</p>	<p>Varição a partir do 10% até 100%</p>
<p>Equidade</p> <p>$\kappa_j = 1 \forall j \in \mathcal{NJ}; \omega_p = 1 \forall p \in \mathcal{NP}$</p>	<p>- Sem equidade</p> <p>- $\kappa_j \in \mathcal{NJ}$ usando valores SOVI e $\omega_p = 1 \forall p \in \mathcal{NP}$</p> <p>- $\kappa_j = 1 \forall j \in \mathcal{NJ}$ e $\omega_p \in \mathcal{NP}$ usando priorização de produtos</p>	<p>- Sem equidade</p> <p>- $\kappa_j \in \mathcal{NJ}$ usando valores SOVI e $\omega_p = 1 \forall p \in \mathcal{NP}$</p> <p>- $\kappa_j = 1 \forall j \in \mathcal{NJ}$ e $\omega_p \in \mathcal{NP}$ usando priorização de produtos</p>

Fonte: elaboração própria.

Todos os resultados dos testes estão nas tabelas do Apêndice C e os tempos computacionais no Apêndice D, nessas últimas tabelas quando não for apresentado o valor de GAP é devido a que foi achado o ótimo. Mostrando na coluna de estado modelo o valor de 1, caso contrário aparecerá 8, seguindo o padrão GAMS. Os tempos computacionais mostram que para critérios de parada de 3.600 s e 0,1% de GAP a solução é encontrada rapidamente e em menor medida foi achado o ótimo, no entanto, houveram casos com 100% de GAP devido ao primeiro limitante da solução.

A seguir, são reportados e analisados os principais resultados dos experimentos realizados.

5.2.1 Estratégias usadas pelo modelo proposto - caso A

No caso A, o objetivo é avaliar a utilização das estratégias de pré-posicionamento e aquisição para o atendimento das vítimas, detalhando-se a localização e o dimensionamento de depósitos. Para a estratégia de pré-posicionamento, sob a premissa de orçamento escasso, pretende-se identificar localizações-chave de depósitos e suas dimensões. Para a estratégia de aquisição, procura-se identificar as condições favoráveis em que essa estratégia é usada.

A solução obtida com o 10% do valor de orçamento Γ indica a abertura de seis depósitos BA, MS, PA, PR, PB e RJ. A Tabela 5.18 mostra as quantidades pré-posicionadas de produtos nos depósitos abertos. Nesse cenário é pré-posicionado apenas *okit* Água mineral, um dos produtos com menor *leadtime* e também o com menor cobertura de atendimento em dias por pessoa.

A Tabela 5.18 mostra as quantidades pré-posicionadas na solução do modelo com o 50% do orçamento estimado. Observe que são pré-posicionados os *kits* Água mineral, Limpeza, Higiene pessoal, Dormitório, Colchão e Alimentos. É possível observar que com maior orçamento, a estratégia de pré-posicionamento é ainda mais utilizada com a abertura de 7 novos depósitos: DF, ES, MT, PI, RO, SC e SP. Não entanto, a localização dos outros depósitos é alterada quando comparada aos resultados do teste com 10% do orçamento. Ou seja, não foram abertos os depósitos de MS, PR nem RJ e foram mantidos os depósitos de BA, PA e PB.

A Tabela 5.18 também mostra as quantidades pré-posicionadas na solução do modelo com 100% de orçamento. Nessa solução foram pré-posicionados todos os oito tipos de *kits*, sendo assim o *kit* Água mineral a maior quantidade desses produtos. Cabe salientar que esse *kit* é o segundo de menor volume e também o produto de menor custo, menor abrangência e um dos dois *kits* com *leadtime* mais apertado. Comparando as soluções com diferentes orçamentos para as três soluções apresentadas, destaca-se que nos depósitos sempre se pré-posicionou em sua absoluta maioria o *kit* Água mineral, garantindo assim o abastecimento desse tipo de produto. Por outro lado, o segundo tipo de *kit* mais pré-posicionado foi o *kit* Dormitório, que apresenta

Tabela 5.18: Abertura de depósitos e pré-posicionamento de produtos.

Orçamento	Depósito Aberto	Dimensão do depósito			Pré-posicionamento												
		ℓ_1	ℓ_2	ℓ_3	Kit Limpeza	Kit Higiene Pessoal	Kit Dormitório	Kit Colchão	Kit Cesta de Alimentos	Kit Água Mineral	Kit Infantil	Kit Idoso					
10%	Pa	1														48.481	
	Ba	1														38.456	
	Pb	1														115.659	
	Pr	1														50.200	
	Rj	1														50.200	
	Ms	1														33.481	
50%	Ro	1			3.656		1.860										
	Pa	1			2.718		10.167		189				116.209				
	Ba	1				3.636			893				98.575				
	Pi	1			950		4.314		173				44.221				
	Pb	1							1.660				241.805				
	Sc	1				6.930			446				138.233				
	Sp	1					648						88.551				
	Es	1					37.157		678				32.164				
Mt	1				2.419		33.280		308			49.508					
Df	1				5.059		7.540		1.075			39.816					
100%	Ro	1			3.656		1.860										
	Pa	1			2.882		9.059		528				116.209				
	Ba	1				4.304			6.630				98.575				
	Ce	1					5.422		1.356				37.953				
	Pi	1			1.274				5.920				34.425				
	Pb	1				668			4.852				213.648				
	Sc	1				6.894			4.522				138.233				
	Sp	1					1.274		1.719				69.742				
	Mg	1					19.945		215				42.088				
	Es	1					17.717		1.149				32.164				
Mt	1				3.123		33.280		25.011			49.508					
Go	1			54	3.698		7.540		1.409			16.537					

Fonte: elaboração própria.

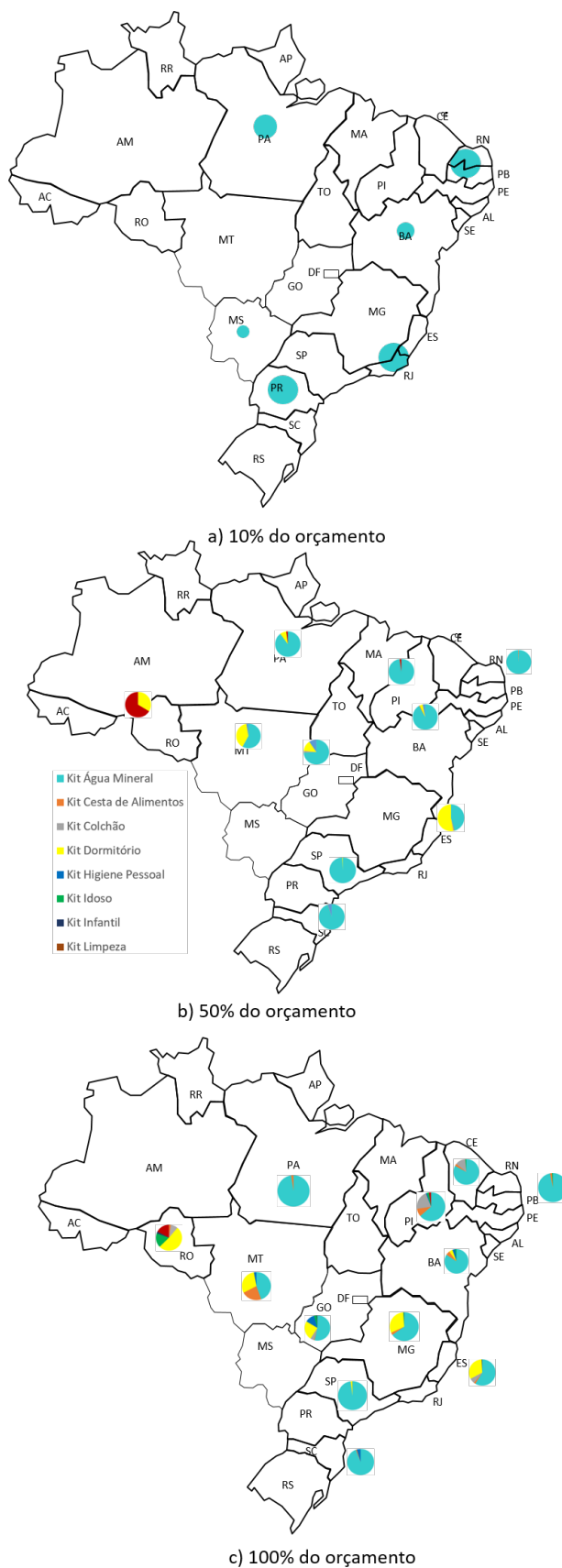
baixo custo de estoque, baixa abrangência e é o segundo tipo *dekit* com menor preço.

No mapa exibido na Figura 5.1 os círculos representam a localização dos depósitos, sendo que o tamanho de cada círculo representa as quantidade pré-posicionadas. Comparando os resultados desta figura com a ocorrência de desastres na figura 3.1, é possível observar que a abertura de depósitos não está condicionada apenas à proximidade as áreas que historicamente apresentaram maior ocorrência de desastre. Isso pode ser explicado pelo objetivo do modelo, que busca manter os níveis de serviço similares para todas as áreas, mesmo as mais afastadas da concentração de eventos de desastre.

A Figura 5.1 mostra o resultado do modelo com o 50% do orçamento estimado Γ . A tonalidade de cor dos círculos indica o tipo de produto pré-posicionado. Os resultados do modelo indicam a abertura de depósitos de maneira distribuída em todo o território. Assim, é possível observar a inclinação na escolha pela estratégia de pré-posicionamento, direcionando os investimentos para a abertura de depósitos na tentativa de abastecer em menor tempo as áreas mais afastadas da concentração de eventos de desastre (como pode ser observado nos dados históricos da Figura 3.1). Essa distribuição de depósitos ocorre mesmo para algumas áreas mais isoladas como PA e MT, que não apresentam frequência alta de ocorrência de desastre; os resultados do modelo indicam a abertura desses depósitos, garantindo uma distribuição de recursos mais descentralizada. Assim, por exemplo, embora a região Norte 2 represente apenas o 11% da demanda total anual, o depósito do PA fica entre duas regiões de alta demanda, Norte 1 e Nordeste 2, que junto com a região Norte 2 totalizam 59,9% da demanda.

O resultado do modelo com o 100% de orçamento apresentado na Figura 5.1 evidencia o aproveitamento ainda maior da estratégia de pré-posicionamento com amplo orçamento disponível. Nesse teste, o depósito em DF que tinha sido localizado na solução com 50% de orçamento foi trocado por GO; além disso, dois depósitos a mais foram abertos em CE e MG. Desse modo, existem locais aparentemente mais estratégicos para localizar os depósitos, tanto para o cenário de recursos monetários escassos quanto para o cenário de ampla disponibilidade de orçamento. Esses locais de abertura são: BA, PB, PI e PA ou SC, o que pode ser corroborado com a informação da Tabela 5.19. Nessa tabela, as siglas em negrito representam a abertura de depósitos em uma frequência total del 80% no teste *default*.

Figura 5.1: Pré-posicionamento de produtos no teste cenário atual com 10%,50% e 100% de orçamento.



Fonte: elaboração própria.

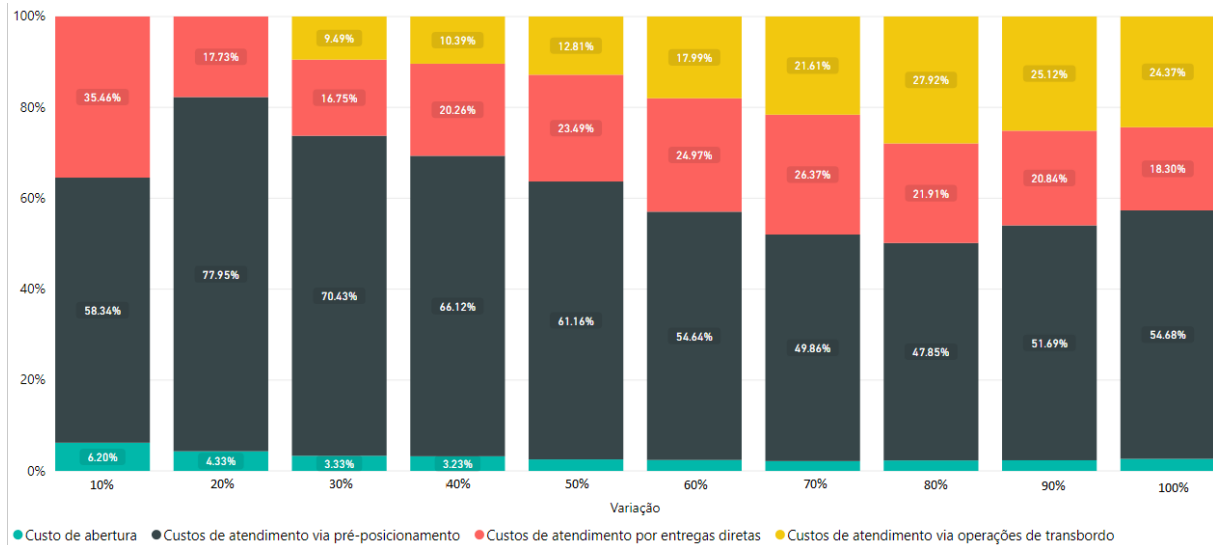
Tabela 5.19: Abertura de depósitos no teste *default*.

Depósito	Frequência absoluta	Frequência relativa
BA	10	9,62%
PB	10	9,62%
PI	9	8,65%
PA	8	7,69%
ES	8	7,69%
MT	8	7,69%
SC	7	6,73%
SP	7	6,73%
RO	7	6,73%
DF	6	5,77%
MG	5	4,81%
RJ	4	3,85%
MS	4	3,85%
CE	3	2,88%
PR	2	1,92%
MA	2	1,92%
AP	2	1,92%
RS	1	0,96%
GO	1	0,96%

Fonte: elaboração própria.

Na Figura 5.2 são apresentadas as proporções dos valores de orçamento avaliados para o uso das diferentes estratégias de abastecimento. Assim, a maior proporção do orçamento utilizado para abertura de depósitos se dá na variação de 10% e diminui para valores maiores de orçamento. Para a variação do 10% não houve atendimento via operações de transbordo; no entanto, essa proporção cresce à medida que o orçamento aumenta. Dessa maneira, o atendimento via operações de transbordo toma maior importância e reduz a utilização do orçamento na estratégia de aquisição, mostrando as vantagens da utilização de transbordo na hora de comprar produtos de fornecedores com menores preços para depois serem enviados para as áreas afetadas.

Figura 5.2: Composição do orçamento no teste *default*.



Fonte: elaboração própria.

5.2.2 Análise de prioridades de atendimento - caso B

As soluções referentes à utilização do modelo proposto com parâmetros *defaults* busca distribuir os recursos de maneira similar entre as possíveis áreas de desastre. No entanto, para algumas áreas mais vulneráveis do ponto de vista socioeconômico o impacto de um desastre pode ser maior, dada sua situação de fragilidade. O modelo proposto permite obter, contudo, outras soluções mais equitativas, ao priorizar essas áreas. Da mesma forma, alguns tipos de produtos que representam ganho na probabilidade do sustento básico de vida das vítimas podem ser priorizados, evitando o gasto do orçamento em produtos menos vitais.

São apresentadas a seguir as tomadas de decisão com relação à abertura de depósitos e nível de serviço usando um valor de 50% do orçamento estimado, a fim de avaliar as diferenças quando se dispõe de recurso (orçamento) escasso para as operações de suprimentos de produtos emergenciais. Foram realizados testes sobre equidade geográfica da seguinte forma: sem considerar equidade, para equidade *default* e utilizando os parâmetros de priorização de áreas baseados no Índice de Vulnerabilidade Social SOVI do Brasil. Finalmente se avalia a priorização de produtos.

Equidade geográfica

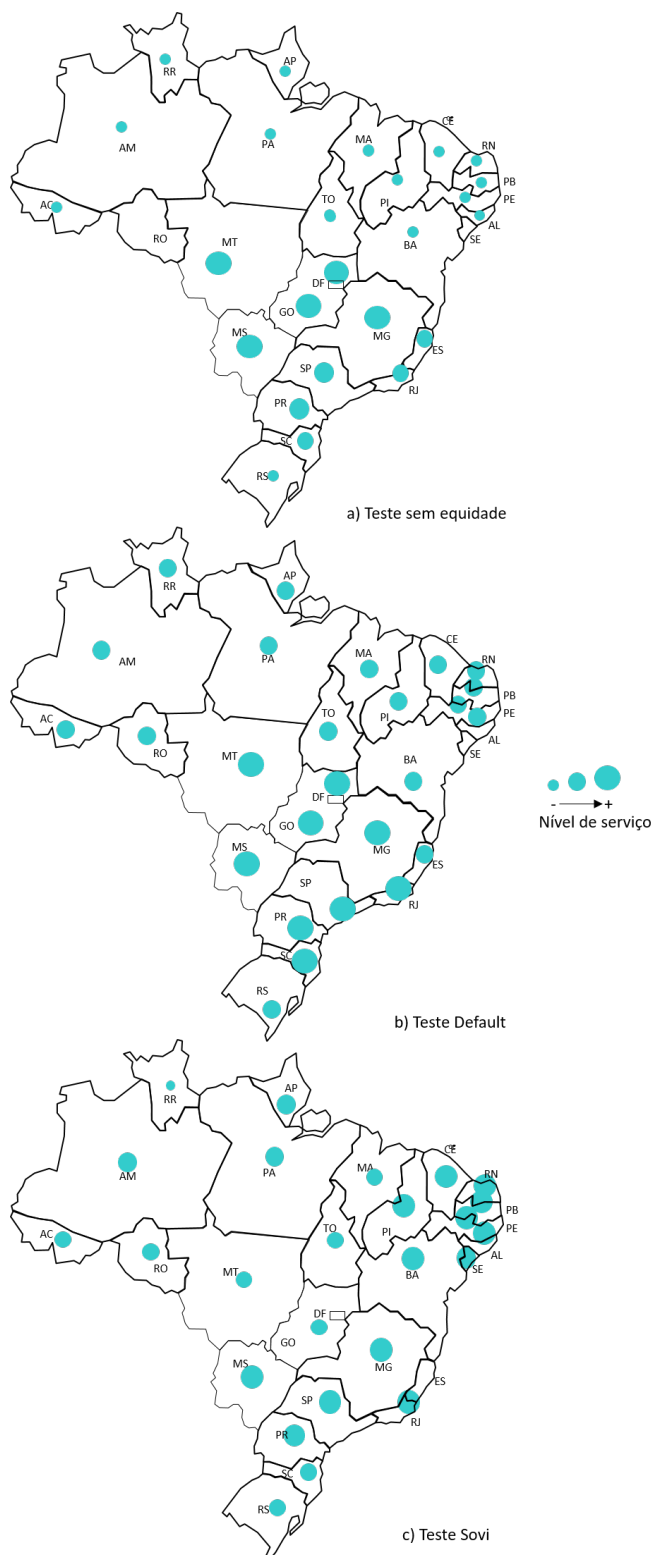
As soluções sem considerar equidade no abastecimento são apresentadas na Figura 5.3. Nessa figura, os círculos representam o nível de atendimento - assim, quanto maior for o círculo, maior foi o atendimento dessa área. Note que, quando não é considerada a equidade geográfica, o atendimento concentra-se nas regiões centro e sul do país, prejudicando outras como a região

Nordeste 2, que historicamente apresentou grande ocorrência de desastres, como mostrado na Figura 3.1.

A solução considerando equidade *default* mostrada na Figura 5.3 indica um maior atendimento daquelas áreas prejudicadas no caso sem considerar equidade. Todos os estados mostram níveis similares de serviço, pois obedecem às restrições de equidade geográfica. Foram abertos 10 depósitos em RO, PA, BA, PI, PB, SC, SP, ES, MT e no DF, mostrando uma distribuição geográfica parecida dos depósitos quando comparada com as soluções sem considerar equidade. Desse modo, a diferença entre as duas soluções são os fluxos de atendimento, procurando obter níveis de serviço similares entre as áreas, mesmo que não seja possível ter níveis tão altos como quando não considerada a equidade.

Quando considerados os valores gerados a partir de SOVI, como apresentado na Figura 5.3, os depósitos abertos foram 10: em PA, BA, PI, PB, SC, MG, RJ, ES, MT e no DF. O atendimento de algumas áreas como as localizadas na região Nordeste 2 é melhorado, no entanto o nível de serviço de áreas como por exemplo o DF foi diminuído, basicamente por ter um valor de SOVI favorável. Nesse caso, o depósito do DF é então aberto devido a sua localização, que permite o rápido atendimento de várias áreas próximas que apresentam grande demanda e por seus preços de aquisição vantajosos, que através de transbordo de produtos gera a diminuição de custos, principalmente dos *kits* Água mineral e Cesta de Alimentos, produtos com lead times menores, além dos *kits* Colchão e limpeza. O depósito é utilizado de maneira estratégica para o atendimento, não da sua mesma localização, e sim de áreas próximas a ele.

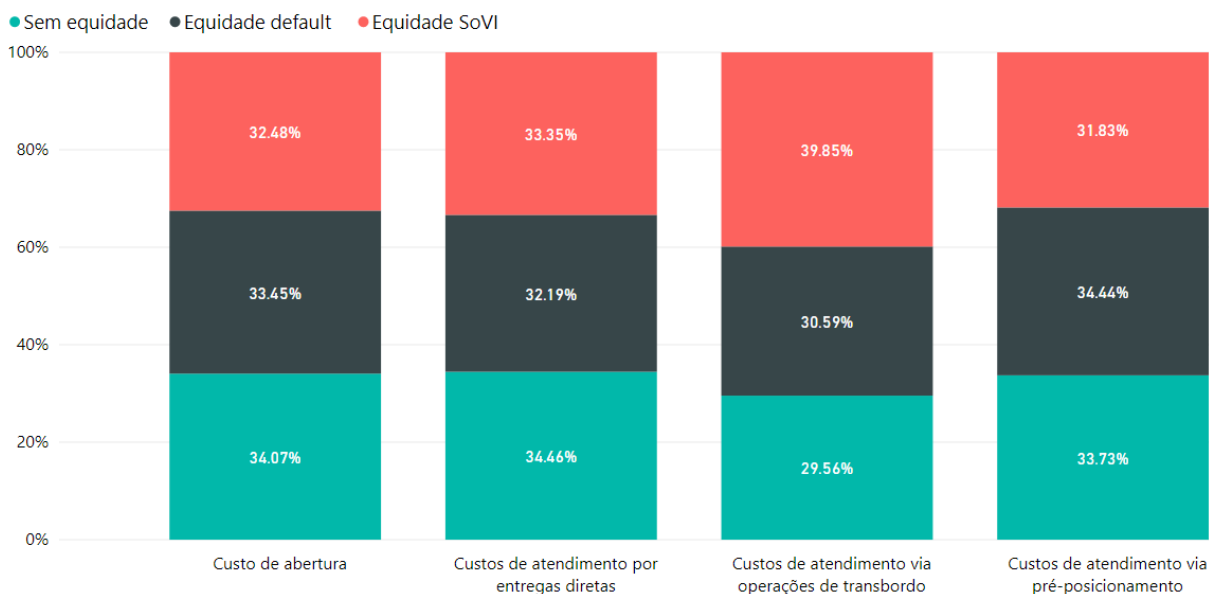
Figura 5.3: Nível de serviço e localização de depósitos - considerações de equidade.



Fonte: elaboração própria.

As decisões sobre qual estratégia usar no atendimento às vítimas não diferem em grande medida nos casos avaliados. A Figura 5.4 apresenta os custos usados em cada caso e permite comparar como foi utilizado o orçamento nessas estratégias. Os custos investidos em pré-posicionamento ou aquisição (fluxo tipo I) se mostram similares em cada caso. Portanto, mesmo que o investimento nessas parcelas de custos seja parecido, o nível de serviço em cada área depende das decisões nos fluxos, que são determinadas pelas considerações ou não de equidade.

Figura 5.4: Composição do orçamento para as considerações de equidade.



Fonte: elaboração própria.

Entretanto, foi identificado em cada caso o encorajamento na escolha da estratégia de pré-posicionamento sobre a de aquisição, tendo em vista a distribuição do orçamento e a preferência na seleção dos tipos de fluxos. Assim, a maior parte do orçamento é utilizada para pré-posicionamento e a segunda maior proporção corresponde à utilização de atendimento direto - fluxo tipo 1. A preferência pela estratégia de pré-posicionamento acontece pela imposição de cumprir tempos de satisfação por produto, que de outra forma não poderiam ser atingidos.

A Tabela 5.20 mostra quatro grupos em que alguns dos estados podem ser agrupados dependendo do seu índice SOVI. Assim, o grupo 1 (G1) é o conjunto de estados mais vulneráveis, o grupo 2 (G2) é o segundo grupo de estados mais vulneráveis e assim por diante. De maneira geral, o nível de serviço para esses grupos é resumido na Tabela 5.21, onde se evidencia o maior atendimento do grupo G1 no teste considerando os valores SOVI de equidade. Como mencionado anteriormente, no teste *Default* o nível de atendimento entre as áreas se dá de maneira similar; é assim que o desvio padrão para esse teste é o menor de todos. Por outro lado, o teste sem consideração de equidade apresenta o melhor caso de nível de serviço de todos, dado que o

atendimento está apenas direcionado para a diminuição da demanda insatisfeita sem nenhum outro requerimento.

O tomador de decisões pode usar o modelo proposto seguindo as políticas de abastecimento que ele considere adequadas. Assim, quando não for considerada a distribuição equitativa dos produtos, o atendimento estará apenas governado pelo uso do orçamento privilegiando áreas mais fáceis de atender, mesmo que isso signifique um nível de serviço reduzido em algumas áreas, como evidenciado pelo desvio padrão desse teste na Tabela 5.21. A consideração de priorização igual para todos (*Default*) permite um atendimento similar entre todas as áreas; no entanto, o aspecto socioeconômico de vulnerabilidade de algumas áreas não é tido em conta. No caso de políticas de distribuição considerando o índice SOVI para determinar os fluxos, o grupo de áreas mais vulneráveis será priorizado, não obstante as diferenças no nível de serviço entre as áreas possam ser maiores, dado o esforço por atender as áreas priorizadas.

Tabela 5.20: Grupos de estados segundo o valor SOVI

Estado	SOVI	Grupo	Estado	SOVI	Grupo	Estado	SOVI	Grupo	Estado	SOVI	Grupo
CE	10,03	G1	RJ	7,14	G2	AL	4,39	G3	RS	2,92	G4
SP	9,95		MG	7,12		PB	4,24		ES	2,61	
PE	9,35		RN	6,96		PI	4,08		MA	2,17	
		MS	6,51	SE	3,65	RO	1,80				
		BA	6,01	AP	3,46	GO	1,70				
				PR	3,37	AC	1,60				
				PA	3,24						
				AM	3,05						

Fonte: elaboração própria

Equidade por produto

Os resultados da média de demanda insatisfeita de todos os estados, da priorização de produtos, são apresentados na Tabela 5.22. A maior vantagem de se considerar as restrições de equidade de produtos pode ser observada nas variações dos *kits* Cesta de alimentos e *kits* Água mineral, Colchão, Infantil e Idoso, que obtiveram melhoria do seu nível de serviço. As restrições de equidade de produtos permitiram abastecer em maior medida os tipos de *kits* segundo os parâmetros de importância, concentrando os esforços no atendimento da demanda nesses tipos de produtos. Políticas que determinem melhores valores desses tipos de parâmetros podem ser discutidas e incorporadas ao modelo.

Tabela 5.21: Estatísticas do nível de serviço para as considerações de equidade.

Tipo de teste	Dados gerais						G1			G2			G3			G4				
	Média	Desvio-padrão	Melhor caso	Pior caso	Média	Desvio-padrão	Melhor caso	Pior caso	Média	Desvio-padrão	Melhor caso	Pior caso	Média	Desvio-padrão	Melhor caso	Pior caso	Média	Desvio-padrão	Melhor caso	Pior caso
Sem equidade	88,75%	4,49%	99,03%	86,09%	87,03%	1,40%	88,63%	86,10%	90,48%	5,19%	98,76%	86,33%	86,66%	0,87%	88,63%	86,10%	88,49%	5,05%	98,77%	86,10%
Default	87,56%	0,79%	88,83%	87,01%	87,55%	0,94%	88,63%	87,01%	87,98%	0,89%	88,64%	87,01%	87,21%	0,57%	88,63%	87,01%	87,28%	0,67%	88,64%	87,01%
SOVI	86,31%	5,68%	95,09%	73,43%	94,96%	0,19%	95,09%	94,73%	92,67%	0,55%	93,10%	91,80%	86,43%	1,79%	88,78%	83,87%	82,09%	1,33%	83,46%	80,55%

Fonte: elaboração própria.

Tabela 5.22: Nível de atendimento na equidade por produto.

Abordagem	Kit emergencial							
	Limpeza	Higiene Pessoal	Dormitório	Colchão	Cesta de Alimentos	Água Mineral	Infantil	Idoso
Importância todos igual a 1	100,0%	100,0%	100,0%	2,557%	40,98%	100,0%	0,000%	0,000%
Importância por produto proposta	81,54%	2,045%	99,80%	13,39%	65,37%	99,95%	13,39%	13,39%

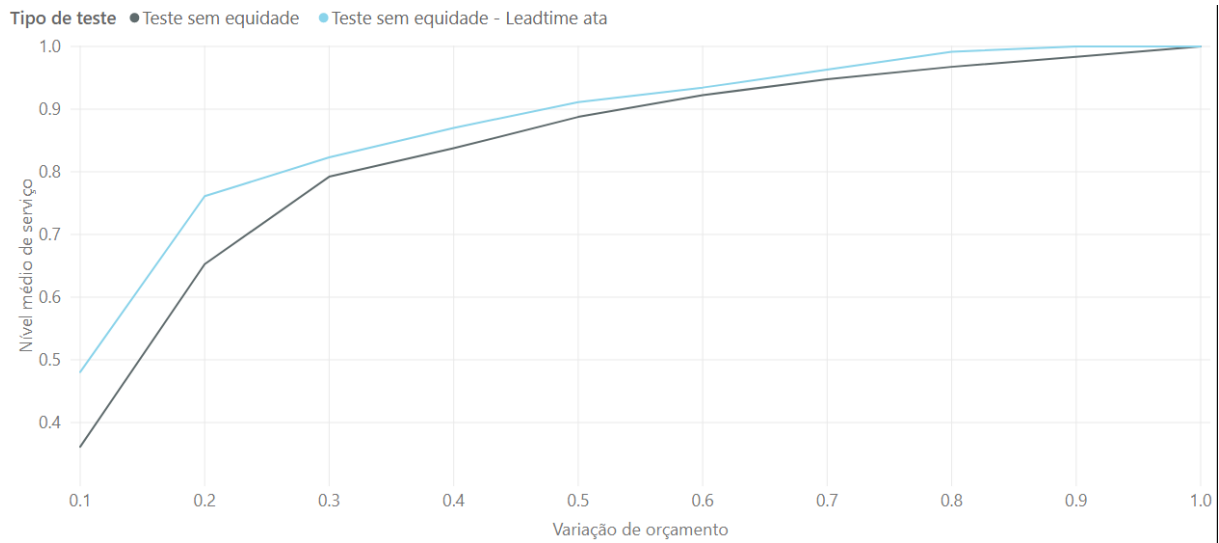
Fonte: elaboração própria.

5.2.3 Uso de tempos de *lead time* máximo estabelecidos em ata - Caso C

O pré-processamento das variáveis de fluxo a partir dos tempos de satisfação estabelecidos por produto permitiu garantir que a entrega dos produtos emergenciais fosse dado dentro dessas janelas de tempo. Foram realizados testes usando como parâmetros de *lead time* os prazos-limite já estabelecidos pelo SRP, com o objetivo de conhecer as diferenças quanto às estratégias utilizadas.

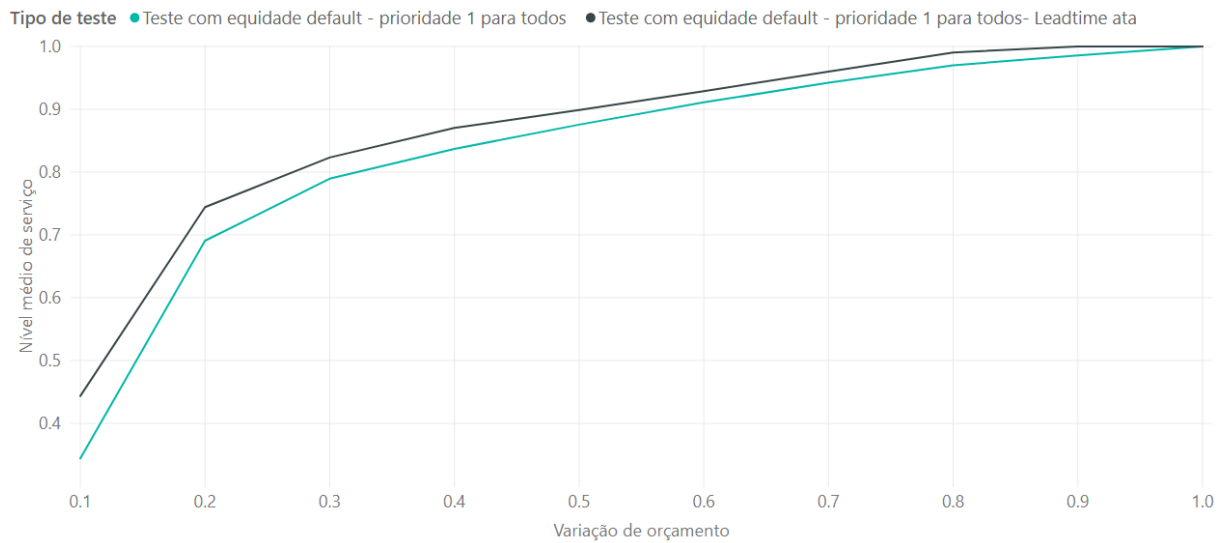
A comparação, segundo a variação do orçamento disponível, do nível de serviço entre os testes sem considerar equidade, *default* e SOVI, com o uso dos tempos de atendimento propostos nesse trabalho e os estabelecidos pelo SRP são apresentados nas figuras a seguir. Para todos os casos, os níveis de serviço ao considerar os tempos apresentados em ata são maiores quando comparados com o uso dos tempos propostos. Era de esperar que o esforço para atender às vítimas fosse menor para tempos de satisfação maiores. Assim, a velocidade de crescimento do nível de serviço é maior quando considerados os tempos em ata, e o atendimento também é sempre maior que para tempos mais apertados como os propostos.

Figura 5.5: Níveis de serviço para o teste sem consideração de equidade para tempos de satisfação estabelecidos em ata. Fonte: elaboração própria.



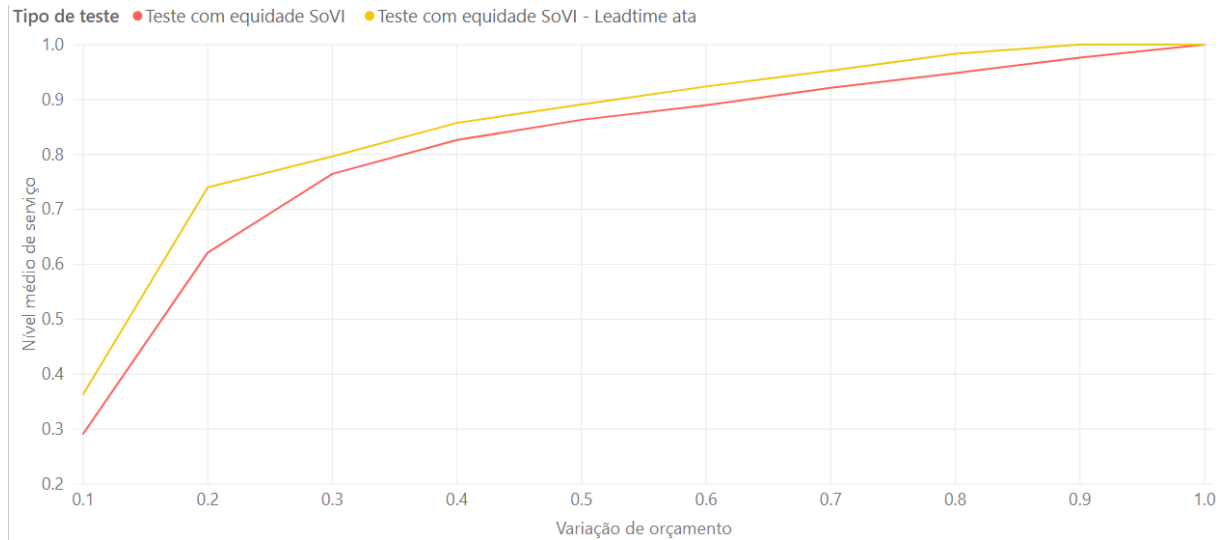
Fonte: elaboração própria.

Figura 5.6: Níveis de serviço para o teste *default* para tempos de satisfação estabelecidos em ata.



Fonte: elaboração própria.

Figura 5.7: Níveis de serviço para o teste considerando valores SOVI para tempos de satisfação estabelecidos em ata.

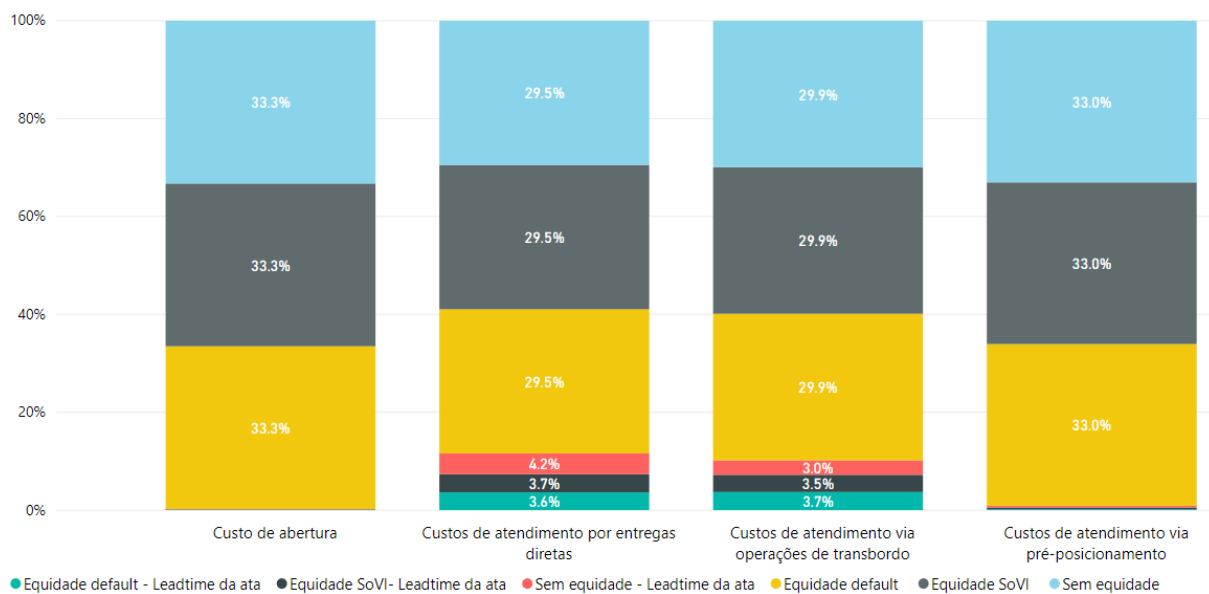


Fonte: elaboração própria.

A Figura 5.8 apresenta as parcelas de custos no uso de 50% do orçamento estimado. São três as grandes diferenças na utilização do orçamento disponível, basicamente no custo utilizado para pré-posicionamento, aquisição (fluxo tipo I) e para transbordo (fluxo tipo III). A solução considerando tempos estabelecidos em ata permite a diminuição do pré-posicionamento, dado que o tempo que deve ser cumprido é maior, permitindo um maior atendimento a partir do fluxo direto dos fornecedores (fluxo tipo I). Do mesmo modo o transbordo é aproveitado em maior medida, dada a possibilidade de tempos de transporte maiores.

Contudo, para os tempos estabelecidos no SRP, em alguns casos pode-se esperar 96 horas para atender a demanda de produtos como água ou alimentos, período no qual a vítima pode estar fora de perigo ou não precise mais dos produtos. Cabe então ao tomador de decisões estabelecer políticas de tempos de satisfação por produto que assegurem tanto o sustento básico de vida das vítimas, como o melhor nível de *trade-off* existente entre o atendimento das áreas com o orçamento disponível.

Figura 5.8: Composição do orçamento para tempos de satisfação estabelecidos em ata.



Fonte: elaboração própria.

Capítulo 6

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Foi desenvolvido um modelo de programação linear inteira-mista para o problema de pré-posicionamento e aquisição de produtos emergenciais na cadeia humanitária brasileira. O modelo contribui à literatura no estabelecimento de tempos de satisfação restritivos, que devem ser respeitados para cada tipo de produto, tratando esse problema por meio do pré-processamento das variáveis de fluxo. Além disso, o modelo procura oferecer o maior acesso e tempos de resposta às vítimas, utilizando a distribuição de um orçamento disponível e se adaptando para cumprir dois tipos de restrições de equidade propostas.

O modelo foi testado usando uma instância real, com dados de demanda desde o ano 2003 até 2016 fornecidos pelo Sistema Integrado De Informações Sobre Desastre - DS2iD. As soluções do modelo mostram uma distribuição equitativa do orçamento para o atendimento da demanda, quando assim for estabelecido. Entretanto, graças ao pré-processamento das variáveis de fluxo, o abastecimento das áreas afetadas cumpre sempre com os tempos de satisfação estabelecidos.

Para trabalhos futuros, na tentativa de flexibilizar os tempos de satisfação, uma extensão instintiva do modelo é o uso de níveis de cobertura. Também para futuras pesquisas, abordagens multiobjetivo e/ou estocástica têm o potencial de gerar novos insights a respeito do problema. A extensão para modelos que integrem decisões táticas como dimensionamento de frota ou localização de depósitos para a “última milha”, também é uma perspectiva interessante de trabalho.

Referências Bibliográficas

ALEM, D.; CLARK, A.; MORENO, A. Stochastic network models for logistics planning in disaster relief. *European Journal of Operational Research*, v. 255, n. 1, p. 187 – 206, 2016. ISSN 0377-2217. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221716302788>>. 16, 17

APTE, A. Humanitarian logistics: A new field of research and action. v. 3, 01 2009. 9

APTE, A. Strategic and operational prepositioning in case of seasonal natural disasters: A perspective. In: _____. *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. John Wiley Sons, Inc., 2011. ISBN 9780470400531. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/9780470400531.eorms1095>>. 9

BALCIK, B.; AK, D. Supplier selection for framework agreements in humanitarian relief. *Production and Operations Management*, v. 23, n. 6, p. 1028–1041, 2014. ISSN 1937-5956. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/poms.12098>>. 11, 19

BALCIK, B.; BEAMON, B. M. Facility location in humanitarian relief. *International Journal of Logistics Research and Applications*, Taylor & Francis, v. 11, n. 2, p. 101–121, 2008. 8, 12

BALCIK, B. et al. Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities. *International Journal of Production Economics*, v. 126, n. 1, p. 22 – 34, 2010. ISSN 0925-5273. 10, 11, 15, 18

BEAMON, B. M.; BALCIK, B. Performance measurement in humanitarian relief chains. *International Journal of Public Sector Management*, v. 21, n. 1, p. 4–25, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/09513550810846087>>. 10

BOZORGI-AMIRI, A.; JABALAMELI, M. S.; HASHEM, S. M. J. Mirzapour Al-e. A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty. *OR Spectrum*, v. 35, n. 4, p. 905–933, 2013. ISSN 1436-6304. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00291-011-0268-x>>. 15, 16

BRASIL. *Decreto nº 5.376/2005 Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC e o Conselho Nacional de Defesa Civil*. 2005. 23

BRASIL. *Lei no 12.608/2012 Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC)*. 2012. 22

BRASIL. *Decreto nº 7.892/2013 Definição do Sistema de Registro de Preços previsto na Lei nº 8.666/1993*. 2013. 24

BRASIL. *LEI Nº 13.103, DE 2 DE MARÇO DE 2015 exercício da profissão de motorista*. 2015. 45

BRASIL. *Extrato de Registro de Preços*. [S.l.]: Diário Oficial da União, Brasília, 2016. Nº 101, Seção 3, p. 52. 41, 42

BRASIL. *Edital de Pregão Eletrônico SRP nº 06/2016 – Kits de Assistência Humanitária*. 2016b. Acesso em: 25 nov. 2016. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/processo_licitatorio>. 13, 26, 36, 37

CARDOSO, T. et al. An integrated approach for planning a long-term care network with uncertainty, strategic policy and equity considerations. *European Journal of Operational Research*, v. 247, n. 1, p. 321 – 334, 2015. ISSN 0377-2217. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221715004865>>. 13

CAUNHYE, A. M. et al. A location-routing model for prepositioning and distributing emergency supplies. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 90, p. 161 – 176, 2016. ISSN 1366-5545. Risk Management of Logistics Systems. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554515002033>>. 15, 16, 17

CEPED; UFSC. *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2012*. Florianópolis: CEPED UFSC: [s.n.], 2013. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>>. 21, 22

CEPED; UFSC. *Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID*. Ministério da Integração Nacional, 2017. Disponível em: <<https://s2id.mi.gov.br/paginas/relatorios/index.xhtml>>. 35, 37

CHARLES, A.; LAURAS, M. An enterprise modelling approach for better optimisation modelling: application to the humanitarian relief chain coordination problem. *OR Spectrum*, v. 33, n. 3, p. 815–841, 2011. ISSN 1436-6304. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00291-011-0255-2>>. 15, 16

CHARLES, A. et al. Designing an efficient humanitarian supply network. *Journal of Operations Management*, p. –, 2016. ISSN 0272-6963. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027269631630047X>>. 15, 16, 18

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. *Sistema de Registro de Preços*. 2014. Acesso em: 31 de Janeiro. 2017. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/ms/sebraeaz/compras-publicas,7cf4e0944f597510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. 24

COZZOLINO, A. *Humanitarian Logistics: Cross-Sector Cooperation in Disaster Relief*. [S.l.]: Springer, 2012. 9

CUSHMAN&WAKEFIELD. *Marketbeat Brasil - Industrial 1 T 2017*. 2017. Disponível em: <<http://www.cushmanwakefield.com.br/pt-br/research-and-insight/brazil/brazil-industrial-snapshot/>>. 40

ERTEM, M. A.; BUYURGAN, N. An auction based framework for resource allocation in disaster relief. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, v. 1, n. 2, p. 170–188, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/20426741111158412>>. 19

ERTEM, M. A.; BUYURGAN, N.; ROSSETTI, M. D. Multiplebuyer procurement auctions framework for humanitarian supply chain management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 40, n. 3, p. 202–227, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/09600031011035092>>. 19

FALASCA, M.; ZOBEL, C. W. A two-stage procurement model for humanitarian relief supply chains. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, v. 1, n. 2, p. 151–169, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/20426741111188329>>. 16, 19

GALINDO, G.; BATTA, R. Review of recent developments in or/ms research in disaster operations management. *European Journal of Operational Research*, v. 230, n. 2, p. 201 – 211,

2013. ISSN 0377-2217. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221713000866>>. 8

GARRIDO, R. A.; LAMAS, P.; PINO, F. J. A stochastic programming approach for floods emergency logistics. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 75, p. 18 – 31, 2015. ISSN 1366-5545. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554514002087>>. 15, 16, 19

HOLGUÍN-VERAS, J. et al. On the appropriate objective function for post-disaster humanitarian logistics models. *Journal of Operations Management*, v. 31, n. 5, p. 262 – 280, 2013. ISSN 0272-6963. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696313000417>>. 47

IBGE. *Projeções e estimativas da população do Brasil e das Unidades da Federação*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>>. 21

JAHRE, M. et al. Integrating supply chains for emergencies and ongoing operations in {UNHCR}. *Journal of Operations Management*, v. 45, p. 57 – 72, 2016. ISSN 0272-6963. Special Issue on Humanitarian Operations Management. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696316300444>>. 15, 17

KELLE, P.; SCHNEIDER, H.; YI, H. Decision alternatives between expected cost minimization and worst case scenario in emergency supply – second revision. *International Journal of Production Economics*, v. 157, p. 250 – 260, 2014. ISSN 0925-5273. The International Society for Inventory Research, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527314001923>>. 16, 17

LEI, L.; LEE, K.; DONG, H. A heuristic for emergency operations scheduling with lead times and tardiness penalties. *European Journal of Operational Research*, v. 250, n. 3, p. 726 – 736, 2016. ISSN 0377-2217. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221715009121>>. 17

LIMA, F. S.; OLIVEIRA, D. d.; GONÇALVES, M. B. Seleção de fornecedores para atendimento às vítimas de desastres naturais considerando o lead time logístico dos produtos na fase de aquisição. *Journal of Transport Literature*, scielo, v. 9, p. 10 – 14, 01 2015. ISSN 2238-1031. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2238-10312015000100010&nrm=iso>. 19

MARGARIDA, C. et al. *Manual de defesa civil*. Florianópolis: CEPED UFSC: [s.n.], 2009. Disponível em: <http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/banco-de-precos/doc_view/110-manual-cadec.html>. 23

MORENO, A.; ALEM, D.; FERREIRA, D. Heuristic approaches for the multiperiod location-transportation problem with reuse of vehicles in emergency logistics. *Computers & Operations Research*, v. 69, p. 79 – 96, 2016. ISSN 0305-0548. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054815002828>>. 15, 16, 17

NAJAFI, M.; ESHGHI, K.; DULLAERT, W. A multi-objective robust optimization model for logistics planning in the earthquake response phase. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 49, n. 1, p. 217 – 249, 2013. ISSN 1366-5545. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554512000828>>. 16

NAJAFI, M.; ESHGHI, K.; LEEUW, S. de. A dynamic dispatching and routing model to plan/re-plan logistics activities in response to an earthquake. *OR Spectrum*, v. 36, n. 2, p. 323–356, 2014. ISSN 1436-6304. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00291-012-0317-0>>. 17

- NTC&LOGÍSTICA; DECOPE. *Relatório mensal do INCTF e o INCTL*. 2017. 44
- PAHO. *Humanitarian supply management and logistics in the health sector*. 2001. 38
- PORTAL BRASIL. *País terá estoques de emergência para atender vítimas de desastres*. 2013. Acesso em: 31 de Janeiro. 2017. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/defesa-e-seguranca/2013/07/pais-tera-estoques-de-emergencia-para-atender-vitimas-de-desastres>>. 27
- RATH, S.; GENDREAU, M.; GUTJAHR, W. J. Bi-objective stochastic programming models for determining depot locations in disaster relief operations. *International Transactions in Operational Research*, v. 23, n. 6, p. 997–1023, 2016. ISSN 1475-3995. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/itor.12163>>. 15, 18
- RAWLS, C. G.; TURNQUIST, M. A. Pre-positioning and dynamic delivery planning for short-term response following a natural disaster. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 46, n. 1, p. 46 – 54, 2012. ISSN 0038-0121. Special Issue: Disaster Planning and Logistics: Part 1. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038012111000498>>. 12, 26, 45
- ROTTKEMPER, B.; FISCHER, K.; BLECKEN, A. A transshipment model for distribution and inventory relocation under uncertainty in humanitarian operations. *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 46, n. 1, p. 98 – 109, 2012. ISSN 0038-0121. Special Issue: Disaster Planning and Logistics: Part 1. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038012111000474>>. 47
- TEJERO, J. J. A. *Almacenes: Análisis, diseño y organización*. [S.l.]: ESIC, 2008. ISBN 9788473565745. 43
- THOMAS, A. S.; KOPCZAK, L. R. *From logistics to supply chain management: The path forward in the humanitarian sector*. San Francisco, CA, 2005. 8
- TRESTRAIL, J.; PAUL, J.; MALONI, M. Improving bid pricing for humanitarian logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 39, n. 5, p. 428–441, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/09600030910973751>>. 18

Apêndice A

INFORMAÇÕES ADICIONAIS DO SISTEMA DE REGISTRO DE PREÇOS

Tabela A.1: Regiões do Brasil segundo a SRP.

Estados	Abreviação	Capitais	Regiões
Amazonas	AM	Manaus	Norte 1
Rondônia	RO	Porto Velho	
Roraima	RR	Boa Vista	
Acre	AC	Rio Branco	
Maranhão	MA	São Luís	Norte 2
Amapá	AP	Macapá	
Pará	PA	Belém	
Tocantins	TO	Palmas	
Bahia	BA	Salvador	Nordeste 1
Sergipe	SE	Aracaju	
Alagoas	AL	Maceió	
Rio Grande do Norte	RN	Natal	Nordeste 2
Ceará	CE	Fortaleza	
Piauí	PI	Teresina	
Pernambuco	PE	Recife	
Paraíba	PB	João Pessoa	
Rio Grande do Sul	RS	Porto Alegre	Sul
Santa Catarina	SC	Florianópolis	
Paraná	PR	Curitiba	
São Paulo	SP	São Paulo	Sudeste
Minas Gerais	MG	Belo Horizonte	
Rio de Janeiro	RJ	Rio de Janeiro	
Espírito Santo	ES	Vitória	
Mato Grosso	MT	Cuiabá	Centro-oeste
Mato Grosso do Sul	MS	Campo Grande	
Distrito Federal	DF	Brasília	
Goiás	GO	Goiânia	

Tabela A.2: Itens que compõem os *kits* assistenciais.

Kit emergencial	Item	Quantidade por <i>kit</i>
Kit Limpeza	Saco de Lixo	6
	Vassoura	1
	Rodo	1
	Pá de Lixo	1
	Sabão Barra	1
	Pano Limpeza	2
	Balde	1
	Luva Borracha	1
	Sabão em Pó	2
	Esponja Multiuso	1
	Esponja de Aço	1
Kit Higiene Pessoal	Sabonete	4
	Escova Dental	4
	Pasta Dental	4
	Toalha Banho	4
	Papel Higiênico	4
	Absorvente	4
	Desodorante	4
Kit Dormitório	Cobertor	1
	Lençol	1
	Fronha	1
	Travesseiro	1
Colchão	Colchão	1
Kit Cesta de Alimentos	Arroz	2
	Feijão	3
	Óleo Vegetal	2
	Macarrão	2
	Açúcar	2
	Leite em Pó	8
	Sardinha	8
	Sal	1
	Café	2
	Biscoito	3
	Farinha Mandioca	4
	Flocos de Milho/Fubá	2
Água Mineral	Água Mineral	1
Kit Infantil	Fralda Infantil	10
	Pomada	1
Kit Idoso/ Pessoa com Deficiência	Fralda Geriátrica	10
	Pomada	1

Tabela A.3: Produtos abastecidos por cada fornecedor

		Fornecedor												
Região	Produto	Tavares & Soares Ltda - EPP	Indústria e Comércio de Colchões Polar Ltda.	Cal Comércio de Alimentos Ltda.	Forthelux Comércio e Serviço Ltda.	G.S.A. Comércio e Serviços Eirell - EPP	R. C. Comércio de Estivas Ltda.	Diperene Comercial Ltda	Fortes Comércio e Serviços Ltda. - EPP	ALG Brasil Comércio e Indústria de Produtos Ltda. - ME	HC Alecrim Distribuidora Ltda. - ME	OGX Mix Multimarcas Ltda. - ME	Orthocrin Indústria e Comércio Ltda.	Ober S/A Indústria e Comércio
Norte 1	k1	0	0	0	0	0	47100	0	0	0	0	0	0	0
	k2	0	0	0	0	0	47100	0	0	0	0	0	0	0
	k3	0	0	0	0	0	0	188400	0	0	0	0	0	0
	k4	0	188400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k5	0	0	0	0	0	47100	0	0	0	0	0	0	0
	k6	0	0	0	0	0	2650500	0	0	0	0	0	0	0
	k7	0	0	0	0	0	0	6800	0	0	0	0	0	0
	k8	0	0	0	0	0	0	2800	0	0	0	0	0	0
Norte 2	k1	0	0	0	0	22500	0	0	0	0	0	0	0	0
	k2	0	0	0	0	0	22500	0	0	0	0	0	0	0
	k3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90000
	k4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90000	0
	k5	0	0	22500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k6	0	0	0	0	0	1298750	0	0	0	0	0	0	0
	k7	0	0	0	0	0	0	3400	0	0	0	0	0	0
	k8	0	0	0	0	0	0	1400	0	0	0	0	0	0
Nordeste 1	k1	0	0	0	0	0	0	14205	0	0	0	0	0	0
	k2	0	0	0	0	0	0	0	0	14205	0	0	0	0
	k3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56820
	k4	0	56820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k5	0	0	14205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k6	0	0	0	0	0	3224500	0	0	0	0	0	0	0
	k7	0	0	0	0	0	0	4200	0	0	0	0	0	0
	k8	0	0	0	0	0	0	2100	0	0	0	0	0	0

Tabela A.3: Produtos abastecidos por cada fornecedor (continuação)

		Fornecedor												
Região	Produto	Tavares & Soares Ltda - EPP	Indústria e Comércio de Colchões Polar Ltda.	Cal Comércio de Alimentos Ltda.	Forthe Lux Comércio e Serviço Ltda.	G.S.A. Comércio e Serviços Eireli - EPP	R. C. Comércio de Estivas Ltda.	Diperene Comercial Ltda	Fortes Comércio e Serviços Ltda. - EPP	ALG Brasil Comércio e Indústria de Produtos Ltda. - ME	HC Alecrim Distribuidora Ltda. - ME	OGX Mix Multimarcas Ltda. - ME	Orthocrin Indústria e Comércio Ltda.	Ober S/A Indústria e Comércio
Nordeste 2	k1	0	0	0	0	10730	0	0	0	0	0	0	0	0
	k2	0	0	0	0	0	0	0	0	10730	0	0	0	0
	k3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42920	0	0	0
	k4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42920	0	0
	k5	0	0	0	10730	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k6	0	0	0	0	0	2287300	0	0	0	0	0	0	0
	k7	0	0	0	0	0	0	5550	0	0	0	0	0	0
	k8	0	0	0	0	0	0	2200	0	0	0	0	0	0
Sul	k1	0	0	0	0	0	0	43200	0	0	0	0	0	0
	k2	0	0	0	0	0	43200	0	0	0	0	0	0	0
	k3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172800
	k4	0	172800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k5	43200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k6	0	0	0	0	0	3182950	0	0	0	0	0	0	0
	k7	0	0	0	0	0	0	6250	0	0	0	0	0	0
	k8	0	0	0	0	0	0	2500	0	0	0	0	0	0
Sudeste	k1	0	0	0	0	0	0	40200	0	0	0	0	0	0
	k2	0	0	0	0	0	0	0	0	40200	0	0	0	0
	k3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160800
	k4	0	160800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k5	0	0	0	40200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	k6	0	0	0	0	0	4823000	0	0	0	0	0	0	0
	k7	0	0	0	0	0	0	5780	0	0	0	0	0	0
	k8	0	0	0	0	0	0	2370	0	0	0	0	0	0
Centro - Oeste	k1	0	0	0	0	10205	0	0	0	0	0	0	0	0
	k2	0	0	0	0	0	0	0	0	10205	0	0	0	0
	k3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40820
	k4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40820	0	0
	k5	0	0	0	0	0	0	0	10205	0	0	0	0	0
	k6	0	0	0	0	0	2224500	0	0	0	0	0	0	0
	k7	0	0	0	0	0	0	3650	0	0	0	0	0	0
	k8	0	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0

Apêndice B

NÚMERO DE VÍTIMAS E CUSTOS DAS OPERAÇÕES

Tabela B.1: Média de desabrigados e desalojados.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
AC	1.568	3.784	2.654	1.671	-	-	-	-	-	8	268	-
AM	2.533	2.831	2.260	1.678	3.460	2.992	167	536	492	74	1.034	659
RO	137	2.606	1.544	15	-	17	-	44	200	30	18	-
RR	-	-	-	-	326	143	1.261	-	130	-	-	-
AP	78	450	30	312	180	-	15	-	-	1.040	-	-
MA	1.002	790	1.025	2.037	1.138	-	-	126	-	73	100	141
PA	230	1.373	757	1.217	594	1.020	841	131	179	363	1.078	279
TO	397	166	269	265	-	-	-	-	-	14	-	-
AL	252	74	50	142	375	665	54	-	-	-	-	104
BA	648	674	482	745	867	983	1.565	562	1.405	-	806	1.825
SE	503	236	-	357	214	78	-	285	-	100	30	-
CE	916	1.365	1.230	387	1.384	134	-	-	-	-	-	6
PB	348	280	217	209	333	605	1.067	967	11.116	2.154	2.160	238
PE	566	343	264	130	756	1.894	293	181	1.073	-	-	193
PI	177	516	1.317	860	334	15	366	984	237	-	12	100
RN	466	274	496	852	330	309	84	349	1.510	466	-	-
PR	215	212	725	1.153	1.041	378	737	297	252	144	141	110
RS	573	182	693	338	508	497	887	722	604	835	636	401
SC	701	467	869	338	308	581	124	234	1.578	278	1.825	163
ES	466	475	383	757	38	201	208	319	56	482	447	764
MG	396	257	375	143	156	43	451	143	425	260	226	451
RJ	786	244	601	2.687	93	144	570	32	13	-	669	949
SP	459	227	659	114	618	377	239	2.435	152	55	246	281
DF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-
GO	51	326	22	390	-	-	30	205	6	-	60	141
MS	109	230	156	309	40	42	-	5	530	2.083	69	643
MT	295	579	295	183	126	-	-	265	163	98	21	834

Tabela B.2: Quantidades e custos por pallets e estantes.

Região	Norte 1	Norte 2	Nordeste 1	Nordeste 2	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
Configuração l1							
Total Pallet	1.157	780	391	1.441	622	657	578
Total Estantes	259	175	87	322	139	147	129
Custo Pallet	62.502	42.144	21.103	77.821	33.579	35.494	31.191
Custo estantes	25.143	16.948	8.492	31.303	13.497	14.278	12.548
Total	87.646	59.092	29.596	109.124	47.076	49.773	43.740
Configuração l2							
Total Pallet	579	390	195	721	311	329	289
Total Estantes	129	87	44	161	69	74	65
Custo Pallet	31.251	21.072	10.552	38.911	16.790	17.747	15.596
Custo estantes	12.572	8.474	4.246	15.652	6.748	7.139	6.274
Total	43.823	29.546	14.798	54.562	23.538	24.886	21.870
Configuração l3							
Total Pallet	193	130	65	240	104	110	96
Total Estantes	43	29	15	54	23	25	22
Custo Pallet	10.417	7.024	3.517	12.970	5.597	5.916	5.199
Custo estantes	4.191	2.825	1.415	5.217	2.249	2.380	2.091
Total	14.608	9.849	4.933	18.187	7.846	8.295	7.290

Tabela B.7: Quantidades médias de estoque por produto e região.

Kit	Preço unitário	Quantidade em estoque (Anual)	Quantidade em estoque (Semestral-médio)	Quantidade em estoque (Trimestral-médio)	Quantidade em estoque (mensual-médio)
Norte 1					
Kit Limpeza	79,2	8.139	2.035	1.017	339
Kit Higiene Pessoal	127,8	8.139	2.035	1.017	339
Kit Dormitório	104,7	32.547	8.137	4.068	1.356
Kit Colchão	200,0	32.547	8.137	4.068	1.356
Kit Cesta de Alimentos	150,6	8.139	2.035	1.017	339
Kit Água Mineral	9,7	227.816	56.954	28.477	9.492
Kit Infantil	184,0	32.547	8.137	4.068	1.356
Kit Idoso	332,9	32.547	8.137	4.068	1.356
Norte 2					
Kit Limpeza	99	5.486	1.372	686	229
Kit Higiene Pessoal	118	5.486	1.372	686	229
Kit Dormitório	58	21.946	5.487	2.743	914
Kit Colchão	195	21.946	5.487	2.743	914
Kit Cesta de Alimentos	149	5.486	1.372	686	229
Kit Água Mineral	10	153.611	38.403	19.201	6.400
Kit Infantil	249	21.946	5.487	2.743	914
Kit Idoso	362	21.946	5.487	2.743	914
Nordeste 1					
Kit Limpeza	122	2.749	687	344	115
Kit Higiene Pessoal	105	2.749	687	344	115
Kit Dormitório	57	10.989	2.747	1.374	458
Kit Colchão	199	10.989	2.747	1.374	458
Kit Cesta de Alimentos	124	2.749	687	344	115
Kit Água Mineral	10	76.925	19.231	9.616	3.205
Kit Infantil	195	10.989	2.747	1.374	458
Kit Idoso	265	10.989	2.747	1.374	458

Tabela B.7: Quantidades médias de estoque por produto e região. (continuação)

Kit	Preço unitário	Quantidade em estoque (Anual)	Quantidade em estoque (Semestral-médio)	Quantidade em estoque (Trimestral-médio)	Quantidade em estoque (mensual-médio)
Nordeste 2					
Kit Limpeza	91	10.133	2.533	1.267	422
Kit Higiene Pessoal	105	10.133	2.533	1.267	422
Kit Dormitório	69	40.524	10.131	5.066	1.689
Kit Colchão	149	40.524	10.131	5.066	1.689
Kit Cesta de Alimentos	127	10.133	2.533	1.267	422
Kit Água Mineral	10	283.655	70.914	35.457	11.819
Kit Infantil	201	40.524	10.131	5.066	1.689
Kit Idoso	338	40.524	10.131	5.066	1.689
Sul					
Kit Limpeza	127	4.369	1.092	546	182
Kit Higiene Pessoal	96	4.369	1.092	546	182
Kit Dormitório	57	17.486	4.372	2.186	729
Kit Colchão	147	17.486	4.372	2.186	729
Kit Cesta de Alimentos	119	4.369	1.092	546	182
Kit Água Mineral	10	122.400	30.600	15.300	5.100
Kit Infantil	169	17.486	4.372	2.186	729
Kit Idoso	246	17.486	4.372	2.186	729
Sudeste					
Kit Limpeza	120	4.622	1.156	578	193
Kit Higiene Pessoal	110	4.622	1.156	578	193
Kit Dormitório	46	18.483	4.621	2.310	770
Kit Colchão	135	18.483	4.621	2.310	770
Kit Cesta de Alimentos	119	4.622	1.156	578	193
Kit Água Mineral	10	129.372	32.343	16.172	5.391
Kit Infantil	162	18.483	4.621	2.310	770
Kit Idoso	241	18.483	4.621	2.310	770

Tabela B.7: Quantidades médias de estoque por produto e região. (continuação)

Kit	Preço unitário	Quantidade em estoque (Anual)	Quantidade em estoque (Semestral-médio)	Quantidade em estoque (Trimestral-médio)	Quantidade em estoque (mensal-médio)
		Centro-oeste			
Kit Limpeza	91	4.062	1.016	508	169
Kit Higiene Pessoal	105	4.062	1.016	508	169
Kit Dormitório	55	16.242	4.061	2.030	677
Kit Colchão	131	16.242	4.061	2.030	677
Kit Cesta de Alimentos	117	4.062	1.016	508	169
Kit Água Mineral	9	113.699	28.425	14.212	4.737
Kit Infantil	193	16.242	4.061	2.030	677
Kit Idoso	280	16.242	4.061	2.030	677
Kit Idoso					

Tabela B.8: Volume médio em estoque e taxa de armazenagem por configuração

Kit	Volume em estoque (Semestral-médio)	Volume em estoque (Trimestral-médio)	Volume em estoque (mensal-médio)	Taxa armazenagem			Taxa armazenagem			Taxa armazenagem		
				(Base semestral)	(Base trimestral)	(Base mensal)	-semestral	-trimestral	-mensal			
Norte 1												
Kit Limpeza	51	25	8	14,84%	7,83%	2,88%	2,47%	2,61%	2,88%			
Kit Higiene Pessoal	79	39	13	14,24%	7,51%	2,76%	2,37%	2,50%	2,76%			
Kit Dormitório	214	107	36	11,77%	6,21%	2,29%	1,96%	2,07%	2,29%			
Kit Colchão	1.406	703	234	40,59%	21,41%	7,88%	6,76%	7,14%	7,88%			
Kit Cesta de Alimentos	72	36	12	11,08%	5,84%	2,15%	1,85%	1,95%	2,15%			
Kit Água Mineral	285	142	47	24,24%	12,79%	4,71%	4,04%	4,26%	4,71%			
Kit Infantil	29	15	5	0,92%	0,48%	0,18%	0,15%	0,16%	0,18%			
Kit Idoso	99	49	16	1,71%	0,90%	0,33%	0,29%	0,30%	0,33%			
Norte 2												
Kit Limpeza	34	17	6	12,78%	6,87%	2,61%	2,13%	2,29%	2,61%			
Kit Higiene Pessoal	53	27	9	16,65%	8,95%	3,40%	2,77%	2,98%	3,40%			
Kit Dormitório	144	72	24	22,95%	12,34%	4,69%	3,83%	4,11%	4,69%			
Kit Colchão	948	474	158	44,94%	24,17%	9,19%	7,49%	8,06%	9,19%			
Kit Cesta de Alimentos	49	24	8	12,05%	6,48%	2,46%	2,01%	2,16%	2,46%			
Kit Água Mineral	192	96	32	25,64%	13,79%	5,24%	4,27%	4,60%	5,24%			
Kit Infantil	20	10	3	0,73%	0,39%	0,15%	0,12%	0,13%	0,15%			
Kit Idoso	67	33	11	1,70%	0,92%	0,35%	0,28%	0,31%	0,35%			
Nordeste 1												
Kit Limpeza	17	9	3	12,70%	7,13%	2,90%	2,12%	2,38%	2,90%			
Kit Higiene Pessoal	27	13	4	23,03%	12,93%	5,25%	3,84%	4,31%	5,25%			
Kit Dormitório	72	36	12	28,76%	16,15%	6,56%	4,79%	5,38%	6,56%			
Kit Colchão	475	237	79	53,99%	30,32%	12,32%	9,00%	10,11%	12,32%			
Kit Cesta de Alimentos	24	12	4	17,75%	9,97%	4,05%	2,96%	3,32%	4,05%			
Kit Água Mineral	96	48	16	31,44%	17,65%	7,17%	5,24%	5,88%	7,17%			
Kit Infantil	10	5	2	1,15%	0,64%	0,26%	0,19%	0,21%	0,26%			
Kit Idoso	33	17	6	2,85%	1,60%	0,65%	0,48%	0,53%	0,65%			

Tabela B.8: Volume médio em estoque e taxa de armazenagem por configuração (continuação)

Kit	Volume em estoque		Volume em estoque (mensal-médio)	Taxa armazenagem (Base semestral)	Taxa armazenagem (Base trimestral)	Taxa armazenagem (Base mensal)	Taxa armazenagem -semestral	Taxa armazenagem -trimestral	Taxa armazenagem -mensal
	(Semestral-médio)	(Trimestral-médio)							
Nordeste 2									
Kit Limpeza	63	32	11	12,43%	6,50%	2,36%	2,07%	2,17%	2,36%
Kit Higiene Pessoal	98	49	16	16,70%	8,73%	3,16%	2,78%	2,91%	3,16%
Kit Dormitório	266	133	44	17,32%	9,06%	3,28%	2,89%	3,02%	3,28%
Kit Colchão	1.751	875	292	52,88%	27,65%	10,02%	8,81%	9,22%	10,02%
Kit Cesta de Alimentos	90	45	15	12,67%	6,62%	2,40%	2,11%	2,21%	2,40%
Kit Água Mineral	355	177	59	22,98%	12,01%	4,35%	3,83%	4,00%	4,35%
Kit Infantil	36	18	6	0,81%	0,42%	0,15%	0,14%	0,14%	0,15%
Kit Idoso	123	62	21	1,63%	0,85%	0,31%	0,27%	0,28%	0,31%
Sul									
Kit Limpeza	27	14	5	10,54%	5,74%	2,23%	1,76%	1,91%	2,23%
Kit Higiene Pessoal	42	21	7	21,74%	11,84%	4,60%	3,62%	3,95%	4,60%
Kit Dormitório	115	57	19	24,92%	13,58%	5,27%	4,15%	4,53%	5,27%
Kit Colchão	755	378	126	63,06%	34,35%	13,34%	10,51%	11,45%	13,34%
Kit Cesta de Alimentos	39	19	6	16,01%	8,72%	3,39%	2,67%	2,91%	3,39%
Kit Água Mineral	153	77	26	27,12%	14,78%	5,74%	4,52%	4,93%	5,74%
Kit Infantil	16	8	3	1,14%	0,62%	0,24%	0,19%	0,21%	0,24%
Kit Idoso	53	27	9	2,64%	1,44%	0,56%	0,44%	0,48%	0,56%
Sudeste									
Kit Limpeza	29	14	5	11,01%	5,98%	2,31%	1,83%	1,99%	2,31%
Kit Higiene Pessoal	45	22	7	18,65%	10,13%	3,91%	3,11%	3,38%	3,91%
Kit Dormitório	121	61	20	29,91%	16,24%	6,27%	4,99%	5,41%	6,27%
Kit Colchão	798	399	133	67,67%	36,75%	14,19%	11,28%	12,25%	14,19%
Kit Cesta de Alimentos	41	21	7	15,81%	8,58%	3,31%	2,63%	2,86%	3,31%
Kit Água Mineral	162	81	27	26,73%	14,51%	5,60%	4,45%	4,84%	5,60%
Kit Infantil	17	8	3	1,18%	0,64%	0,25%	0,20%	0,21%	0,25%
Kit Idoso	56	28	9	2,66%	1,44%	0,56%	0,44%	0,48%	0,56%

Tabela B.8: Volume médio em estoque e taxa de armazenagem por configuração (continuação)

Kit	Volume em estoque (Semestral-médio)	Volume em estoque (Trimestral-médio)	Volume em estoque (mensal-médio)	Taxa armazenagem (Base semestral)	Taxa armazenagem (Base trimestral)	Taxa armazenagem (Base mensal)	Taxa armazenagem -semestral	Taxa armazenagem -trimestral	Taxa armazenagem -mensal
Kit Limpeza	25	13	4	15,07%	8,25%	3,22%	2,51%	2,75%	3,22%
Kit Higiene Pessoal	39	20	7	20,15%	11,03%	4,31%	3,36%	3,68%	4,31%
Kit Dormitório	107	53	18	25,94%	14,20%	5,55%	4,32%	4,73%	5,55%
Kit Colchão	702	351	117	72,00%	39,41%	15,40%	12,00%	13,14%	15,40%
Kit Cesta de Alimentos	36	18	6	16,65%	9,11%	3,56%	2,77%	3,04%	3,56%
Kit Água Mineral	142	71	24	29,82%	16,32%	6,38%	4,97%	5,44%	6,38%
Kit Infantil	15	7	2	1,02%	0,56%	0,22%	0,17%	0,19%	0,22%
Kit Idoso	49	25	8	2,38%	1,30%	0,51%	0,40%	0,43%	0,51%

Tabela B.9: Custos de abertura (R\$).

	Norte 1	Norte 2	Nordeste 1	Nordeste 2	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
Custos pallet e estantes	87.646	59.092	29.596	109.124	47.076	49.773	43.740
Custos	17.316	17.316	17.316	17.316	17.316	17.316	17.316
Configuração l1							
Empilhadeira	104.962	76.408	46.912	126.440	64.392	67.089	61.056
Custo equipamentos	488.009	297.708	125.544	477.410	197.665	254.039	274.501
Custo Aluguel	33.732	33.732	33.732	33.732	33.732	33.732	33.732
Custo salário	626.702	407.848	206.187	637.582	295.789	354.859	369.289
Custo de abertura							
Custos pallet e estantes	43.823	29.546	14.798	54.562	23.538	24.886	21.870
Custos	11.544	11.544	11.544	11.544	11.544	11.544	11.544
Configuração l2							
Empilhadeira	55.367	41.090	26.342	66.106	35.082	36.430	33.414
Custo equipamentos	244.004	148.854	62.772	238.705	98.832	127.019	137.251
Custo Aluguel	33.732	33.732	33.732	33.732	33.732	33.732	33.732
Custo salário	333.103	223.676	122.846	338.543	167.646	197.182	204.396
Custo de abertura							
Custos pallet e estantes	14.608	9.849	4.933	18.187	7.846	8.295	7.290
Custos	5.772	5.772	5.772	5.772	5.772	5.772	5.772
Configuração l2							
Empilhadeira	20.380	15.621	10.705	23.959	13.618	14.067	13.062
Custo equipamentos	81.335	49.618	20.924	79.568	32.944	42.340	45.750
Custo Aluguel	33.732	33.732	33.732	33.732	33.732	33.732	33.732
Custo salário	135.446	98.971	65.361	137.260	80.294	90.139	92.544
Custo de abertura							

Apêndice C

RESULTADOS ADICIONAIS

Tabela C.1: Demanda insatisfeita do estado Distrito Federal (DF) (%). Fonte: elaboração própria.

Produto	Variação do orçamento																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
k1	95,6	90,9	85,5	80,7	75,7	70,3	65,3	61,0	55,1	50,1	45,3	40,8	35,5	31,4	26,9	21,4	16,7	11,5	9,0	9,0
k2	95,6	90,9	85,5	80,7	75,7	70,3	65,3	61,0	55,1	50,1	45,3	40,8	35,5	31,4	26,9	21,4	16,7	11,5	9,0	9,0
k3	95,6	90,9	85,5	80,7	75,7	70,3	65,3	61,0	55,1	50,1	45,3	40,8	35,5	31,4	26,9	21,4	16,7	11,5	9,0	9,0
k4	95,6	90,9	85,5	80,7	75,7	70,3	65,3	61,0	55,1	50,1	45,3	40,8	35,5	31,4	26,9	21,4	16,7	11,5	9,0	9,0
k5	95,6	90,9	85,5	80,7	75,7	70,3	65,3	61,0	55,1	50,1	45,3	40,8	35,5	31,4	26,9	21,4	16,7	11,5	9,0	9,0
k6	95,6	90,9	85,5	80,7	75,7	70,3	65,3	61,0	55,1	50,1	45,3	40,8	35,5	31,4	26,9	21,4	16,7	11,5	9,0	9,0
k7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
k8	95,6	90,9	85,5	80,7	75,7	70,3	65,3	61,0	55,1	50,1	45,3	40,8	35,5	31,4	26,9	21,4	16,7	11,5	9,0	9,0
Desvío padrão	33,8	32,1	30,2	28,5	26,8	24,9	23,1	21,6	19,5	17,7	16,0	14,4	12,5	11,1	9,5	7,6	5,9	4,1	3,2	3,2

Tabela C.2: Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- sem equidade

Budget	AM	RO	RR	AC	MA	AP	PA	TO	BA	SE	AL	RN	CE	PI	PE	PB	RS	SC	PR	SP	MG	RJ	ES	MT	MS	DF	GO
10%	70,90%	70,91%	70,89%	70,91%	67,45%	0,00%	45,65%	53,09%	12,11%	54,59%	64,38%	37,64%	70,83%	46,41%	55,14%	9,22%	14,93%	19,35%	43,90%	9,65%	21,91%	46,09%	19,65%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
20%	70,90%	70,91%	70,89%	70,91%	69,36%	35,88%	70,91%	70,01%	70,91%	70,90%	70,91%	70,90%	70,83%	70,90%	70,90%	70,91%	66,77%	70,91%	70,91%	67,50%	61,29%	70,91%	59,12%	67,72%	70,89%	0,00%	59,32%
30%	76,67%	80,36%	70,89%	80,75%	78,56%	73,58%	75,40%	81,04%	81,04%	81,03%	80,42%	77,13%	78,19%	80,31%	78,78%	72,98%	81,03%	81,04%	81,05%	81,03%	81,02%	81,04%	81,03%	81,01%	81,02%	81,55%	80,99%
40%	83,57%	83,37%	73,43%	83,57%	83,57%	83,56%	83,37%	86,05%	84,87%	84,61%	86,10%	83,36%	83,57%	83,57%	83,56%	83,57%	81,37%	83,69%	83,79%	84,03%	84,45%	84,75%	84,08%	85,27%	85,34%	83,98%	85,97%
50%	86,10%	86,10%	86,10%	86,10%	86,10%	86,10%	86,10%	86,09%	86,53%	87,15%	86,58%	86,33%	86,10%	86,46%	86,35%	86,18%	86,63%	88,63%	88,63%	88,63%	88,63%	88,64%	87,26%	98,76%	98,76%	99,08%	98,77%
60%	86,10%	86,10%	86,10%	86,10%	94,93%	86,10%	95,94%	92,88%	96,22%	94,45%	95,30%	86,46%	86,53%	91,11%	86,50%	86,21%	86,75%	88,80%	88,63%	88,63%	98,76%	98,76%	97,50%	98,76%	98,76%	99,08%	98,77%
70%	86,10%	86,10%	86,10%	86,10%	96,94%	86,10%	96,23%	98,71%	97,20%	97,78%	97,00%	87,38%	87,17%	97,26%	94,72%	94,09%	97,25%	98,76%	98,76%	98,76%	98,76%	98,77%	97,62%	98,76%	98,76%	99,08%	98,77%
80%	90,93%	88,93%	88,63%	94,08%	98,71%	89,32%	98,17%	98,90%	98,91%	98,91%	98,91%	90,23%	92,89%	98,90%	98,82%	98,91%	99,60%	99,91%	98,91%	100,00%	100,00%	100,00%	98,91%	98,90%	98,91%	99,03%	98,91%
90%	97,30%	98,26%	88,78%	98,63%	98,91%	93,83%	98,91%	98,90%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,91%	98,91%
100%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Média	84,86%	85,12%	82,18%	85,71%	87,45%	73,45%	85,09%	86,57%	82,67%	86,83%	87,85%	81,40%	85,50%	85,38%	85,37%	80,10%	81,38%	82,99%	85,46%	82,73%	83,72%	86,79%	82,52%	82,81%	83,13%	76,07%	82,04%

Tabela C.3: Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com equidade default - prioridade 1 para todos

Budget	AM	RO	RR	AC	MA	AP	PA	TO	BA	SE	AL	RN	CE	PI	PE	PB	RS	SC	PR	SP	MG	RJ	ES	MT	MS	DF	GO	
10%	70,90%	70,91%	70,89%	70,91%	27,81%	27,81%	31,46%	27,81%	27,81%	29,05%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	27,81%	28,97%	27,81%	27,81%	27,81%	
20%	70,90%	70,91%	70,89%	70,91%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	70,83%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%	68,67%
30%	76,66%	76,66%	76,66%	76,66%	76,66%	76,66%	76,66%	81,04%	81,04%	81,03%	76,66%	76,66%	76,66%	76,81%	76,66%	76,66%	81,03%	81,03%	81,05%	81,03%	81,02%	81,04%	81,04%	81,03%	81,01%	81,02%	81,55%	80,99%
40%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%	83,69%
50%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	87,01%	88,63%	88,63%	88,63%	88,63%	88,63%	87,01%	88,63%	88,63%	88,83%	88,64%	88,64%
60%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	90,06%	98,68%	98,68%	98,65%	99,03%	92,28%
70%	91,83%	91,83%	91,83%	91,83%	92,34%	91,83%	91,83%	92,04%	92,46%	92,25%	91,83%	91,83%	91,83%	91,83%	91,83%	91,83%	91,83%	97,44%	94,39%	94,39%	98,76%	98,76%	97,62%	98,76%	98,76%	98,76%	99,03%	98,77%
80%	93,30%	93,30%	93,30%	93,30%	98,59%	93,30%	97,36%	98,75%	98,13%	98,59%	98,61%	93,30%	93,30%	98,58%	96,21%	95,28%	98,38%	98,76%	98,76%	98,76%	98,76%	98,76%	98,77%	98,76%	98,76%	98,76%	99,03%	98,77%
90%	96,22%	96,22%	96,22%	96,22%	99,27%	96,22%	98,86%	99,41%	99,42%	99,42%	99,42%	96,22%	96,22%	99,39%	99,37%	99,40%	99,42%	99,42%	99,42%	99,42%	99,42%	99,42%	99,42%	99,41%	99,42%	99,48%	99,42%	99,42%
100%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Média	86,06%	86,06%	86,05%	86,06%	82,41%	81,52%	82,56%	82,85%	82,83%	82,98%	82,38%	81,52%	81,74%	82,38%	82,13%	82,04%	82,79%	83,55%	83,25%	83,68%	83,68%	83,68%	83,36%	84,66%	84,54%	84,71%	83,90%	83,90%

Tabela C.4: Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com equidade SoVI

Budget	AM	RO	RR	AC	MA	AP	PA	TO	BA	SE	AL	RN	CE	PI	PE	PB	RS	SC	PR	SP	MG	RJ	ES	MT	MS	DF	GO
10%	25.71%	0.00%	0.00%	0.00%	25.72%	20.72%	20.72%	0.00%	57.24%	29.73%	41.47%	63.07%	74.37%	37.02%	72.52%	39.42%	11.95%	0.00%	23.71%	74.16%	63.90%	64.02%	1.69%	0.00%	60.55%	0.00%	0.00%
20%	70.90%	70.91%	70.59%	70.91%	66.07%	46.26%	50.96%	70.01%	69.06%	65.70%	66.61%	73.98%	81.46%	54.44%	80.12%	62.27%	45.37%	49.39%	67.62%	81.30%	73.88%	73.97%	52.23%	47.24%	71.46%	0.00%	45.45%
30%	70.90%	70.91%	70.59%	70.91%	70.92%	71.53%	70.91%	70.90%	83.61%	73.07%	77.57%	85.84%	90.18%	73.86%	89.47%	76.78%	70.90%	70.91%	70.91%	90.09%	86.16%	86.21%	70.90%	70.88%	84.88%	71.36%	70.87%
40%	77.32%	71.21%	70.59%	72.50%	72.49%	79.98%	78.63%	81.04%	88.47%	81.06%	84.23%	90.05%	93.09%	83.03%	92.59%	83.67%	81.03%	81.04%	81.05%	93.03%	90.27%	90.30%	81.03%	81.01%	89.37%	81.55%	80.99%
50%	83.87%	83.46%	73.43%	83.29%	80.55%	85.76%	84.80%	81.04%	91.80%	86.53%	88.78%	92.92%	95.09%	87.93%	94.73%	88.39%	83.12%	81.04%	85.38%	95.05%	93.08%	93.10%	81.03%	81.01%	92.44%	81.55%	80.99%
60%	89.38%	83.57%	73.43%	83.57%	85.11%	90.63%	90.00%	81.04%	94.60%	91.13%	92.61%	95.34%	96.77%	92.05%	96.53%	92.36%	88.89%	81.04%	90.37%	96.74%	95.44%	95.46%	81.01%	81.01%	95.02%	81.55%	80.99%
70%	93.27%	88.59%	73.43%	87.19%	90.56%	94.06%	93.66%	86.09%	96.58%	94.38%	95.32%	97.05%	97.95%	94.96%	97.80%	95.15%	92.96%	83.57%	93.90%	97.93%	97.11%	97.12%	92.14%	86.09%	96.84%	86.41%	87.95%
80%	96.26%	93.65%	75.97%	92.88%	94.75%	96.70%	96.47%	89.07%	98.10%	96.87%	97.40%	98.36%	98.86%	97.20%	98.78%	97.31%	96.08%	88.63%	96.61%	98.85%	98.39%	98.10%	95.63%	88.63%	98.25%	88.83%	93.30%
90%	98.40%	97.29%	91.48%	96.96%	97.76%	98.59%	98.49%	95.33%	99.19%	98.67%	98.89%	99.30%	99.51%	98.80%	99.48%	98.85%	98.33%	93.03%	98.55%	99.51%	99.31%	99.32%	98.13%	93.03%	99.25%	93.16%	97.14%
100%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Média	80.60%	75.96%	70.04%	75.82%	75.82%	78.92%	78.47%	75.45%	87.87%	81.72%	84.29%	89.52%	92.73%	82.13%	92.20%	83.42%	76.86%	72.87%	80.81%	92.67%	89.76%	89.79%	76.05%	72.89%	88.81%	68.44%	73.77%

Tabela C.5: Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com lead times da ATA SEM equidade

Budget	AM	RO	RR	AC	MA	AP	PA	TO	BA	SE	AL	RN	CE	PI	PE	PB	RS	SC	PR	SP	MG	RJ	ES	MT	MS	DF	GO	
10%	70.90%	70.91%	70.89%	70.91%	70.91%	36.03%	0.00%	17.17%	70.91%	70.90%	70.91%	6.85%	23.24%	24.48%	8.67%	0.00%	70.90%	70.91%	70.91%	56.22%	0.00%	60.15%	70.90%	70.88%	70.89%	71.36%	70.87%	
20%	70.90%	70.91%	70.89%	70.91%	70.92%	70.90%	70.91%	81.04%	77.28%	81.03%	81.03%	70.90%	70.91%	70.90%	70.90%	70.91%	76.41%	81.04%	81.05%	81.03%	81.02%	81.02%	81.03%	78.06%	81.02%	81.02%	81.55%	80.50%
30%	83.57%	83.57%	83.56%	83.57%	82.24%	81.55%	82.65%	81.94%	82.77%	81.19%	82.53%	81.30%	81.76%	82.08%	82.57%	81.51%	81.18%	81.10%	81.73%	81.45%	81.86%	82.02%	81.66%	83.55%	83.56%	83.56%	81.55%	83.54%
40%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.09%	86.10%	86.11%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	87.25%	88.58%	86.50%	88.63%	88.63%	88.64%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.83%	88.64%
50%	88.63%	88.63%	86.10%	88.43%	86.10%	86.10%	86.10%	88.62%	88.63%	88.65%	88.64%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	95.04%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	99.03%	98.77%
60%	98.01%	92.64%	86.10%	98.75%	86.10%	86.10%	86.10%	97.11%	94.09%	92.97%	90.86%	89.55%	90.35%	89.00%	89.63%	88.81%	94.72%	91.25%	90.39%	98.76%	98.76%	98.77%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	99.03%	98.77%
70%	97.47%	98.76%	86.10%	98.76%	86.10%	86.10%	86.10%	96.30%	96.95%	98.78%	98.47%	95.78%	98.77%	98.24%	96.23%	95.30%	98.76%	98.45%	98.43%	98.76%	98.76%	98.77%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	99.03%	98.77%
80%	98.91%	98.90%	98.91%	98.91%	98.91%	98.91%	98.91%	98.90%	98.91%	98.91%	98.91%	98.91%	98.90%	98.90%	98.90%	99%	100%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	100%	100%	98.91%
90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Média	89.45%	89.04%	86.86%	89.63%	79.76%	83.18%	79.69%	84.71%	89.56%	89.85%	89.75%	81.80%	83.87%	83.83%	82.16%	81.02%	89.74%	89.92%	89.72%	89.99%	84.78%	90.88%	91.85%	91.63%	91.93%	92.04%	91.88%	

Tabela C.6: Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com lead times da ATA SEM equidade

Budget	AM	RO	RR	AC	MA	AP	PA	TO	BA	SE	AL	RN	CE	PI	PE	PB	RS	SC	PR	SP	MG	RJ	ES	MT	MS	DF	GO	
10%	70.90%	70.91%	70.89%	70.91%	70.91%	36.03%	0.00%	17.17%	70.91%	70.90%	70.91%	6.85%	23.24%	24.48%	8.67%	0.00%	70.90%	70.91%	70.91%	56.22%	0.00%	60.15%	70.90%	70.88%	70.89%	71.36%	70.87%	
20%	70.90%	70.91%	70.89%	70.91%	70.91%	70.90%	70.91%	81.04%	77.28%	81.03%	81.03%	70.90%	70.91%	70.90%	70.90%	70.91%	76.41%	81.04%	81.05%	81.03%	81.02%	81.02%	81.03%	78.06%	81.02%	81.02%	81.55%	80.50%
30%	83.57%	83.57%	83.56%	83.57%	82.24%	81.55%	82.65%	81.94%	82.77%	81.19%	82.53%	81.30%	81.76%	82.08%	82.57%	81.51%	81.18%	81.04%	81.73%	81.45%	81.86%	82.02%	81.66%	83.55%	83.56%	83.56%	81.55%	83.54%
40%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.09%	86.10%	86.11%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	86.10%	87.25%	88.58%	86.56%	88.63%	88.63%	88.64%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.83%	88.64%
50%	88.63%	88.63%	86.10%	88.43%	86.10%	86.10%	86.10%	88.62%	88.63%	88.65%	88.64%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	95.04%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	99.03%	98.77%
60%	98.01%	92.64%	86.10%	98.75%	86.10%	86.10%	86.10%	97.11%	94.09%	92.97%	90.86%	89.55%	90.35%	89.00%	89.63%	88.81%	94.72%	91.25%	90.39%	98.76%	98.76%	98.77%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	99.03%	98.77%
70%	97.47%	98.76%	86.10%	98.76%	86.10%	86.10%	86.10%	96.30%	96.95%	98.78%	98.47%	95.78%	98.77%	98.24%	96.23%	95.30%	98.76%	98.45%	98.43%	98.76%	98.76%	98.77%	98.76%	98.76%	98.76%	98.76%	99.03%	98.77%
80%	98.91%	98.90%	98.91%	98.91%	98.91%	98.91%	98.91%	98.90%	98.91%	98.91%	98.91%	98.91%	98.90%	98.90%	98.90%	99%	100%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%	100%	98.91%
90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Média	89.45%	89.04%	86.86%	89.63%	79.76%	83.18%	79.69%	84.71%	89.56%	89.85%	89.75%	81.80%	83.87%	83.83%	82.16%	81.02%	89.74%	89.92%	89.72%	89.99%	84.78%	90.88%	91.85%	91.63%	91.93%	92.04%	91.88%	

Tabela C.7: Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com lead times da ATA (equidade e outros default)

Budget	AM	RO	RR	AC	MA	AP	PA	TO	BA	SE	AL	RN	CE	PI	PE	PB	RS	SC	PR	SP	MG	RJ	ES	MT	MS	DF	GO			
10%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%	44.38%		
20%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	74.43%	
30%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	82.33%	
40%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	86.11%	87.89%	88.19%	88.63%	88.63%	88.64%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.63%	88.64%	
50%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	89.89%	
60%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	92.88%	
70%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	95.99%	
80%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	99.05%	
90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Média	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.51%	86.55%	86.68%	86.71%	86.76%	86.76%	86.76%	86.76%	86.76%	86.76%	86.76%	86.76%	86.76%	86.76%	86.76%

Tabela C.8: Resultados de distribuição de demanda atendida por estado- Teste com lead times da ATA Equidade SoVI

Budget	AM	RO	RR	AC	MA	AP	PA	TO	BA	SE	AL	RN	CE	PI	PE	PB	RS	SC	PR	SP	MG	RJ	ES	MT	MS	DF	GO	
10%	32,28%	0,00%	0,00%	0,00%	5,04%	40,22%	36,20%	0,00%	65,58%	43,44%	52,90%	70,28%	79,38%	49,32%	77,88%	51,24%	29,14%	0,00%	38,60%	79,20%	70,94%	71,04%	20,88%	0,00%	68,25%	0,00%	0,00%	
20%	70,90%	70,91%	70,89%	70,91%	70,92%	70,90%	70,91%	70,90%	76,41%	70,90%	70,91%	79,63%	85,87%	70,90%	84,84%	70,91%	70,90%	70,91%	70,91%	85,75%	80,09%	80,15%	70,90%	70,88%	70,88%	78,24%	71,36%	70,87%
30%	74,66%	70,91%	70,89%	70,91%	70,92%	77,63%	76,12%	70,90%	87,12%	80,42%	82,37%	88,88%	92,28%	81,03%	91,72%	81,75%	74,45%	71,64%	77,02%	92,22%	89,13%	89,16%	81,03%	77,18%	88,12%	88,12%	71,36%	70,87%
40%	82,17%	81,03%	81,02%	81,04%	81,04%	84,26%	83,20%	81,04%	90,94%	85,11%	87,60%	92,17%	94,57%	86,66%	94,18%	87,16%	81,34%	81,04%	83,84%	94,52%	92,35%	92,38%	92,38%	81,03%	81,01%	91,64%	81,55%	80,99%
50%	88,29%	83,57%	83,56%	83,57%	83,57%	89,66%	88,96%	81,54%	94,05%	90,22%	91,85%	94,86%	96,43%	91,23%	96,17%	91,57%	87,74%	81,13%	89,38%	96,40%	94,97%	94,99%	86,31%	83,55%	94,51%	83,98%	83,34%	
60%	92,78%	87,76%	86,10%	86,27%	89,88%	93,63%	93,20%	86,09%	96,33%	93,97%	94,98%	96,83%	97,80%	94,60%	97,64%	94,80%	92,45%	86,10%	93,46%	97,78%	96,90%	96,91%	91,57%	86,09%	96,62%	86,41%	87,08%	
70%	96,65%	94,32%	86,10%	93,63%	95,31%	97,94%	96,85%	90,23%	98,30%	97,20%	97,67%	98,53%	98,98%	97,49%	98,91%	97,59%	96,50%	86,10%	96,96%	98,97%	98,56%	98,57%	96,09%	86,09%	98,43%	86,41%	94,00%	
80%	99,07%	98,42%	92,75%	98,23%	98,70%	99,18%	99,12%	97,29%	99,53%	99,22%	99,35%	99,59%	99,72%	99,30%	99,70%	99,33%	99,03%	94,50%	99,16%	100%	100%	100%	99%	98%	100%	94%	98%	
90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Média	83,08%	78,69%	77,13%	78,45%	79,54%	85,25%	84,46%	77,80%	90,83%	86,05%	87,76%	92,08%	94,50%	87,05%	94,11%	87,44%	83,16%	77,14%	84,93%	94,46%	92,26%	92,28%	82,67%	77,82%	91,54%	77,52%	78,57%	

Tabela C.9: Custos e fluxos - Teste sem equidade

<i>Budget</i>	U (units)	U/d	Delta	Delta'	Custo total	Custo abertura	Custo pré-posicionamento	Custo estoque	Transporte I	Transporte II	Transporte III	Número de depósitos	Quantidade pré-posicionada	Estoque	Fluxo 1 total	Fluxo 2 total	Fluxo 3 total
6,721,529	951,341	61.60%			6,721,529	310,299	3,432,669	367,628	2,383,333	226,899		4	347,085	806,154	245,958	347,085	
13,443,057	473,470	30.66%			13,443,057	581,417	8,123,171	1,971,982	2,383,333	383,154		7	824,956	4,324,263	245,958	824,956	
20,164,586	331,901	21.49%			20,164,586	671,556	11,451,697	2,397,972	3,267,299	495,711	1,880,350	8	908,031	4,700,361	265,009	908,031	39,443
26,886,114	251,179	16.26%			26,886,114	802,277	13,935,635	3,105,037	5,923,266	500,417	2,619,483	10	951,369	4,986,295	295,144	951,369	46,692
33,607,643	193,698	12.54%			33,607,643	867,638	16,296,264	3,269,597	8,450,095	562,711	4,161,337	11	974,669	5,059,225	315,003	974,669	61,014
40,329,171	144,261	9.341%			40,329,171	892,417	16,472,024	3,288,278	10,102,716	574,540	8,999,196	11	976,017	5,059,102	325,299	976,017	98,807
47,050,700	96,555	6.252%			47,050,700	917,195	17,248,925	3,302,578	11,809,887	622,547	13,149,567	11	982,105	5,063,576	340,715	982,105	125,009
53,772,228	53,173	3.443%			53,772,228	1,096,988	20,825,986	3,733,677	12,831,229	755,770	14,528,579	11	1,008,987	5,171,255	344,451	1,008,987	137,773
60,493,757	21,724	1.407%			60,493,757	1,681,842	24,956,826	4,929,403	12,319,722	842,163	15,763,801	12	1,039,707	5,256,410	338,737	1,039,707	144,216
67,215,285	-	0.000%			67,215,285	1,784,127	29,553,642	6,105,751	12,942,876	879,245	15,949,644	12	1,056,780	5,379,961	340,908	1,056,780	146,696
36,968,407	251,730	0			36,968,407	960,646	16,229,684	3,247,190	8,241,376	584,316	9,631,495	10	906,971	4,579,960	305,718	906,971	99,956

Tabela C.10: Custos e fluxos - prioridade 1 para todos

Budget	U (units)	U/d	Delta	Delta	Delta	Custototal	Custoabertura	Custopreposit	Custoestoque	Transportel	TransporteII	TransporteIII	Númerodepots	Qtidadepreposicionada	Estoque	FluxoItotal	Fluxo2total	Fluxo3total
6,721,529	961,948	62.29%	72.19%	100.0%	6,721,529	416,942	3,303,991	400,854	2,383,333	216,409			6	336,478	879,013	245,958	336,478	
13,443,057	474,969	30.75%	31.33%	100.0%	13,443,057	581,417	8,108,350	1,962,066	2,383,333	407,891			7	823,457	4,302,520	245,958	823,457	
20,164,586	333,594	21.60%	23.34%	100.0%	20,164,586	671,556	11,243,097	2,456,027	3,378,487	502,736			8	904,693	4,723,838	265,975	904,693	40,121
26,886,114	294,606	16.31%	16.31%	100.0%	26,886,114	867,638	14,136,987	3,136,053	5,448,225	503,863			11	952,630	4,998,838	290,356	952,630	49,374
33,607,643	156,091	12.60%	12.99%	100.0%	33,607,643	851,835	16,614,097	3,309,684	7,895,344	629,885			10	975,353	5,065,126	310,050	975,353	64,340
40,329,171	147,269	9.536%	9.944%	100.0%	40,329,171	969,924	18,031,808	3,366,573	10,068,662	637,342			11	986,622	5,074,774	324,825	986,622	85,668
47,050,700	100,362	6.499%	8.173%	100.0%	47,050,699	1,019,481	19,214,065	3,545,855	12,407,833	697,351			11	994,849	5,088,595	343,159	994,849	106,014
53,772,228	55,562	3.598%	6.697%	100.0%	53,772,228	1,240,341	21,197,364	3,895,517	11,783,490	639,758			14	1,008,765	5,143,385	335,867	1,008,765	144,190
60,493,757	24,709	1.600%	3.782%	53.29%	60,493,756	1,420,134	25,490,521	4,963,568	12,606,185	815,731			14	1,035,677	5,277,688	345,189	1,035,677	138,809
67,215,285	7	0.000%	0.001%	0.027%	67,215,285	1,784,127	29,767,480	6,105,257	12,297,190	879,459			12	1,057,122	5,379,829	335,446	1,057,122	151,809
36,968,407	245,912	16.48%	18.48%	85.333%	36,968,407	982,340	16,710,776	3,314,145	8,065,208	593,042			10	907,564	4,593,360	304,278	907,564	97,566

Tabela C.11: Custos e fluxos - Teste com equidade SoVI

Budget	U (units)	U/d	Delta	Delta'	Custototal	Custoabertura	Custopreposit	Custoestoque	Transportel	TransportelII	TransportelIII	Numerodedepots	Quantidadepreposicionada	Estoque	Fluxo1total	Fluxo2total	Fluxo3total
6,721,529	1,042,373	67.49%	257.16%	100.00%	6,721,529	401,139	4,588,285	930,267	547,594	254,244	14,883	5	452,637	2,034,264	49,374	452,637	
13,443,057	533,854	34.57%	186.04%	100.00%	13,443,057	556,638	7,931,423	1,709,502	2,816,697	413,913	14,883	7	755,294	3,592,135	255,077	755,294	159
20,164,586	360,105	23.32%	98.56%	100.00%	20,164,586	736,917	10,659,891	2,492,496	4,342,445	452,358	1,480,478	9	888,192	4,734,943	273,740	888,192	22,348
26,886,114	270,461	17.51%	69.31%	100.00%	26,886,114	827,056	13,064,354	2,886,018	6,103,156	515,089	3,490,442	10	927,648	4,884,754	291,501	927,648	54,774
33,607,643	158,479	13.01%	49.29%	100.00%	33,607,643	827,056	15,144,271	3,249,631	8,178,368	598,134	5,610,183	10	959,048	5,001,035	311,508	959,048	72,859
40,329,171	151,277	9.795%	32.45%	100.00%	40,329,171	876,613	17,084,234	3,469,944	9,596,329	623,918	8,678,134	10	976,593	5,047,232	322,410	976,593	94,105
47,050,700	104,463	6.764%	20.57%	100.00%	47,050,700	954,120	19,648,112	3,887,811	11,192,638	693,596	10,674,422	10	996,261	5,107,893	335,912	996,261	107,747
53,772,228	62,817	4.067%	11.44%	100.00%	53,772,228	1,239,856	21,964,835	4,565,758	11,958,544	705,144	13,338,092	12	1,012,066	5,167,341	340,711	1,012,066	128,789
60,493,757	28,663	1.856%	4.88%	61.29%	60,493,757	1,657,963	25,615,745	5,404,695	12,702,761	809,980	14,303,512	12	1,038,746	5,283,969	345,468	1,038,746	131,507
67,215,285	6	0.000%	0.00%	0.02%	67,215,285	1,784,127	29,378,046	6,105,885	11,629,328	866,728	17,451,170	12	1,053,989	5,380,065	331,166	1,053,989	159,223
36,968,407	271,250	17.84%	72.97%	86.13%	36,968,407	986,059	16,507,920	3,470,201	7,906,786	593,311	8,337,924	10	906,047	4,623,363	285,687	906,047	85,723

Tabela C.12: Custos e fluxos -Teste com lead times da ATA SEM equidade

Budget	U (units)	U/d	Delta	Delta	Custoabertura	Custopreposit	Custoestoque	Transportel	Transportel	Transportel	TransporteIII	Númerodepots	Qtdadeprepositonada	Estoque	Fluxo1total	Fluxo2total	Fluxo3total
6,721,529	855,598	55,40%			6,721,529	-	6,721,529	-	-	-	-	-	-	-	688,786	-	-
13,443,057	393,457	25,48%			13,443,057	65,361	11,672,624	5,200	1,504,853	1	1,504,853	1	4,203	-	1,115,153	4,203	31,571
20,164,586	272,495	17,64%			20,164,586	155,500	12,722	12,380,647	446	7,635,271	2	265	265	-	1,122,261	265	149,363
26,886,114	204,592	13,25%			26,886,114	220,860	384,854	13,888,675	17,163	12,374,561	3	6,965	6,965	-	1,126,334	6,965	206,493
33,607,643	153,629	9,948%			33,607,643	286,221	806,531	19,195,785	44,816	13,274,289	4	14,539	14,539	-	1,177,771	14,539	198,445
40,329,171	104,940	6,795%			40,329,171	310,999	1,469,746	19,673,280	64,943	18,810,203	4	17,562	17,562	-	1,174,708	17,562	247,174
47,050,700	57,108	3,698%			47,050,699	310,999	723,944	19,419,506	43,601	26,552,648	4	11,084	11,084	-	1,180,266	11,084	295,926
53,772,228	13,703	0,887%			53,772,228	401,139	1,060,870	21,010,504	56,196	31,243,519	5	9,734	9,734	-	1,189,252	9,734	331,696
60,493,757	-	0,000%			60,493,756	2,278,311	141,391	12,052,578	135,462	42,635,153	24	88,749	88,749	-	542,470	88,749	913,165
67,215,285	-	0,000%			60,493,756	2,278,311	141,391	12,052,578	135,462	42,635,153	24	88,749	88,749	-	176,386	542,470	913,165
36,968,407	205,552	13,31%	#DIV/0!	#DIV/0!	36,296,254	630,770	28,278	14,804,771	50,329	19,666,565	7	24,185	24,185	35,277	985,947	24,185	328,700

Tabela C.13: Custos e fluxos -Teste com lead times da ATA (equidade e outros default)

Budget	U (unifs)	U/d	Delta	Delta	Delta	Custototal	Custoabertura	Custopreposit	Custoestoque	TransporteI	TransporteII	TransporteIII	Númerodepots	Qtdadepreposicionada	Estoque	FluxoItotal	Fluxo2total	Fluxo3total
6,721,529	6,721,529	55.62%	55.62%	62.62%	6,721,529	-	-	-	-	6,721,529	-	-	-	-	-	685,361	-	-
13,443,057	394,913	25.57%	25.57%	100.00%	13,443,057	65,361	-	-	-	11,071,619	-	2,306,078	1	-	-	1,102,200	-	47,270
20,164,586	272,880	17.67%	17.67%	100.00%	20,164,586	155,500	407,032	-	-	11,993,046	19,364	7,589,644	2	8,744	-	1,118,882	8,744	143,878
26,886,114	204,606	13.25%	13.89%	100.00%	26,886,114	220,860	771,356	-	-	13,999,242	37,141	11,857,514	3	14,304	-	1,138,700	14,304	186,774
33,607,643	156,091	10.11%	10.11%	89.03%	33,607,643	286,221	359,612	-	-	16,439,695	22,418	16,499,697	4	5,954	-	1,157,603	5,954	224,736
40,329,171	109,941	7.119%	7.119%	71.18%	40,329,171	376,360	445,853	-	-	17,736,771	29,215	21,740,973	5	7,345	-	1,166,340	7,345	260,758
47,050,700	61,875	4.006%	4.006%	71.18%	47,050,699	376,360	1,853,472	-	-	18,471,294	87,505	26,262,068	5	22,538	-	1,171,738	22,538	288,234
53,772,228	14,732	0.954%	0.954%	71.18%	53,772,228	401,139	580,433	-	-	20,212,613	35,013	32,543,031	5	5,314	-	1,167,601	5,314	356,737
60,493,757	-	0.000%	0.000%	0.000%	60,493,757	982,070	5,460,695	569,173	-	17,038,146	978,755	35,464,918	10	340,491	-	1,183,163	677,969	340,491
67,215,285	-	0.000%	0.000%	0.000%	60,493,757	982,070	5,460,695	569,173	-	17,038,146	978,755	35,464,918	10	340,491	-	1,183,163	677,969	340,491
36,968,407	793,657	13.43%	13.49%	66.52%	36,296,254	384,394	1,533,915	113,835	-	15,072,210	218,817	18,972,884	5	74,518	236,633	1,006,436	74,518	256,024

Tabela C.14: Custos e fluxos - Teste com lead times da ATA Equidade SoVI

Budget	U (units)	U/d	Delta	Delta'	Custototal	Custoabertura	Custopreposit	Custoestoque	Transportel	TransportelI	TransportelII	Numerodepots	Qtidadeprepositomada	Estoque	Fluxo1total	Fluxo2total	Fluxo3total
6,721,529	918,837	59.50%	206.96%	100.00%	6,721,529	65,361	-	-	6,250,103	-	406,065	1	-	-	617,090	-	8,457
13,443,057	402,475	26.06%	141.84%	100.00%	13,443,057	65,361	42,502	-	12,209,132	1,478	1,124,584	1	916	-	1,117,570	916	23,422
20,164,586	307,747	19.93%	77.45%	100.00%	20,164,586	220,860	58,209	-	13,203,998	2,144	6,679,374	3	1,085	-	1,123,493	1,085	112,059
26,886,114	216,069	13.99%	54.49%	100.00%	26,886,114	220,860	584,983	-	14,744,290	30,736	11,305,245	3	12,119	-	1,140,023	12,119	176,173
33,607,643	158,479	10.26%	35.80%	100.00%	33,607,643	351,581	562,247	-	16,925,776	32,265	15,735,773	5	7,045	-	1,160,648	7,045	218,211
40,329,171	106,201	6.87%	22.06%	100.00%	40,329,171	351,581	525,706	-	18,097,992	22,009	21,331,882	5	5,120	-	1,168,243	5,120	264,819
47,050,700	58,616	3.79%	10.23%	100.00%	47,050,700	376,360	1,564,854	-	19,571,390	65,482	25,472,613	5	13,386	-	1,180,240	13,386	292,141
53,772,228	18,883	1.22%	2.83%	52.15%	53,772,228	453,867	2,087,190	-	20,319,389	90,819	30,820,963	5	23,743	-	1,184,161	23,743	317,597
60,493,757	-	0.00%	0.00%	0.00%	60,493,757	1,701,522	4,943,694	317,793	15,471,359	259,083	37,800,306	23	111,849	198,749	710,241	111,849	722,294
67,215,285	-	0.00%	0.00%	0.00%	60,493,757	1,701,522	4,943,694	317,793	15,471,359	259,083	37,800,306	23	111,849	198,749	710,241	111,849	722,294
36,968,407	218,731	14.16%	55.17%	75.22%	36,296,254	550,887	1,331,308	63,359	15,226,479	76,310	18,847,711	7	28,711	39,750	1,011,195	28,711	285,747

Tabela C.15: Resultados de distribuição de demanda atendida por produto - Teste de equidade sem prioridade de produto.

<i>Budget</i>	Kit Limpeza	Kit Higiene Pessoal	Kit Dormitório	Kit Colchão	Kit Cesta de Alimentos	Kit Água Mineral	Kit Infantil	Kit Idoso
10%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	53.19%	0.000%	0.000%
20%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	97.66%	0.000%	0.000%
30%	1.191%	1.191%	73.313%	0.000%	0.323%	100.0%	0.000%	0.000%
40%	89.96%	15.06%	100.0%	0.000%	0.000%	100.0%	0.000%	0.000%
50%	100.0%	100.0%	100.0%	2.557%	40.98%	100.0%	0.000%	0.000%
60%	100.0%	100.0%	100.0%	27.12%	63.80%	100.0%	1.218%	0.000%
70%	100.0%	100.0%	100.0%	56.62%	65.46%	100.0%	6.134%	0.000%
80%	100.0%	100.0%	100.0%	79.88%	86.21%	100.0%	17.77%	0.154%
90%	100.0%	100.0%	100.0%	90.37%	98.73%	100.0%	93.27%	46.71%
100%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Tabela C.16: Resultados de distribuição de demanda atendida por produto - Teste de equidade por produto - usando as prioridades tabela 5.16

<i>Budget</i>	Kit Limpeza	Kit Higiene Pessoal	Kit Dormitório	Kit Colchão	Kit Cesta de Alimentos	Kit Água Mineral	Kit Infantil	Kit Idoso
10%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	0.011%	51.85%	0.00%	0.00%
20%	0.000%	0.000%	0.000%	0.000%	38.76%	81.89%	0.00%	0.00%
30%	0.079%	0.000%	40.04%	0.000%	60.02%	100.0%	0.00%	0.00%
40%	21.46%	0.000%	98.37%	0.000%	60.02%	100.0%	0.00%	0.00%
50%	81.54%	2.045%	99.80%	13.39%	65.37%	99.95%	13.39%	13.39%
60%	84.07%	5.036%	99.82%	34.12%	73.66%	99.94%	34.13%	34.12%
70%	85.82%	6.747%	99.89%	54.46%	81.79%	100.0%	54.47%	54.46%
80%	90.51%	34.35%	100.0%	70.02%	88.01%	100.0%	70.02%	70.02%
90%	90.45%	71.09%	100.0%	85.18%	94.07%	100.0%	85.18%	85.18%
100%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Apêndice D

TEMPOS COMPUTACIONAIS

Tabela D.1: Tempos computacionais - Teste sem equidade

<i>Budget</i>	Tempo (s)	GAP	Estado Modelo
10%	22.012	0.093%	8
20%	11.856	0.092%	8
30%	10.749	0.035%	8
40%	52.478	0.090%	8
50%	114.677	0.097%	8
60%	89.326	0.073%	8
70%	129.574	0.098%	8
80%	45.349	0.086%	8
90%	60.778	0.075%	8
100%	337.43		1

Tabela D.2: Tempos computacionais - Teste com equidade default - prioridade 1 para todos

<i>Budget</i>	Tempo (s)	GAP	Estado Modelo
10%	99.763	0.100%	8
20%	30.296	0.091%	8
30%	25.054	0.095%	8
40%	228.791	0.094%	8
50%	740.989	0.100%	8
60%	415.54	0.098%	8
70%	370.175	0.097%	8
80%	474.399	0.083%	8
90%	529.358	0.100%	8
100%	2126.652		1

Tabela D.3: Tempos computacionais - Teste com equidade SoVI

<i>Budget</i>	Tempo (s)	GAP	Estado Modelo
10%	38.641	0.094%	8
20%	29.734	0.098%	8
30%	35.6	0.089%	8
40%	279.6	0.099%	8
50%	161.711	0.092%	8
60%	86.768	0.097%	8
70%	101.884	0.085%	8
80%	236.497	0.097%	8
90%	462.574	0.094%	8
100%	3601.393	100.0%	8

Tabela D.4: Tempos computacionais - Teste com lead times da ATA SEM equidade

<i>Budget</i>	Tempo (s)	GAP	Estado Modelo
10%	5.272		1
20%	14.539	0.032%	8
30%	41.2	0.090%	8
40%	15.007	0.031%	8
50%	23.182	0.099%	8
60%	58.578	0.091%	8
70%	71.09	0.002%	8
80%	47.845		1
90%	72.323		1
100%	72.323		1

Tabela D.5: Tempos computacionais - Teste com lead times da ATA (equidade e outros default)

<i>Budget</i>	Tempo (s)	GAP	Estado Modelo
10%	10		1
20%	53.071	0.072%	8
30%	216.826	0.073%	8
40%	75.801	0.094%	8
50%	406.538	0.091%	8
60%	1039.279	0.095%	8
70%	267.698	0.093%	8
80%	146.563	0.026%	8
90%	93.148		1
100%	93.148		1

Tabela D.6: Tempos computacionais - Teste com equidade SoVI

<i>Budget</i>	Tempo (s)	GAP	Estado Modelo
10%	18.003		1
20%	22.589	0.064%	8
30%	26.068	0.000%	8
40%	33.883	0.046%	8
50%	90.808	0.067%	8
60%	296.121	0.076%	8
70%	207.045	0.060%	8
80%	1808.582	0.077%	8
90%	39.219		1
100%	39.219		1

Tabela D.7: Tempos computacionais - Teste de equidade por produto - usando as prioridades tabela 5.16

<i>Budget</i>	Tempo (s)	GAP	Estado Modelo
10%	210.508	0.100%	8
20%	343.125	0.098%	8
30%	167.873	0.095%	8
40%	275.654	0.100%	8
50%	1831.218	0.092%	8
60%	590.495	0.097%	8
70%	453.105	0.098%	8
80%	832.562	0.099%	8
90%	1020.605	0.093%	8
100%	3601.393	100.0%	8