



Universidade de Brasília  
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade  
Departamento de Administração

EMILY KAORI FUZIKAWA

MODELO DE APOIO À DECISÃO PARA O PLANEJAMENTO TÁTICO DO  
AGRICULTOR FAMILIAR DO DISTRITO FEDERAL PARA O PROGRAMA CESTAS  
VERDES

Brasília – DF

2022

EMILY KAORI FUZIKAWA

MODELO DE APOIO À DECISÃO PARA O PLANEJAMENTO TÁTICO DO  
AGRICULTOR FAMILIAR DO DISTRITO FEDERAL PARA O PROGRAMA CESTAS  
VERDES

Monografia apresentada ao Departamento  
de Administração como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em  
Administração.

Professora Orientadora: Doutora, Silvia  
Araújo dos Reis

Brasília – DF

2022

Emily, Kaori Fuzikawa.

Modelo de Apoio à Decisão para o Planejamento Tático do Agricultor Familiar do Distrito Federal para o Programa Cestas Verdes/ Emily Kaori Fuzikawa. – Brasília, 2022.

51p.

Monografia (bacharelado) – Universidade de Brasília, Departamento de Administração, 2022.

Orientador: Prof. Dra., Sílvia Araújo dos Reis, Departamento de Administração.

1. PAPA-DF. 2. Planejamento tático. 3. Modelo de apoio a decisão. 4. Programação matemática.

EMILY KAORI FUZIKAWA

**MODELO DE APOIO À DECISÃO PARA O PLANEJAMENTO TÁTICO DO  
AGRICULTOR FAMILIAR DO DISTRITO FEDERAL PARA O PROGRAMA CESTAS  
VERDES**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de  
Conclusão do Curso de Administração da Universidade de Brasília da  
aluna

**Emily Kaori Fuzikawa**

Dra., Sílvia Araújo dos Reis  
Professora-Orientadora

Dra., Danielle Sandi Pinheiro  
Professora-Examinadora

Msc., Olinda Maria Gomes Lesses  
Professora-Examinadora

Brasília, 27 de maio de 2022

## RESUMO

As chamadas públicas para compra de cestas verdes do Programa de Aquisição da Produção da Agricultura foram criadas pelo governo do Distrito Federal para atender pessoas em situação de vulnerabilidade alimentar e ao mesmo tempo apoiar os agricultores familiares que, em decorrência do fechamento de feiras livres e restaurantes para consumo no local, foram indiretamente afetados pela pandemia de COVID-19. As cestas verdes do programa são compostas por uma seleção de frutas, legumes e verduras, divididas em grupos, sendo que cada cesta deve ser composta por uma quantidade mínima em quilogramas de cada grupo. Entre o período de 2020 e 2021 foram realizadas quatro chamadas públicas. Espera-se ser relevante um modelo de apoio à decisão para o agricultor, utilizando a programação matemática, por intermédio de restrições de quantidade demandada e quantidade de produtos disponíveis, direcionando o planejamento tático do agricultor familiar com relação a melhor combinação de alimentos, visando a minimização dos custos de composição das cestas e atendimento das regras do edital. Desta forma, esse trabalho propõe um modelo matemático para apoio à decisão do agricultor que desejar aderir ao programa cestas verdes, com aplicação no Solver do Excel. Os resultados das simulações mostraram que os valores pagos pelo governo por cestas verdes têm cada vez menos se tornado benéficos para os produtores, considerando o aumento dos preços dos alimentos e outras possibilidades dos agricultores familiares de comercialização de sua produção. A variedade de itens que compõem as cestas acaba por dificultar a participação individual do agricultor, o que vem sendo apontado pela participação nas chamadas públicas apenas de associações ou cooperativas.

Palavras-chave: PAPA-DF. Planejamento tático. Modelo de apoio à decisão. Programação matemática.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Passo a passo participar da chamada pública.....	24
Figura 2 - Variáveis do modelo divididos em grupos.....	31
Figura 3 - Planilha adaptada de acordo com a quantidade de grupos .....	32
Figura 4 - Preenchimento de valor pago pela SEAGRI .....	32
Figura 5 - Preenchimento de produtos previstos na chamada pública.....	33
Figura 6 - Preenchimento da quantidade de cestas .....	33
Figura 7 - Preenchimento do custo na produção.....	34
Figura 8 - Preenchimento automático do primeiro tipo de restrição .....	35
Figura 9 - Limite do primeiro tipo de restrição .....	35
Figura 10 - Segundo tipo de restrição .....	36
Figura 12 - Fontes de informação do solver.....	37
Figura 13 - Etapa 7.....	37
Figura 13 - Simulação de preenchimento da planilha .....	38
Figura 14 - Simulação de demanda superior a quantidade de produtos disponíveis	39
Figura 15 - Simulação com ajustes na demanda de cestas e disponibilidade de produtos .....	40
Figura 16 - Simulação produtos de menor valor.....	41

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Índices.....	29
Tabela 2 - Variáveis .....	29
Tabela 3 - Parâmetros.....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEASA-DF - Centrais de Abastecimento do Distrito Federal

COVID-19 - *Coronavirus Disease 2019*

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal

PAA - Programa de Aquisição de Alimentos

PAPA/DF - Programa de Aquisição da Produção da Agricultura

PNAE - Programa Nacional de Alimentação Escolar

PO - Pesquisa Operacional

PTD - Proposta Técnica de Demanda

PTV - Proposta Técnica de Venda

RIDE - Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal

SEAGRI - Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
1.1	Contextualização.....	9
1.2	Formulação do problema .....	11
1.3	Objetivo geral.....	12
1.4	Objetivos específicos .....	12
1.5	Justificativa .....	13
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO .....	14
2.1	Pesquisa pperacional.....	14
2.2	Modelos de apoio à decisão .....	15
2.3	Tipos de planejamento.....	16
2.4	Agricultura familiar .....	17
2.5	Agricultura familiar no DF.....	18
2.6	Consequências da Covid-19 para os agricultores familiares .....	19
2.7	Programa de Aquisição da Produção da Agricultura – PAPA/DF .....	19
2.8	Estudos sobre programas sociais aplicados a agricultura familiar.....	20
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA .....	21
3.1	Tipo e descrição geral da pesquisa.....	22
3.2	Procedimentos técnicos.....	23
3.3	Instrumentos de pesquisa e procedimentos de coleta e análise de dados ..	23
3.4	Fluxograma da chamada pública de aquisição de cestas verdes .....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
4.1	O problema: análise das chamadas públicas para aquisição de cestas verdes.....	26
4.2	Modelo matemático.....	29
4.3	Descrição do funcionamento da planilha .....	31
4.4	Simulação .....	38
4.5	Discussão .....	41
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	43
	REFERÊNCIAS.....	46

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Os anos de 2020 e 2021 foram marcados pela pandemia de COVID-19, oriunda de um vírus que alardeou o mundo. Em março de 2020 a quantidade de infectados ultrapassava 214 mil pessoas, espalhadas em diversos países, obrigando organizações mundiais e representantes locais a adotarem estratégias para contingenciar a proliferação do vírus.

O cenário mundial e a chegada do vírus no Brasil em fevereiro de 2020 ocasionou o fechamento de fronteiras, a suspensão de atividades presenciais em serviços públicos e comércios locais, além de uma superlotação em leitos de unidades de terapia intensiva públicas e privadas.

No início da pandemia de COVID-19 o governador do Distrito Federal, por meio do Decreto Distrital nº 41.913, de 27 de fevereiro de 2021, suspendeu o funcionamento de feiras livres para comercialização de gêneros não alimentícios e de restaurantes para consumo no local, restringindo assim a circulação de pessoas e a comercialização nestes locais. Os agricultores familiares sofreram uma drástica alteração na sua previsão de receita, considerando que os mesmos perderam sua garantia de local de comercialização com a redução da circulação de pessoas na capital federal.

Outro fator que impactou negativamente esses produtores no início da pandemia, conforme Vieira Filho (2020), foi a suspensão temporária de programas governamentais, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE e o Programa de Aquisição de Alimentos - PAA, após o fechamento das creches e escolas em todo o distrito, em meados de março de 2020.

As incertezas sobre tratamentos e procedimentos que poderiam reduzir a proliferação do vírus geraram a necessidade do governo do Distrito Federal adotar providências, como o Programa de Aquisição da Produção da Agricultura – PAPA/DF.

Diante disso, o Governo do Distrito Federal, por meio da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal – SEAGRI, devido às consequências da COVID-19, no ano de 2020, lançou a Chamada Pública nº 001/2020 - PAPA/DF. A chamada pública visava a aquisição de cestas de alimentos, denominadas Cestas Verdes, compostas por frutas, legumes e verduras produzidas por agricultores familiares do Distrito Federal e Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal - RIDE. A compra pelo governo distrital tinha por objetivo atender o público que se encontrava em situação de vulnerabilidade alimentar e concomitantemente apoiar o setor produtivo da agricultura familiar, que, devido à pandemia de COVID-19, vinha sendo cada vez mais fragilizado.

A Chamada Pública de 2020, abrangeu oito grupos de alimentos, totalizando 13kg por cesta que o agricultor deveria entregar para o Governo, sendo que, para cada grupo, exigia-se a entrega de no mínimo uma variedade de produto.

No ano de 2021, o governo promoveu mais três Chamadas Públicas visando aquisição de cestas verdes, contando com uma variedade de nove grupos de alimentos, novamente exigindo-se pelo menos um alimento de cada grupo e o total de 13kg.

De acordo com o Censo Agropecuário, realizado em 2017 (IBGE, 2017), foram classificados 3.897.408 estabelecimentos que atenderam aos critérios para classificação, como agricultura familiar no Brasil, trabalhando cerca de 10,1 milhões de pessoas, cerca de 2,6 pessoas por propriedade, distribuídos por uma área equivalente a 81 milhões de hectares.

No Distrito Federal foram identificados em média 21.812 agricultores familiares (IBGE, 2017). Esses produtores, segundo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal – EMATER (apud CODEPLAN, 2015, p.17), encontram-se distribuídos por aproximadamente 4.213,52 km<sup>2</sup> de área rural na capital do país.

O Governo do Distrito Federal, por meio de sua primeira chamada pública do PAPA/DF, para aquisição de Cestas Verdes em 2020, destinou R\$ 1.999.995,34 (um milhão, novecentos noventa e nove mil, novecentos noventa e cinco reais e trinta e quarto centavos). Já em sua segunda chamada pública, para aquisição de Cestas Verdes, destinou aproximadamente R\$ 5.127.300,00 (cinco milhões, cento e vinte e sete mil e trezentos reais). Este aumento, superior a 250% do valor total destinado ao pagamento dos produtores, gerou uma maior movimentação econômica no âmbito do

Distrito Federal, por dar uma garantia aos pequenos produtores da comercialização de sua produção.

Sendo assim, as chamadas públicas para aquisição de cestas verdes pelo governo local trouxeram benefícios tanto às pessoas que se encontravam em situação de vulnerabilidade alimentar quanto aos produtores que precisavam escoar sua produção, proporcionando o sustento da própria família.

Por meio da aplicação da pesquisa operacional é possível encontrar um modelo matemático que permita traçar o melhor caminho para uma empresa atingir seu objetivo (HILLIER; LIEBERMAN, 2013), e, no caso dos produtores rurais, é possível aplicá-la visando encontrar a melhor combinação de alimentos a serem entregues nas cestas, gerando uma maior margem de lucro para o produtor, considerando a minimização de custos das frutas e hortaliças entregues.

Os modelos matemáticos aplicados à cadeia de suprimento de produção de alimentos têm sido usados nos processos de programação, colheita e seleção de safras, e entre outros (AHUMADA; VILLALOBOS, 2008), permitindo a tomada de decisão planejada em nível estratégico, tático e operacional.

## **1.2 Formulação do problema**

Visto que a margem de lucro por quilograma na agricultura é relativamente pequena, não permitindo ao agricultor familiar erros que venham a reduzir seus ganhos, a utilização de um modelo matemático por esses produtores pode proporcionar uma melhor gestão de combinação de produtos visando obtenção de lucro sobre o ponto de vista do agricultor.

O aumento do uso de ferramentas por agricultores familiares para a tomada de decisão poderá melhorar os resultados econômicos a médio e longo prazo, e conseqüentemente proporcionará uma gestão com maior embasamento teórico e matemático, por meio da formulação de um modelo de apoio à decisão.

Sendo assim, considerando que a autora desse trabalho não encontrou até o presente momento pesquisas sobre modelos matemáticos no processo de tomada de decisão para formulação dos itens a serem entregues nas Cestas Verdes oriundas do

PAPA/DF, visa-se com o presente trabalho responder a seguinte questão: Qual é o modelo de apoio à decisão para o planejamento tático do agricultor familiar a fim de atender a demanda de cestas verdes do Programa de Aquisição da Produção da Agricultura do Distrito Federal?

### **1.3 Objetivo Geral**

Com base no exposto, este trabalho tem como objetivo apresentar um modelo de apoio à decisão para o planejamento tático do produtor familiar a fim de atender a demanda de cestas verdes do Programa de Aquisição da Produção da Agricultura do Distrito Federal, minimizando o custo da cesta verde entregue pelo agricultor.

### **1.4 Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos, busca-se:

- Analisar as distinções entre as quatro chamadas públicas para aquisição de cestas verdes;
- Mapear o processo de inscrição da Proposta Técnica de Venda até a entrega do produto nas chamadas do Programa de Aquisição da Produção da Agricultura, que visa à aquisição de cestas verdes;
- Definir a função objetivo do modelo matemático;
- Levantar as restrições do modelo matemático;
- Validar o modelo matemático;
- Aplicar o modelo matemático;
- Discutir os ganhos do modelo.

## 1.5 Justificativa

O uso da pesquisa operacional pode proporcionar a construção de modelos matemáticos que demonstrem a melhor ou as melhores combinações de alimentos, aumentando a margem de lucro dos produtores familiares, através da comercialização de frutas e hortaliças nas chamadas públicas promovidas pela SEAGRI, visando a aquisição de cestas verdes.

A aplicação da pesquisa operacional por meio da programação linear, baseada nas variáveis e parâmetros de decisão, na formulação da função objetivo e na identificação das restrições (BELFIORE; FÁVERO, 2013), permite um melhor planejamento tático desse produtor, orientando-o para o alcance do melhor resultado possível em um exercício de aproximadamente um ano.

De acordo com Hoffman (2014), há dados controversos sobre o quantitativo produzido pela agricultura familiar no Brasil, porém é notório que esses alimentos são responsáveis por uma parcela significativa do abastecimento interno e da variedade de produtos neste país. Sendo assim, este estudo colabora com o aumento de pesquisas sobre esses agricultores, gerando um possível aprimoramento de gestão, que poderá impactar diretamente na renda de mais de 2.733 famílias no Distrito Federal.

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional (PO), de acordo com Belfiore e Fávero (2013), é a utilização de um método científico na tomada de decisão, com base na multidisciplinariedade das áreas de engenharia de produção, matemática aplicada, ciência da computação e gestão de negócios. Segundo Hillier e Lieberman (2013), comumente a pesquisa operacional é aplicada em organizações, buscando encontrar a melhor solução para um modelo que represente o melhor caminho que a empresa deve percorrer para atingir o seu objetivo.

A PO pode ser dividida em modelos determinísticos e estocásticos. Os modelos determinísticos são caracterizados por terem todas as variáveis envolvidas no processo como fixas, garantindo a que o resultado apresente uma solução ótima. Já os modelos estocásticos apresentam pelo menos uma variável aleatória, gerando mais de uma solução, permitindo a análise de diferentes cenários, não garantindo a solução ótima (BELFIORE; FÁVERO, 2013).

Entre os modelos determinísticos temos a Programação Linear, que tem sido cada vez mais aplicada em indústrias e comércios visando a utilização mais eficaz dos recursos, e sua utilização nas organizações tem gerado economia de bilhões de dólares em indústrias espalhadas em todo o mundo (BELFIORE; FÁVERO, 2013).

Para a elaboração de um modelo é necessário inicialmente definir o problema e coletar dados (HILLIER; LIEBERMAN, 2013). Segundo Belfiore e Fávero (2013), o modelo pode ser dividido em três principais elementos, sendo eles: variáveis e parâmetros de decisão; função objetivo; e restrições. As variáveis são os valores desconhecidos, que o modelo apresentará como solução ideal. A função objetivo por sua vez é um modelo matemático que determina o que se pretende alcançar com o modelo. Por fim, as restrições são regras definidas por um conjunto de equações que geram as limitações do modelo, visando a representação do sistema real.

O presente trabalho apresentará um modelo determinístico de Programação Linear, ou seja, um modelo que determinará uma solução ótima, que minimiza a

função objetivo, sem deixar de satisfazer todas as restrições do PAPA/DF, representadas por equações ou inequações lineares.

## **2.2 Modelos de Apoio a Decisão**

A cadeia de suprimentos de alimentos necessita de um cuidadoso gerenciamento devido à perecibilidade dos alimentos, além da constante variação de preços e demandas. Podemos dividi-la em quatro áreas funcionais: produção, colheita, armazenamento e distribuição (FLEISCHMANN; MEYR; WAGNER, 2005). Em cada uma dessas áreas há a necessidade de tomadas de decisões estratégicas, táticas e operacionais (que serão detalhadas no item 2.3).

Entre os planejamentos necessários nas áreas podem ser elencados: na produção - área que será destinada a produção, momento de semeadura, recursos que serão utilizados, entre outros; na colheita - o momento ideal de colheita, a maneira que a colheita será realizada, etc; no armazenamento - a duração da estocagem, local de estocagem, maneira de estocagem, entre outros; e na distribuição - modo de transporte, rotas, programação de envio, etc (AHUMADA; VILLALOBOS, 2008).

Os modelos de apoio à decisão podem ser utilizados de maneira integrada nas áreas funcionais. Apesar da etapa desafiadora no processo de desenvolvimento e resolução eles podem resultar em reduções potenciais de custos. De acordo com Chandra e Fisher (1994), podem gerar uma economia de até 20%, quando utilizados modelos integrados de tomada de decisão.

Os modelos de apoio à decisão para produtores de alimentos perecíveis mais utilizados em artigos foram as abordagens de Programação Linear, Programação Inteira Mista, Programação Estocástica, Programação Dinâmica e Programação Dinâmica Estocástica, de acordo com a revisão de literatura realizada por Ahumada e Villalobos (2008).

Dessa forma, entende-se que a tomada de decisão deve ser uma atividade planejada do agricultor, envolvendo a identificação das melhores possibilidades nos processos de produção, colheita, armazenamento e distribuição, sempre levando em consideração que o setor de produção de alimentos perecíveis é um dos mais dinâmicos da indústria (HUANG, 2004).



## 2.3 Tipos de Planejamento

São decisões de planejamento as decisões que irão de alguma maneira, impactar o futuro, ou serão colocadas em ação no futuro (MAXIMIANO, 2012). Segundo Chiavenato (2003), o planejamento impõe racionalidade e direciona às ações de uma organização, gerando um alinhamento, coordenação e incorporação de componentes proporcionando harmonia e sinergia em direção ao objetivo principal.

As empresas costumam utilizar do planejamento contínuo para traçar planos de ação, reduzindo a necessidade de improvisação. Esse planejamento pode ser dividido de acordo com os níveis organizacionais, em estratégico, tático e operacional.

O estratégico está diretamente ligado ao nível organizacional institucional, direcionando a empresa a longo prazo, por meio de um conteúdo genérico e sintético, abordando a organização como um todo, considerado também como plano mestre da organização (CHIAVENATO, 2003). O tipo estratégico seria então o mais alto nível da pirâmide, levando em consideração além das perspectivas futuras, os aspectos internos e externos da empresa.

Segundo a revisão de literatura realizada por Ahumada e Villalobos (2008), foram identificados planejamentos estratégicos na cadeia de suprimentos de alimentos em nível estratégico em projetos de redes de suprimentos, planejamento financeiro, capacidade e seleção de tecnologias, sendo que na maioria dos modelos o planejamento tático também está incluído.

Já o planejamento tático está ligado ao nível intermediário, baseado no estratégico, e ele costuma ser mais detalhado e menos genérico, dando direcionamentos normalmente para o exercício de um ano, para um setor ou divisão de planos de produção, financeiro, marketing e recursos humanos (CHIAVENATO, 2003). Os modelos que auxiliam na tomada de decisão neste nível nas cadeias de produção de alimentos frescos incluíram programação de safra, planejamento da colheita, seleção de safra e capacidade de trabalho (AHUMADA; VILLALOBOS, 2008).

Por fim, o planejamento operacional é um desdobramento do tático em curto prazo, focado em tarefas ou operações cotidianas: “o que fazer” e “como fazer”, gerando maior previsibilidade, otimizando e maximizando os resultados por meio da eficiência (CHIAVENATO, 2003). Em relação à utilização de modelos em

planejamento operacional podem ser listados modelos de colheita, programação de atividades de produção, armazenamento intermediário e planejamento de embalagens (AHUMADA; VILLALOBOS, 2008).

Sendo assim, Kotler (2000) defende que o planejamento estratégico pode ser considerado o segredo de empresas de sucesso no mercado. Por meio dele as empresas constantemente preveem situações e traçam planos de ação garantindo o crescimento e continuidade no mercado.

O modelo de planejamento, dividido em estratégico, tático e operacional, pode também ser aplicado para a agricultura familiar, visando a organização das estratégias de produção de hortaliças e frutas. Aplicando esses tipos de planejamento às Chamadas Públicas do PAPA/DF podemos considerar o planejamento estratégico como entregar as cestas verdes, conforme ofertado na Proposta Técnica de Venda, o planejamento tático como decidir quais produtos serão produzidos, e o operacional as tarefas necessárias para um plantio, colheita e entrega com eficiência dos produtos selecionados no planejamento tático.

O presente trabalho tem como foco o planejamento tático da produção dos agricultores familiares que tiveram ou terão suas Propostas Técnicas de Venda Aprovadas, com base em um modelo matemático que englobe as restrições previstas nas Chamadas Públicas, e a maximização do lucro na comercialização das cestas.

## **2.4 Agricultura Familiar**

A Lei Federal nº 11.326, de 24 de julho de 2006 (Brasil, 2006), sancionada pelo ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva, estabeleceu as diretrizes por meio de conceitos, princípios e instrumentos visando a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. De acordo com seu art. 3º, alterado pelo art. 39 da Lei Federal nº 12.512, de 14 de outubro de 2011, é considerado agricultor familiar e empreendedor familiar rural pessoa que pratica atividade em meio rural, não sendo detentora de área superior a quatro módulos fiscais, com predominância de mão-de-obra de sua família, percentual mínimo de renda familiar oriundo da produção e administre seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Segundo o último censo agropecuário brasileiro (IBGE, 2017), 77% dos estabelecimentos rurais desse país são considerados pertencentes à agricultores familiares, totalizando quase quatro milhões de estabelecimentos. O censo ainda aponta para uma geração de receita 106,5 bilhões de reais. Logo, é possível compreender que, apesar de serem pequenos produtores, esses agricultores em conjunto são responsáveis por uma parcela significativa da movimentação econômica e que seus resultados ainda podem ser ampliados com uso de tecnologias inovadoras que proporcionem a maior geração de renda, melhoria da qualidade de vida e o tradicional processo de sucessão familiar das atividades (EMBRAPA, 2020).

## **2.5 Agricultura Familiar no DF**

O Distrito Federal possui território de 5.779,999km<sup>2</sup>, divididos em 33 regiões administrativas, sendo sua área agrícola de aproximadamente 1.390km<sup>2</sup> (IBGE, 2021), e possui uma população de cerca de 2.881.854 de habitantes, de acordo com estimativas realizadas pela CODEPLAN (2019).

Essa unidade da federação possui um dos três maiores Índices de Gini, dado matemático  $q$  que representa desigualdade de renda, sendo mais próximo de zero menos desigual e mais próximo a um muito desigual (CODEPLAN, 2019).

Outro fator que comprova a desigualdade no Distrito Federal é a relação de inventário de bens duráveis que constatou que 32,7% da população possuía Microcomputador ou Desktop e 50,5% Notebook ou Laptop em suas residências (CODEPLAN, 2019).

De acordo com a EMATER, de 2009, os pequenos produtores de hortaliças do Distrito Federal, movimentavam aproximadamente 185 milhões por ano, gerando mais de 40 mil empregos diretos ou indiretos.

Sendo assim, podemos considerar que o Distrito Federal é uma unidade da federação que possui uma população em crescimento, onde a desigualdade de renda ainda é relativamente alta, e que mais de 50% dos domicílios possuem acesso a um computador e que parte de sua movimentação econômica tem origem nos pequenos produtores rurais.

## **2.6 Consequências da Covid-19 para os agricultores familiares**

As restrições impostas pela pandemia de Covid-19 no Distrito Federal e Entorno impactaram os agricultores familiares da região com o fechamento das feiras livres e restaurantes, visto que parcela considerável das hortaliças e frutas produzidas na capital eram destinadas a esses locais. Vários produtores ficaram sem ter como escoar sua plantação. Outro fator que impactou esses agricultores foi a suspensão temporária do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), em março de 2020, motivada pelo fechamento de escolas públicas no Brasil (Vieira Filho, 2020).

Além dessa suspensão dos programas, os produtores, com os passar dos meses, tiveram que lidar com as não renovações de contratos, visto que as creches e escolas públicas do Distrito Federal só tiveram suas aulas presenciais retomadas no segundo semestre de 2021.

Esses produtores precisaram, como muitos comerciantes, se reinventar, seja comercializando seus produtos por meio de redes sociais, como o WhatsApp e o Instagram; ou por meio de ações realizadas pelas associações e cooperativas de agricultores familiares do Distrito Federal, que geraram um maior valor social pela qualidade dos produtos (NOGUEIRA; MARCELINO, 2020).

## **2.7 Programa de Aquisição da Produção da Agricultura – PAPA/DF**

O Programa de Aquisição de Produção da Agricultura, foi sancionado pelo ex-governador do Distrito Federal Agnelo Queiroz, por meio da Lei Distrital nº 4.752, de 07 de fevereiro de 2012, e de acordo com seu art. 1º tem como finalidade a:

“Art. 1º Fica criado o Programa de Aquisição da Produção da Agricultura – PAPA/DF, com a finalidade de garantir a aquisição direta de produtos agropecuários e extrativistas, in natura ou manufaturados, e de artesanato produzidos por agricultores ou suas organizações sociais rurais e urbanas, por povos e comunidades tradicionais e pelos beneficiários da reforma agrária.” (Distrito Federal, 2012)

O PAPA/DF permite a participação de agricultores familiares e outros beneficiários e organizações que se enquadrem nas disposições do § 2º, art. 3º, da

Lei Federal nº 11.326, de 24 de julho de 2006, além de povos e comunidades tradicionais e beneficiários da reforma agrária. O programa permite a dispensa de licitação com valores inferiores aos de mercado.

O programa distrital possui quatro objetivos sendo eles, previstos no art. 2º da Lei Distrital nº 4.752, de 07 de fevereiro de 2012:

*“Art. 2º São objetivos do PAPA/DF:*

*I – incentivar e fortalecer a agricultura, promovendo inclusão econômica e social dos agricultores familiares, com fomento à produção sustentável, ao processamento e à industrialização de alimentos e à geração de renda;*  
*II – promover o abastecimento da rede socioassistencial, dos equipamentos públicos de alimentação e nutrição e do mercado governamental;*  
*III – fortalecer as redes de comercialização;*  
*IV – contribuir para a promoção e o fortalecimento dos sistemas públicos de segurança e abastecimento alimentar, priorizando pessoas e famílias em situação de vulnerabilidade social.” (Distrito Federal, 2012)*

Os produtos produzidos pelos agricultores familiares são então adquiridos pelo governo distrital que os destinará para:

*“I – a pessoas e famílias em situação de insegurança alimentar e nutricional do cadastro do Programa Bolsa-Família;*  
*II – ao abastecimento da rede socioassistencial;*  
*III – aos programas e projetos públicos de segurança alimentar e nutricional;*  
*IV – ao mercado governamental.” (Distrito Federal, 2012)*

As chamadas públicas do PAPA/DF, em 2020, resultaram na entrega de 1230 toneladas de alimentos, movimentando mais de R\$ 2,3 milhões de reais, de acordo com a Assessoria de Comunicação da SEAGRI. No ano de 2021, somente com a Chamada Pública nº 003/2021 – PAPA/DF, houve uma previsão de 5,1 milhões de reais destinados ao pagamento das cestas verdes.

## **2.8 Estudos sobre Programas Sociais Aplicados a Agricultura Familiar**

Os programas nacionais de aquisição de alimentos, como PAA e PNAE, são objetos de estudo há muitos anos. O PAPA/DF se diferencia deles por proporcionar suporte também as pessoas que trabalham com artesanato e produção de flores no Distrito Federal. Sendo assim, o programa distrital é uma política pública mais

democratizada, que proporciona um desenvolvimento mais homogêneo de setores tradicionalmente excluídos da economia e gera maior motivação para os produtores rurais permanecerem trabalhando nos campos e contribuindo para a redução de pessoas em risco alimentar e nutricional (RAMOS, 2013).

Lima e Martins (2017) realizaram um estudo voltado para o PAPA/DF, analisando o impacto dele sobre as práticas gerenciais e as tecnologias produtivas mais adequadas aos produtores familiares de leite participantes do programa no período de 2009 e 2016. Por meio de entrevistas as pesquisadoras constataram mudanças positivas em processos de planejamento, gestão e adoção de tecnologias recomendadas, como a maior preocupação com o equilíbrio de receitas e despesas.

Segundo Fagundes (2019), o PAPA/DF possui estrutura para alcançar mais em números e melhorias, gerando maior desenvolvimento socioeconômico por meio da profissionalização dos agricultores familiares e por meio de parcerias realizadas com a EMATER-DF, conseqüentemente, fomentando cada vez mais a economia local.

O PAA, Programa de Aquisição de Alimentos, foi apontado como estratégico no enfrentamento dos efeitos negativos da COVID-19 no Brasil, visto que o mesmo proporciona escoamento dos produtos da agricultura familiar, promovendo uma estruturação da cadeia produtiva, além de ser contribuinte no combate à fome e à miséria de famílias em situação de vulnerabilidade (SAMBUICHI et al, 2020). Em âmbito distrital o PAPA/DF, juntamente com o PAA, proporcionou maior segurança aos produtores familiares.

### **3 MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA**

A principal característica do método científico é sua busca pela veracidade dos fatos, por meio da verificabilidade. Segundo Gil (2019), o método se baseia em um conjunto de regras básicas visando realizar uma investigação para produzir conhecimentos novos, corrigir ou integrar conhecimentos aos existentes. Logo, seria um conjunto de passos para se gerar um conhecimento confiável, sem subjetividade do pesquisador.

Lakatos e Marconi (2021), definiram o método como um conjunto de atividades racionais que traçam um caminho a ser seguido, identificando erros e auxiliando na tomada de decisões, visando gerar um conhecimento para o alcance

dos objetivos. O método científico gera o conhecimento com cinco principais características: contingente, sistemático, verificável, falível e aproximadamente exato.

Ou seja, o conhecimento científico possui sua veracidade ou falsidade não baseados apenas na razão, e sim são testados através da experiência. São ordenadamente lógicos, não sendo dispersos e desconexos. Os conhecimentos podem ser verificados e as afirmações que são apenas hipóteses não podem ser consideradas científicas. Podem ser passíveis de falhas, visto que seus resultados não são definitivos, absolutos ou finais, logo, aproximadamente exatos (LAKATOS; MARCONI, 2021).

Considerando a importância da metodologia o presente tópico tem como objetivo descrever os modelos e técnicas utilizadas na elaboração deste trabalho, visando alcançar o desenvolvimento dos objetivos anteriormente definidos.

### **3.1 Tipo e descrição geral da pesquisa**

Com relação à sua natureza, essa pesquisa pode ser classificada como aplicada. Silvia e Menezes (2005) definem pesquisa aplicada como a que tem por objetivo gerar conhecimento prático e dirigido a um problema específico, envolvendo verdades e interesses locais.

Em relação aos objetivos, podemos classificá-la como pesquisa exploratória, visto que o assunto foi ainda pouco explorado no meio acadêmico e que tem o objetivo de desenvolver, esclarecer e modificar, gerando um problema mais esclarecido e passível de maior detalhamento (GIL, 2019), por meio da formulação de um modelo matemático aplicado ao Programa de Aquisição de Produção da Agricultura.

A abordagem utilizada no trabalho é a quantitativa. Logo, utiliza-se de linguagem matemática para descrever fenômenos (SILVIA; MENEZES, 2005).

### **3.2 Procedimentos técnicos**

Visando o alcance dos objetivos propostos, o trabalho utilizou-se da pesquisa bibliográfica, coletando informações dos principais conceitos necessários ao entendimento do programa e sobre modelagem matemática. Essa pesquisa normalmente é desenvolvida por meio de materiais já elaborados, principalmente livros e artigos científicos (GIL, 2019).

Outro procedimento técnico aplicado foi o estudo de caso, visando um aprofundamento exaustivo das regras existentes na confecção das cestas verdes a serem entregues pelos agricultores familiares. Segundo Gil (1991) esse procedimento permite o amplo e detalhado conhecimento.

Por se tratar de quatro Chamadas Públicas com restrições similares, foram tratadas como objeto de um mesmo estudo de caso. O estudo foi elaborado dentro do contexto pandêmico, diferente das condições do Distrito Federal antes da pandemia de COVID-19 e também divergente de chamadas públicas de outros programas de aquisição de alimentos realizados na capital federal e em outros estados.

### **3.3 Instrumentos de pesquisa e procedimentos de coleta e análise de dados**

Para elaboração do modelo matemático foram inicialmente coletadas informações em livros, artigos científicos e legislações sobre agricultura familiar. Foram aprofundadas informações por meio da comparação entre as chamadas públicas para aquisição de cestas verdes e seus anexos, disponibilizadas pela SEAGRI. Sendo assim, para elaboração do modelo foi utilizado principalmente a análise documental, por meio de documentos disponibilizados digitalmente.

Com base nas regras do programa, foi definido a função objetivo que tem por objetivo minimizar os custos do agricultor familiar na produção de cestas verdes e as restrições impostas pelo programa.

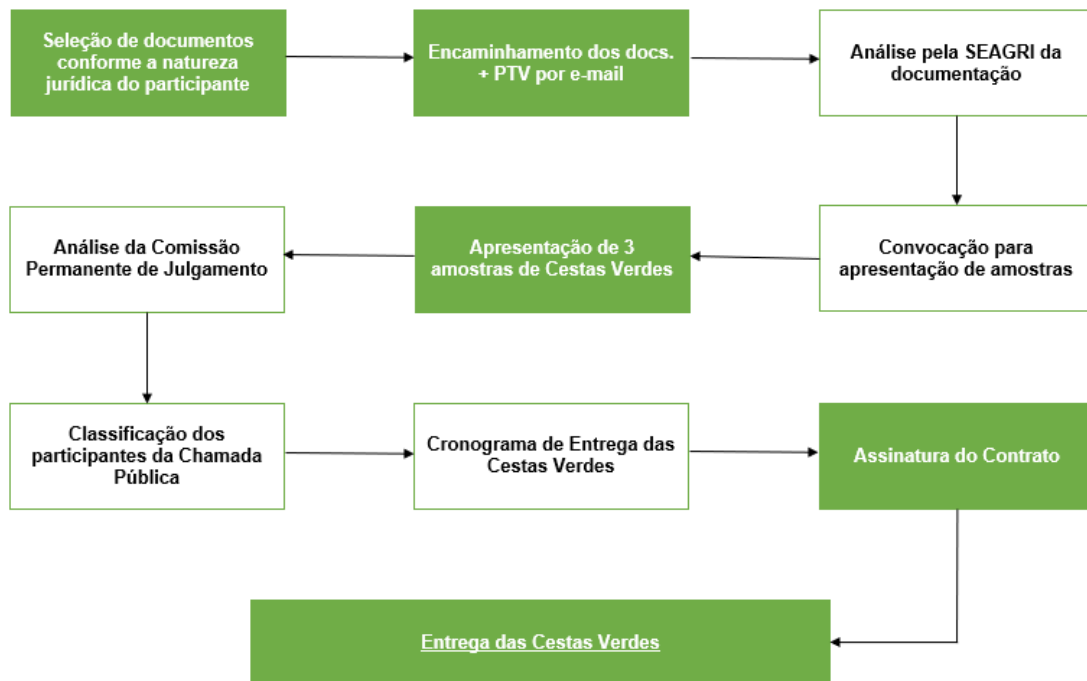


Por fim, o modelo matemático foi desenvolvido no software Excel, visto que é o programa que detém um solver de Programação Linear mais usualmente utilizado pela população brasileira, podendo ser instalado em computadores que utilizam os sistemas operacionais Windows, Mac OS e Linux.

### 3.4 Fluxograma da chamada pública de aquisição de cestas verdes

A Figura 1 resume o passo a passo para participar da chamada pública de aquisição de cestas verdes, com os retângulos verdes demonstrando etapas de responsabilidade do agricultor familiar, e os brancos de responsabilidade da SEAGRI.

Figura 1 - Passo a passo participar da chamada pública



Fonte: autoria própria

Para participar da chamada pública cada participante precisa encaminhar os documentos de habilitação (em conformidade com a sua natureza jurídica) juntamente com sua Proposta Técnica de Venda – PTV, para fornecer os produtos em conformidade com a Proposta Técnica de Demanda – PTD, e ao quantitativo máximo da PTD.

Os documentos de habilitação devem ser encaminhados por meio digital em um único arquivo de PDF, sendo solicitado nos certames o máximo de atenção no momento de envio, visto que, para fins de julgamento das propostas em caso de mais de um e-mail encaminhado, seria considerado o primeiro recebimento.

Após o recebimento das propostas pela SEAGRI as mesmas são analisadas e selecionadas.

Os participantes selecionados em horários escalonados são convocados para apresentarem amostras dos produtos. Cada participante no horário escalonado e no local previsto na chamada pública deve apresentar 3 cestas com os produtos que serão entregues durante a vigência do contrato para averiguação pela Comissão Permanente de Julgamento do controle da qualidade exigida.

Eles são classificados com base na seguinte ordem de priorização: localidade, modalidade de participação (grupo formal ou participante individual) e parâmetro de pontuação. A etapa seguinte da chamada pública é a divulgação provisória dos resultados, seguido do prazo recursal, divulgação do resultado final, homologação e assinatura do contrato. Na primeira chamada pública o prazo previsto entre a publicação e a divulgação da chamada pública, e a homologação do resultado foi de 36 dias corridos.

O cronograma de entrega é encaminhado pela SEAGRI posteriormente à assinatura do contrato, com pelo menos 3 dias de antecedência da data prevista para iniciar as entregas. Em relação ao cronograma de entregas dos demais meses a chamada pública previu divulgação em 5 dias úteis anteriores ao término do mês.

Caso a contratada (participante da chamada pública que formalizou contrato com a SEAGRI) precise realizar ajustes no cronograma e nos prazos ela deverá informar e ser autorizada pela Administração Pública previamente.

Assinado o contrato e com o cronograma em mãos inicia-se a entrega das cestas, que devem ser realizadas no local designado na chamada pública, em embalagens apropriadas e devidamente transportadas, reduzindo os riscos de avarias no transporte, visto que itens avariados devem ser substituídos em até 24 horas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 O problema: análise das chamadas públicas para aquisição de cestas verdes

As chamadas públicas permitiram a participação para entrega de Propostas Técnicas de Vendas de *“grupos formais (pessoa jurídica), agricultores familiares e empreendedores familiares rurais, os demais beneficiários, bem como povos e comunidades tradicionais e os beneficiários da reforma agrária”* (SEAGRI, 2020), desde que elas satisfizessem as demais condições editalícias.

A chamada pública de 2020 teve sete associações/cooperativas habilitadas, não atendendo ao mínimo necessário para o atendimento da demanda solicitada, portanto, o limite de teto financeiro de R\$ 200.000,00 não foi aplicado na ocasião. Em relação à primeira chamada pública de 2021: houveram nove propostas de associações/cooperativas habilitadas, tanto de habilitadas no edital anterior como de novas.

As chamadas permitiam a participação de agricultores e empreendedores familiares de maneira individual, mas a exigências editalícias de pelo menos uma variedade de 8 tipos de alimentos, entre frutas, legumes e verduras, acaba gerando um empecilho para a participação individual não ocorrendo em nenhuma das chamadas Propostas Técnicas de Vendas individuais.

A chamada de 2020 demandava a entrega de 8 grupos de alimentos, sendo que em cada grupo deveria ser entregue pelo menos uma variedade, os itens eram:

- Grupo 1 - Cará, Batata Doce, Inhame, Batata Inglesa e Mandioca com casca;
- Grupo 2 - Abóbora menina e Abóbora seca ou madura;
- Grupo 3 - Chuchu, Cenoura, Beterraba, Quiabo, Vagem e Feijão Verde;
- Grupo 4 - Tomate Extra, Tomate Cereja, Repolho Verde e Repolho Roxo;
- Grupo 5 - Abóbora Itália e Maxixe;
- Grupo 6 - Pimentão Verde e Cebola;
- Grupo 7 - Limão Tahiti, Abacate, Goiaba, Maracujá e Tangerina; e
- Grupo 8 - Banana Prata, Banana Nanica, Manga Palmer e Manga Tommy.

Cada um desses grupos, na chamada de 2020, possuía uma quantidade em quilogramas a ser inserido em cada cesta, totalizando 13kg, sendo que para o:

- Grupo 1 foi de 3kg;
- Grupo 2 foi de 1kg;
- Grupo 3 foi de 2,5kg;
- Grupo 4 foi de 1kg;
- Grupo 5 foi de 2kg;
- Grupo 6 foi de 1kg;
- Grupo 7 foi de 1kg;
- Grupo 8 foi de 1,5kg;

Já a chamada de 2021 demandou a entrega de 9 grupos de alimentos, sendo alguns identificados à subdivisão do Grupo 4 da chamada de 2020, e a exclusão de alguns itens como: quiabo, vagem e feijão verde. Houve também o acréscimo da abóbora menina dentro das opções de legumes e verduras, e o remanejamento de outros alimentos, ficando os grupos divididos como:

- Grupo 1 - Batata Doce, Inhame e Mandioca com casca;
- Grupo 2 - Abóbora seca ou madura;
- Grupo 3 - Chuchu, Cenoura, Beterraba;
- Grupo 4 - Tomate Extra, Tomate Cereja,
- Grupo 5 - Repolho Verde e Repolho Roxo;
- Grupo 6 - Abóbora Itália e Abóbora Menina;
- Grupo 7 - Pimentão Verde e Cebola;
- Grupo 8 - Limão Tahiti, Abacate, Goiaba, Maracujá e Tangerina; e
- Grupo 9 - Banana prata, Manga Palmer e Manga Tommy.

A divisão dos pesos que compõe a cesta, que deve ter 13kg, ficou definido na Proposta Técnica de Demanda de 2021, como:

- Grupo 1 - 3kg;
- Grupo 2 - 2kg;
- Grupo 3 - 2kg;
- Grupo 4 – 0,5kg;
- Grupo 5 - 1kg;
- Grupo 6 - 1kg;
- Grupo 7 - 1kg;
- Grupo 8 - 1kg; e
- Grupo 9 – 1,5kg.

O Governo do Distrito Federal, na primeira chamada pública estabeleceu que por unidade familiar a proposta máxima era de R\$ 6.500,00 (seis mil e quinhentos reais), e o teto de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais) por organização (pessoas jurídicas associadas), podendo ser reajustados os valores em caso de inexistência de interessados ou habilitados suficientes para atendimento à demanda da SEAGRI. Já a segunda Chamada Pública (nº 003/2021 – PAPA/DF), determinou o limite máximo por unidade familiar de R\$ 17.091,00 (dezessete mil e noventa e um reais) e para organizações de R\$ 854.550,00 (oitocentos e cinquenta e quatro mil e quinhentos e cinquenta reais), podendo novamente ser reajustado de acordo com a demanda.

Os certames ainda contavam com a exigência de boa qualidade e estado de maturação dos produtos, para isso foi exigido, em 2021, a entrega de uma amostra dos produtos para que seja avaliado a qualidade dos mesmos antes da assinatura do contrato. Ele ainda contou com exigência de inserção das cestas em embalagem adequada para grandes pesos e sem sinais de violação, e da reposição de produtos fora do padrão de qualidade esperado em até 48 horas.

Em relação às datas de entrega, os editais previam que seriam devidamente baseadas nas demandas sociais e que em caso de necessidade dos produtores e conveniência administrativa os prazos e cronogramas poderiam ser devidamente ajustados.

As chamadas públicas adotaram como critério de precificação o preço fixo de R\$ 23,38 (vinte e três reais e trinta e oito centavos) na primeira chamada, e R\$ 31,65 (trinta e um reais e sessenta e cinco centavos) nas demais chamadas. Ou seja, para cada cesta entregue era pago o respectivo montante, desde que cumpridas as obrigações editalícias, independente do alimento selecionado entre os disponíveis nos grupos.

Sendo assim, é possível constatar que a diversidade de produtos solicitada nas cestas é variável de acordo com a chamada pública, e que a demanda dos mesmos também é variável, necessitando de um modelo matemático adaptável às exigências estabelecidas em cada edital.

## 4.2 Modelo Matemático

A seguir os conjuntos, parâmetros e variáveis do modelo, assim como a composição e descrição do mesmo.

### Conjuntos

O modelo matemático apresenta dois índices sendo eles produtos (P1, P2, P3, ..., P60) e grupos de alimentos (X1, X2, ..., X10).

Tabela 1 - Índices

Índice	Descrição
P	Produtos
G	Grupos de Alimentos

Fonte: autoria própria

### Variáveis

Tabela 2 - Variáveis

Variável	Descrição
Quantidade(p)	Quantidade total em quilogramas de todos os produtos

Fonte: autoria própria

### Parâmetros

Entre os parâmetros de decisão há o custo de cada produto, a quantidade de produtos que o agricultor familiar possui de cada item que pode vir a compor a cesta verde e a quantidade demandada de produtos por grupos de alimentos. Diante disso, podemos considerar os seguintes parâmetros: custo, oferta e demanda por grupo.

Tabela 3 - Parâmetros

Parâmetros	Descrição
Custo(p)	Custo do Produto $P$
$X(g)$	Demanda Mínima de alimentos de cada grupo(em kg)
Oferta(p)	Oferta do produtor do produto $P$ (em kg)

Fonte: autoria própria

### Função Objetivo

A função objetivo (FO) do modelo matemático tem por objetivo minimizar o somatório dos custos do agricultor familiar na produção de Cestas Verdes, com base na melhor combinação de alimentos. Logo, a função objetivo foi definida como:

$$\text{Minimizar} = \sum_{p=1}^{60} \text{quantidade}(p) * \text{custo}(p)$$

### Restrições

Com base nos parâmetros do modelo foram definidos dois tipos de restrições, o primeiro é o de quantidade mínima demandada, onde cada grupo de alimentos (grupo 1, grupo 2, ..., grupo 10) possui uma mínima demanda (representada por X1, X2, ..., X10). Sendo assim, as seguintes restrições:

$$\sum_{p=1}^6 \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 1 \quad \sum_{p=26}^{36} \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 6$$

$$\sum_{p=7}^{12} \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 2 \quad \sum_{p=37}^{42} \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 7$$

$$\sum_{p=13}^{18} \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 3 \quad \sum_{p=43}^{48} \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 8$$

$$\sum_{p=19}^{24} \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 4 \quad \sum_{p=49}^{54} \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 9$$

$$\sum_{p=25}^{30} \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 5 \quad \sum_{p=53}^{60} \text{quantidade}(p) \geq x_g \forall g | g = 10$$

O segundo tipo de restrição foi relacionado à disponibilidade de alimentos que o agricultor familiar possui para destinar ao programa. Com base nisso, para cada alimento foi criada uma restrição de quantidade ofertada, que pode ser descrita algebricamente como:

$$\text{quantidade}(p) \leq \text{oferta}(p)$$

O modelo possui a função de fundamental, com base no valor pago por cestas verdes, se é benéfico para o produtor participar do programa PAPA/DF ou se é melhor comercializar de outras maneiras os alimentos que iriam compor a cesta. Além disso, caso seja benéfico, demonstrar dentro das opções de alimentos previstas no PDT e as produzidas pelos agricultores a combinação mais lucrativa.

### 4.3 Descrição do Funcionamento da Planilha

Conforme descrito no item 4.2, o modelo matemático contém como variáveis as variedades de possíveis produtos a serem incluídos nas cestas verdes (P1, P2, P3, ..., P60), sendo essas variáveis divididas em grupos de alimentos, conforme demonstrado na Figura 2. O modelo de programação linear elaborado possui como parâmetro de minimização do custo de produção de cada alimento, ou uma estimativa de preço ao comercializar o alimento de outra maneira (podendo ser definido a interesse do usuário da ferramenta).

Outros parâmetros utilizados no cálculo são os que impactam diretamente nas restrições, sendo eles: o custo de cada produto, a quantidade mínima demandada de cada grupo e a quantidade disponível de cada produto para atender à demanda.

Figura 2 - Variáveis do modelo divididos em grupos

P1	P7	P13	P19	P25
P2	P8	P14	P20	P26
P3	P9	P15	P21	P27
P4	P10	P16	P22	P28
P5	P11	P17	P23	P29
P6	P12	P18	P24	P30
P31	P37	P43	P49	P55
P32	P38	P44	P50	P56
P33	P39	P45	P51	P57
P34	P40	P46	P52	P58
P35	P41	P47	P53	P59
P36	P42	P48	P54	P60

Fonte: autoria própria

Definidas as variáveis, conjuntos, e parâmetros do modelo, foi elaborada planilha considerando que a quantidade de grupos e alimentos variou entre as chamadas públicas, permitindo adaptação de acordo com a variedade de grupos de alimentos exigido em cada edital, podendo ser inserido em cada grupo o máximo de 6 tipos de alimentos.

Clicando em um dos três botões (8 GRUPOS, 9 GRUPOS e 10 GRUPOS) a planilha irá se adaptar à quantidade de grupos prevista na Chamada Pública.



Figura 3 - Planilha adaptada de acordo com a quantidade de grupos

The figure shows three sequential steps of a spreadsheet interface. Each step features three green buttons labeled '8 GRUPOS', '9 GRUPOS', and '10 GRUPOS', and an orange instruction box that reads '1 - Seleccione a quantidade de grupos de produtos'. Below these buttons is a table titled 'Produtos por grupo' with columns for 'Grupo 1' through 'Grupo 8' (for 8 groups), 'Grupo 1' through 'Grupo 9' (for 9 groups), and 'Grupo 1' through 'Grupo 10' (for 10 groups). Each column contains three empty rows for data entry.

Fonte: autoria própria

O segundo passo do possível participante da chamada pública será preencher o valor que será pago pela SEAGRI por cesta verde, para que ao final o modelo possa demonstrar se é vantajoso participar do certame ou se outras modalidades de venda dos produtos seriam mais lucrativas.

Figura 4 - Preenchimento de valor pago pela SEAGRI

The figure shows a spreadsheet interface with a white input field labeled 'Cesta Verde' and an orange instruction box that reads '2 - Preencha o preço da Cesta Verde'. Below this are three green buttons labeled '8 GRUPOS', '9 GRUPOS', and '10 GRUPOS', and another orange instruction box that reads '1 - Seleccione a quantidade de grupos de produtos'.

Fonte: autoria própria

A etapa seguinte é o preenchimento dos produtos a serem entregues, de acordo com seu respectivo grupo, e da demanda, conforme está descrito no edital. Ao serem completados os campos de produtos contidos em cada grupo, a tabela abaixo é automaticamente completada.

Figura 5 - Preenchimento de produtos previstos na Chamada Pública

Produtos por grupo									
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10
Cará									

3 - Preencha os produtos contidos em cada Grupo de acordo com a PTD

Demanda por Grupo (kg)									
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Grupo 10

4 - Preencha a quantidade em quilo demanda em cada cesta verde

Código	Produtos	Preço por kg	Quant. Disponível (kg)	Quant. em kg p/ atender a	Demanda total	KG disponíveis
P1	Cará					
P2						
P3					0,00	0,00
P4						
P5						
P6						
P7						
P8						
P9						

5 - Preencha o preço médio do quilo e a quantidade disponível de cada possível produto de ser incluído na cesta

Fonte: autoria própria

O usuário do modelo matemático deverá, em seguida, preencher o preço por quilograma (kg) e a quantidade disponível no momento, para atender a demanda prevista no PTD. O preço por kg de produto será utilizado no cálculo da função objetivo, já as quantidades disponíveis posteriormente ao preenchimento serão utilizadas como restrições do modelo.

O próximo passo é preencher a quantidade de cestas que pretende entregar. Essa informação será utilizada para calcular a demanda total de acordo com a distribuição por grupos de alimentos do PTD.

Figura 6 - Preenchimento da quantidade de cestas

P42																							
P43																							
P44																							
P45																							
P46																							
P47																							
P48																							
P49																							
P50																							
P51																							
P52																							
P53																							
P54																							
P55																							
P56																							
P57																							
P58																							
P59																							
P60																							

6 - Preencha a quantidade de cestas que serão entregues

7 - Clique para calcular o custo mínimo de cada cesta

Variáveis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20			
Custos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Fo min	R\$	-																					

Cestas na Semana  Custos da cesta  Lucro ou prejuízo

Fonte: autoria própria

Para facilitar a visualização na planilha cada produto da cesta recebeu um respectivo código podendo ser de P1, P2, ..., até P60 (em caso de 8 grupos de alimentos o código vai até 48, e, em casos de 9 grupos, chega até 54).

Os campos de custos abaixo das variáveis são parâmetros de decisão do modelo que se preenchem automaticamente posteriormente ao usuário realizar a

etapa 5. Como o próprio nome diz, eles são importantíssimos para que o Solver do Excel possa priorizar produtos com menor custo.

Figura 7 - Preenchimento do custo na produção

Código	Produtos	Preço por kg	Quant. Disponível (kg)	Quant. em kg p/ atender a	Demanda total	KG disponibilizáveis
P1	Cará	R\$ 2,50	40,00		0,00	0,00
P2						
P3						
P4						
P5						
P6						

### Variáveis

Variáveis	P1	P2	P3	P4	P5	P6

Custos	R\$ 2,50	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Fo min	R\$	-				

Fonte: autoria própria

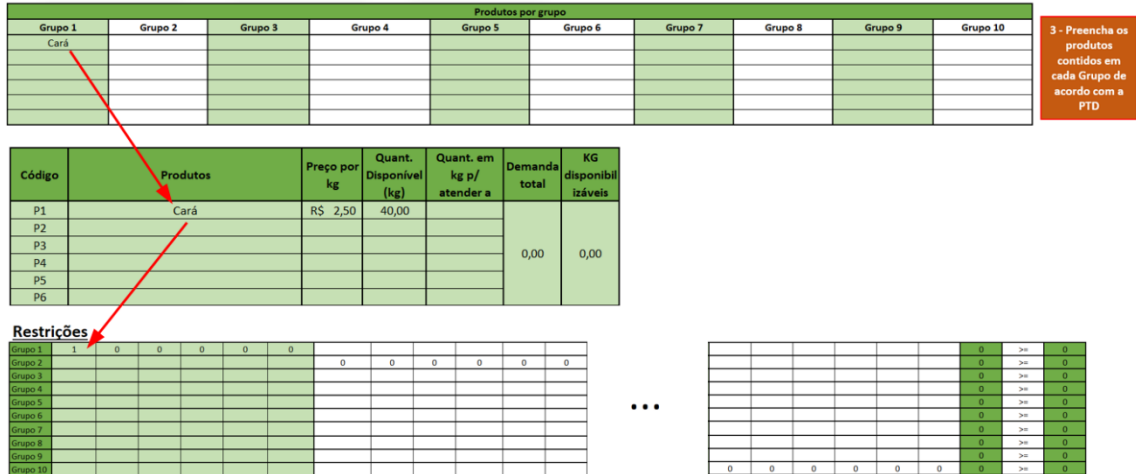
A função objetivo para minimizar os custos do produtor foi elaborada utilizando a fórmula “SOMARPRODUTO”, multiplicando o custo de kg do produto P1 com a quantidade a ser entregue do produto P1, somado custo de kg do produto P2 com a quantidade a ser entregue do produto P2, somado custo de kg do produto P3 com a quantidade a ser entregue do produto P3, sucessivamente até chegar ao P60 (em caso de 10 grupos de produtos).

Sendo assim, a função objetivo considera o parâmetro custo do produto 1 (ou uma estimativa de preço ao comercializar o alimento de outra maneira) multiplicado pela variável P1, somada ao custo do produto 2 (ou uma estimativa de preço ao comercializar o alimento de outra maneira) multiplicado pela variável P2, e assim sucessivamente até chegar ao último produto da lista. Por exemplo, caso P1 tenha o custo de R\$ 2,50; P2 o custo de R\$ 7,00; P60 o custo de R\$ 3,25; a função objetivo será minimizar o custo de  $2,5 \cdot P1 + 7 \cdot P2 + \dots + 3,25 \cdot P60$ .

O modelo utiliza dois tipos de restrições, sendo a primeira a quantidade mínima de cada grupo a ser entregue, que foi calculada novamente com o auxílio da função “SOMARPRODUTO”, multiplicando a quantidade a ser entregue dos produtos

de um respectivo grupo, com o valor um (1) em caso de produto preenchido na listagem de produtos e zero (0) em caso de produto não preenchido na listagem.

Figura 8 - Preenchimento automático do primeiro tipo de restrição



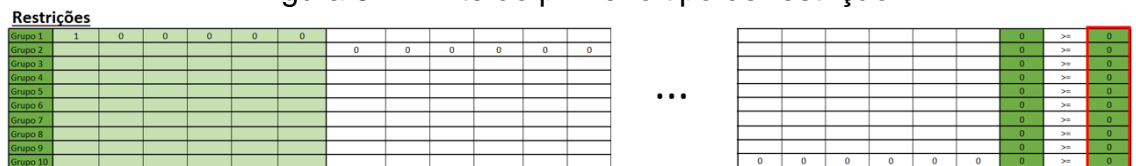
Fonte: autoria própria

A restrição foi então definida como quantidade de produto a ser entregue, sendo maior ou igual à quantidade de produtos demandada. Ela foi criada porque, por se tratar de um modelo de minimização de custos, caso não tenha uma restrição de quantidade demandada, o solver entende que é melhor zerar a quantidade a ser entregue, consecutivamente zerando os custos. Quando implementada essa restrição o solver consegue calcular atendendo à necessidade do produtor de entregar uma quantidade X de cada grupo de produtos com o menor custo.

A primeira restrição podemos representar como  $1 \cdot P1 + 1 \cdot P2 + 1 \cdot P3 + 1 \cdot P4 + 1 \cdot P5 + 1 \cdot P6 \geq$  Quantidade mínima demanda do Grupo 1 para atender a demanda.

Na ferramenta a demanda utilizada no primeiro tipo de restrição foi pré-definida com base na quantidade mínima de cada grupo de produtos previsto na chamada pública, multiplicado pela quantidade de cestas a serem entregues.

Figura 9 - Limite do primeiro tipo de restrição



Fonte: autoria própria

O segundo tipo de restrição é a de quantidade máxima disponível, ela foi criada para que caso o participante do processo licitatório não detenha a quantidade necessária do produto com menor custo, para atender a demanda de quantidade de cestas, o modelo aponte a quantidade de outros produtos de acordo com a disponibilidade e custo, para complementar.

Figura 10 - Segundo tipo de restrição

Código	Produtos	Preço por kg	Quant. Disponível (kg)	Quant. em kg p/ atender a	Demanda total	KG disponíveis
P1	Cará	R\$ 2,50	40,00		0,00	0,00
P2						
P3						
P4						
P5						
P6						

P1	1												0	<=	40
P2		1											0	<=	0

Fonte: autoria própria

Assim, caso o produto P1 seja o de menor custo do grupo 1, e não seja suficiente para completar a demanda a ser entregue, o modelo irá apresentar a quantidade necessária do segundo produto do mesmo grupo de menor custo que esteja disponível para entrega, e assim sucessivamente. Logo, para essa restrição, diferente da primeira, foi utilizado o menor ou igual, para que o modelo se limite apenas aos produtos disponíveis.

A segunda restrição podemos representar como  $1 \cdot P1 + 0 \cdot P2 + 0 \cdot P3 + 0 \cdot P4 + \dots + 0 \cdot P60 \leq$  Quantidade mínima disponível para atender a demanda do produto P1, sucessivamente  $0 \cdot P1 + 1 \cdot P2 + 0 \cdot P3 + 0 \cdot P4 + \dots + 0 \cdot P60 \leq$  Quantidade mínima disponível para atender a demanda do produto P2.

Para calcular as variáveis foram utilizados os seguintes parâmetros no solver do Excel: a célula ao lado da função objetivo como “Definir Objetivo”, “Min” para que o modelo minimize o custo, as células alteráveis como as da linha abaixo dos códigos (P1, P2, ..., P60), “Sujeito às Restrições” foi preenchido com os dois tipos de restrições, tornou-se as variáveis irrestritas não negativas, selecionado como método de solução “LP Simplex”, e por fim selecionado “resolver”.

Figura 11 - Fontes de informação do solver

**Variáveis**

Variáveis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
Custos	RS 2,50	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS
Quantidade	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS	RS
Cestas na Semana													
Custo da cesta													
Lucro ou prejuízo													

**Restrições**

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Grupo 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grupo 2													
Grupo 3													
Grupo 4													
Grupo 5													
Grupo 6													
Grupo 7													
Grupo 8													
Grupo 9													
Grupo 10													
P1	1												
P2		1											

Fonte: autoria própria

Para facilitar a experiência do usuário, foi programado o botão “7 – Clique para calcular o custo mínimo de cada cesta”, que realiza todo o processo acima descrito de preenchimento do solver automaticamente de acordo com a quantidade de grupos definidos na primeira etapa.

Figura 12 - Etapa 7

P42															
P43															
P44															
P45															
P46															
P47															
P48															
P49															
P50															
P51															
P52															
P53															
P54															
P55															
P56															
P57															
P58															
P59															
P60															

Fonte: autoria própria

Ao clicar no botão “7 – Clique para calcular o custo mínimo de cada cesta” o solver é acionado, finalmente calculando a quantidade necessária de cada produto para atender a demanda do PDT, o custo de produzir essas cestas, o custo unitário de cada cesta, lucro ou “prejuízo” de participar das entregas das chamadas públicas, além de sinalizar caso o usuário não detenha a quantidade mínima necessária de algum grupo de produtos para atender à PDT.

## 4.4 Simulação

Para simular a utilização da planilha foi utilizado a PTD da Chamada Pública nº 04/2021 – PAPA/DF (SEAGRI, 2021) e a tabela disponibilizada pelo governo do Distrito Federal, mais especificamente as Centrais de Abastecimento do Distrito Federal (CEASA-DF), contendo a cotação de preços no atacado no dia 03/03/2022 (CEASA-DF, 2022).

Figura 13 - Simulação de preenchimento da planilha

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9
Batata doce	Abóbora Seca ou	Chuchu	Tomate Extra	Repolho Verde	Abóbora Itália	Pimentão Verde	Limão Tahiti	Banana Prata
Inhame		Cenoura	Tomate Cereja	Repolho Roxo	Abóbora Menina	Cebola	Abacate	Manga Palmer
Mandioca c/ casca		Beterraba					Goiaba	Manga Tommy
							Maracujá	
							Tangerina	

Demanda por Grupo (kg)								
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9
3	2	2	0,5	1	1	1	1	1,5

Fonte: autoria própria

A tabela da CEASA-DF contém a precificação média no atacado de diversos produtos e variedades, apresentando 5 colunas, sendo elas: produtos/variedades, unidade de comercialização, preço mínimo, preço mais comum e preço máximo. Para preencher a coluna de preços nas simulações foi utilizado o valor descrito na coluna preço mais comum, adequado à preço mais comum por kg com base no valor mínimo previsto na coluna “unidade de comercialização”.

Por exemplo: o produto Batata Doce, primeiro item do grupo 1 na tabela do CEASA, apresentou na coluna preço + comum o valor de R\$ 70,00, já na coluna unidade de comercialização “Cx – 20 a 23 kg”, logo para calcular o preço a ser inserido no modelo matemático foi dividido 70 por 20, totalizando o montante de R\$ 3,50 o custo de cada kg de batata doce.

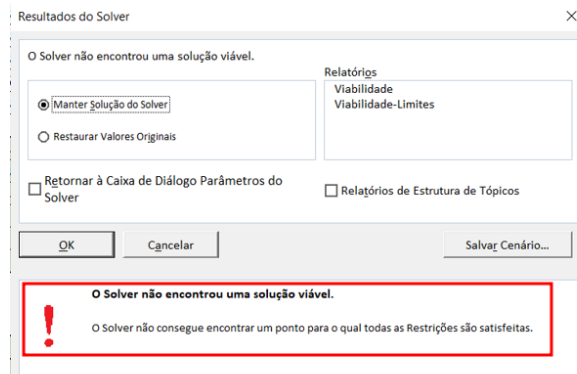
Em caso de produtos que detenham mais de uma variedade, como o “Chuchu extra” e o “Chuchu especial”, foi utilizado o de menor valor, no caso, a variedade especial.

Após calcular o custo dos produtos por quilograma, foi realizada a primeira simulação, inserindo, para cada possível item da cesta, uma quantidade hipotética disponível aleatoriamente, e a quantidade de 100 cestas verdes a serem entregues. Quando realizada a etapa 7, ou seja, clicar no botão para calcular o custo mínimo, resultou na impossibilidade de atender todas as restrições.

O fato ocorreu por não haver quantidade disponível para atender toda a quantidade demanda de 100 cestas. Por exemplo, a chamada pública exige 3 kg por cesta de produtos do grupo 1, o que totalizaria uma quantidade mínima de 300 kg para serem entregues 100 cestas, mas o participante simulado possuía disponibilidade de apenas 160 kg, logo, o modelo marcou a célula em vermelho para que ele se atente que a quantidade disponível é inferior a demandada.

Figura 14 - Simulação de demanda superior a quantidade de produtos disponíveis

Código	Produtos	Preço por kg	Quant. Disponível (kg)	Quant. em kg p/ atender a demanda	Demanda total	KG. disponibilizáveis
P1	Batata doce	R\$ 3,50	100,00	100,00	300,00	160,00
P2	Inhame	R\$ 4,21	50,00	50,00		
P3	Mandioca cozida	R\$ 1,58	10,00	10,00		
P4				0,00		
P5				0,00		
P6				0,00		
P7	Abóbora Seca ou Madura	R\$ 11,00	80,00	80,00	200,00	80,00
P8				0,00		
P9				0,00		
P10				0,00		
P11				0,00		
P12				0,00		
P13	Chuchu	R\$ 2,37	57,00	57,00	200,00	200,00
P14	Cenoura	R\$ 5,00	80,00	80,00		
P15	Beterraba	R\$ 5,00	90,00	83,00		
P16				0,00		
P17				0,00		
P18				0,00		
P19	Tomate Extra	R\$ 7,83	55,00	50,00	50,00	50,00
P20	Tomate Cereja	R\$ 30,00	10,00	0,00		
P21				0,00		
P22				0,00		
P23				0,00		
P24				0,00		
P25	Repolho Verde	R\$ 3,50	80,00	80,00	100,00	100,00
P26	Repolho Roxo	R\$ 4,00	90,00	20,00		
P27				0,00		
P28				0,00		
P29				0,00		
P30				0,00		
P31	Abóbora Itália	R\$ 2,34	0,00	0,00	100,00	10,00
P32	Abóbora Menina	R\$ 4,12	10,00	10,00		
P33				0,00		
P34				0,00		
P35				0,00		
P36				0,00		
P37	Pimentão Verde	R\$ 4,44	78,00	78,00	100,00	100,00
P38	Cebola	R\$ 3,50	45,00	22,00		
P39				0,00		
P40				0,00		
P41				0,00		
P42				0,00		
P43	Limão Tahiti	R\$ 3,33	10,00	10,00	100,00	100,00
P44	Abacate	R\$ 3,83	20,00	20,00		
P45	Loiaba	R\$ 3,33	80,00	70,00		
P46	Maracujá	R\$ 6,00	90,00	0,00		
P47	Tangerina	R\$ 3,33	0,00	0,00		
P48				0,00		
P49	Banana Prata	R\$ 4,44	25,00	25,00	150,00	145,00
P50	Manga Palmer	R\$ 3,00	80,00	80,00		
P51	Manga Tommy	R\$ 4,00	40,00	40,00		
P52				0,00		
P53				0,00		
P54				0,00		



Fonte: autoria própria

A segunda simulação foi realizada aumentando a quantidade disponível de Abóbora Itália de 0 para 90, e reduzindo a quantidade de cestas a serem entregues para 30. Sendo, portanto, possível que o solver chegasse em uma solução onde todas as restrições fossem satisfeitas, não apresentando nenhuma célula vermelha na coluna “kg disponibilizáveis”. Apesar de satisfeitas as restrições, foi possível constatar que o valor pago pela SEAGRI de R\$ 31,65 por cesta verde é R\$ 24,30 inferior ao calculado nesta simulação.



Figura 15 - Simulação com ajustes na demanda de cestas e disponibilidade de produtos

Código	Produtos	Preço por kg	Quant. Disponível (kg)	Quant. em kg p/ atender a demanda	Demanda total	KG disponibilizáveis
P1	Batata doce	R\$ 3,50	100,00	80,00		
P2	Inhame	R\$ 4,21	50,00	0,00		
P3	Mandioca com casca	R\$ 1,58	10,00	10,00	90,00	90,00
P4				0,00		
P5				0,00		
P6				0,00		
P7	Abóbora Seca ou Madura	R\$ 11,00	80,00	60,00		
P8				0,00		
P9				0,00	60,00	60,00
P10				0,00		
P11				0,00		
P12				0,00		
P13	Chuchu	R\$ 2,37	57,00	57,00		
P14	Lenoura	R\$ 5,00	80,00	3,00		
P15	Beterraba	R\$ 5,00	30,00	0,00	60,00	60,00
P16				0,00		
P17				0,00		
P18				0,00		
P19	Tomate Extra	R\$ 7,83	55,00	5,00		
P20	Tomate Cereja	R\$ 30,00	10,00	10,00		
P21				0,00	15,00	15,00
P22				0,00		
P23				0,00		
P24				0,00		
P25	Repolho Verde	R\$ 3,50	80,00	30,00		
P26	Repolho Roxo	R\$ 4,00	30,00	0,00	30,00	30,00
P27				0,00		
P28				0,00		
P29				0,00		
P30				0,00		
P31	Abóbora Itália	R\$ 2,94	30,00	30,00		
P32	Abóbora Menina	R\$ 4,12	10,00	0,00	30,00	30,00
P33				0,00		
P34				0,00		
P35				0,00		
P36				0,00		
P37	Pimentão Verde	R\$ 4,44	78,00	0,00		
P38	Lebola	R\$ 3,50	45,00	30,00	30,00	30,00
P39				0,00		
P40				0,00		
P41				0,00		
P42				0,00		
P43	Limão Tahiti	R\$ 3,33	10,00	10,00		
P44	Abacate	R\$ 3,83	20,00	0,00	30,00	30,00
P45	Quiabo	R\$ 3,33	30,00	20,00		
P46	Maracujá	R\$ 6,00	30,00	0,00		
P47	Langerina	R\$ 3,33	0,00	0,00		
P48				0,00		
P49	Banana Prata	R\$ 4,44	25,00	0,00		
P50	Manga Palmer	R\$ 3,00	80,00	45,00		
P51	Manga Tommy	R\$ 4,00	40,00	0,00	45,00	45,00
P52				0,00		
P53				0,00		
P54				0,00		

Resultados do Solver

O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.

Manter Solução do Solver

Restaurar Valores Originais

Retornar à Caixa de Diálogo Parâmetros do Solver

Relatórios: Resposta, Sensibilidade, Limites

Relatórios de Estrutura de Tópicos

OK Cancelar Salvar Cenário...

O Solver encontrou uma solução. Todas as Restrições e condições de adequação foram satisfeitas.

Quando o mecanismo GRG foi usado, o Solver encontrou pelo menos uma solução ideal local. Quando LP Simplex é usado, significa que o Solver encontrou uma solução ideal global.

Fo min R\$ 1.678,50

Cestas na Semana 30

Custo da cesta R\$ 55,95

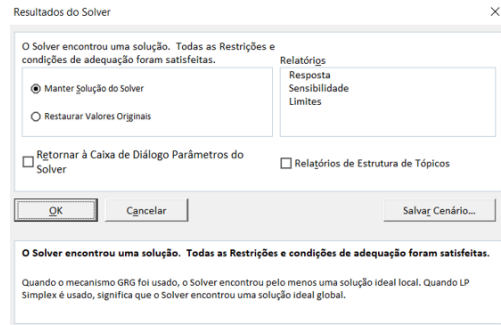
Lucro ou prejuízo -24,29995

Fonte: autoria própria

Por fim, foi realizada a terceira simulação, preenchendo como disponíveis apenas o produto de menor custo no grupo, mantendo a quantidade a ser entregue de 30 cestas. Mesmo considerando apenas os produtos de menor custo para a seleção de alimentos a serem entregues, a alta inflação no Brasil acaba por não tornar tão vantajoso participar do certame, visto que há disparidade entre o possível lucro ao comercializar as matérias primas da cesta em feiras atacadistas e comercializar na modalidade de cestas verdes no programa.

Figura 16 - Simulação produtos de menor valor

Código	Produtos	Preço por kg	Quant. Disponível (kg)	Quant. em kg p/ atender a demanda	Demanda total	KG disponibilizados
P1	Batata doce	R\$ 3,50	0,00	0,00		
P2	Inhame	R\$ 4,21	0,00	0,00		
P3	Mandioca com casca	R\$ 1,58	30,00	30,00	30,00	30,00
P4						
P5						
P6						
P7	Abóbora Seca ou Madura	R\$ 11,00	60,00	60,00		
P8						
P9					60,00	60,00
P10						
P11						
P12						
P13	Cajuca	R\$ 2,37	60,00	60,00		
P14	Cenoura	R\$ 5,00	0,00	0,00		
P15	Beterraba	R\$ 5,00	0,00	0,00	60,00	60,00
P16						
P17						
P18						
P19	Tomate Esverdeado	R\$ 7,53	15,00	15,00		
P20	Tomate Cereja	R\$ 30,00	0,00	0,00		
P21					15,00	15,00
P22						
P23						
P24						
P25	Repolho Verde	R\$ 3,50	30,00	30,00		
P26	Repolho Roxo	R\$ 4,00	0,00	0,00		
P27					30,00	30,00
P28						
P29						
P30						
P31	Abóbora Itália	R\$ 2,34	30,00	30,00		
P32	Abóbora Menina	R\$ 4,12	0,00	0,00		
P33					30,00	30,00
P34						
P35						
P36						
P37	Pimentão Verde	R\$ 4,44	0,00	0,00		
P38	Cebola	R\$ 3,50	30,00	30,00		
P39					30,00	30,00
P40						
P41						
P42						
P43	Limão Tahiti	R\$ 3,33	30,00	30,00		
P44	Abacate	R\$ 3,83	0,00	0,00		
P45	Quiabo	R\$ 3,33	0,00	0,00		
P46	Maracujá	R\$ 6,00	0,00	0,00	30,00	30,00
P47	Tangerina	R\$ 3,33	0,00	0,00		
P48						
P49	Banana Prata	R\$ 4,44	0,00	0,00		
P50	Manga Palmer	R\$ 3,00	45,00	45,00		
P51	Manga Tommy	R\$ 4,00	0,00	0,00	45,00	45,00
P52						
P53						
P54						



Cestas na Semana **30**      Custo da cesta **R\$ 53,20**      Lucro ou prejuízo **-21,54556**

Fonte: autoria própria

## 4.5 Discussão

A pandemia de COVID-19 gerou uma insegurança não apenas em questão de saúde, mas também financeira. Ocorreu um aumento do número de desempregados, além de reduções salariais e instabilidade empregatícia devido ao fechamento de comércios e às incertezas sobre o avanço da doença.

Essa instabilidade impactou nos produtos alimentícios, gerando um significativo aumento do preço dos alimentos, incluindo os que compõe as cestas verdes, fator que foi considerado pela SEAGRI entre a primeira e a segunda chamada pública visando a aquisição desse grupo de legumes, verduras e frutas, levando o aumento de R\$ 23,38 para R\$ 31,65, totalizando R\$ 8,27, o equivalente a aproximadamente 35,37% de aumento.

Considerando que nas três Chamadas Públicas de 2021 o valor pago foi mantido, espera-se que nos novos editais ocorra um aumento significativo do valor pago, motivando o produtor familiar a participar do PAPA/DF, para que o governo local

possa realizar seu papel assistencial, gerando maior segurança alimentar e nutricional em pessoas e famílias em situação de vulnerabilidade social.

Com relação aos resultados das simulações é importante destacar o apontado na última simulação de R\$ 21,54 de diferença entre o valor médio dos produtos que deixariam de ser comercializados pelos agricultores familiares, com o valor pago pela SEAGRI na cesta verde nas últimas chamadas públicas (R\$ 31,65). Segundo o IBGE (2022), o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (índice mede a inflação de um conjunto comercializado no varejo de produtos e serviços) atingiu o patamar de 10,06% em dezembro de 2021, maior patamar desde 2015, totalizando um aumento de 5,54% em comparação ao mesmo período do ano anterior.

O índice de 2021 foi impulsionado principalmente pelo setor de transportes, com variação de 21,03% no ano. Com relação ao setor alimentício e bebidas, grupo que impacta diretamente na possibilidade de lucro do produtor familiar, foi apontada a variação de 7,94%, ou seja, um aumento considerável de preços. Este aumento foi inferior quando comparado ao ano de 2020, que teve uma alta de 14,09%. Porém, mesmo sendo percentualmente inferior, não pode ser desconsiderado, visto que ele aponta um acúmulo de aumentos de preços ao consumidor anual cumulativo.

As simulações realizadas no modelo apontaram não ser tão lucrativo, com base apenas no preço dos produtos, participar do programa devido ao valor que as matérias primas da cesta verde poderiam ser comercializadas a terceiros, e o cenário econômico brasileiro também não tem se mostrado favorável à redução dos preços desses itens.

Apesar de as chamadas públicas de aquisição de cestas verdes terem se iniciado por causa de consequências indiretas da pandemia de COVID-19, a manutenção de um programa em uma das unidades da federação com maior Índice de Gini (coeficiente que varia de 0 a 1, onde quanto maior o valor, maior a desigualdade social) (CODEPLAN, 2019) proporcionaria maior segurança financeira aos produtores rurais, e, ao mesmo tempo, à vertente assistencial governamental, por meio do auxílio às pessoas em vulnerabilidade.

Sendo assim, espera-se que ocorram novas chamadas públicas, onde o agricultor familiar não só se planeje para participar do PAPA/DF, realizando a juntada de documentações, preenchimento da PTV e apresentação das amostras de Cestas Verdes, como planeje taticamente a disponibilidade de ofertar produtos que lhe gerem menos custos, visando a maximização de seus lucros.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O programa de aquisição de cestas verdes no Distrito Federal, por intermédio de chamadas públicas, foi benéfico tanto para o governo local, que precisou adotar providências para atendimento de pessoas em situação de vulnerabilidade, quanto para os agricultores familiares, que foram atingidos diretamente com o fechamento de feiras, comércio e escolas, devido à pandemia de COVID-19.

Por meio da participação no programa, esses produtores rurais tiveram uma oportunidade de escoar sua produção, além da garantia de recebimento pelas entregas. Ou seja, as cestas verdes, diretamente impactaram pessoas em situação de vulnerabilidade e agricultores familiares, e indiretamente proporcionaram uma movimentação da economia local, pela ingestão de receita no estado.

A criação de um modelo matemático tornou-se relevante em decorrência dos lançamentos de 4 chamadas públicas para aquisição das cestas, visto que dessa maneira os agricultores familiares, que movimentam cerca de 185 milhões por ano no Brasil (EMATER,2009), poderiam ter uma ferramenta de apoio à decisão prática e acessível.

Sendo assim, o trabalho buscou responder a seguinte pergunta “Qual é o modelo de apoio à decisão para o planejamento tático do agricultor familiar a fim de atender à demanda de Cestas Verdes do Programa de Aquisição da Produção da Agricultura do Distrito Federal?”, para solucionar o questionamento adotou-se como objetivo apresentar um modelo de apoio a decisão para o planejamento tático do produtor familiar, a fim de atender a demanda de cestas verdes do Programa de Aquisição da Produção da Agricultura do Distrito Federal, maximizando o retorno financeiro do agricultor.

Anteriormente à elaboração do modelo foi essencial mapear o processo de participação nas Chamadas Públicas, que, em síntese, é uma etapa relativamente simples e de curta duração (cerca de 30 dias). Concluiu-se então que anteriormente à submissão da proposta é importante o produtor familiar calcule os possíveis lucros ou prejuízos ao deixar a sua maneira tradicional de comercialização, seja por venda em atacado, seja no varejo, para destinar uma parcela de sua produção como matéria prima das cestas verdes.

Outro fator importante antes da elaboração do modelo foi o estudo comparativo entre os quatro editais, que permitiu concluir que o primeiro edital se diferenciou dos demais devido ao valor pago em cada cesta, diversidade de produtos e quantidade de grupos.

Logo, para auxiliar nessa tomada de decisão, a planilha foi elaborada permitindo adaptações de variações de oito, nove ou dez grupos de alimentos, das quantidades diversificadas de produtos por grupo (até seis produtos), e também às corriqueiras variações de precificação dos alimentos. Portanto, os produtores podem maximizar a renda familiar adotando a melhor combinação de produtos a serem entregues, mesmo que ocorram pequenas alterações nos futuros certames.

Com o auxílio do Solver do Excel e da gravação de macros atribuídas em figuras no Excel, o processo de adaptação da planilha às regras editalícias e o cálculo do custo final das cestas verdes se tornou automatizado, podendo, após o preenchimento de dados como: produtos disponíveis, quantidade demandada, quantidade disponível, custo das matérias primas e valor pago pela SEAGRI por cesta, o software apresentar valor final que será gasto, grupos que não tiveram sua demanda atingida, custo minimizado final por cesta, custo total na produção e possível lucro ou prejuízo ao participar desta chamada pública.

Após a elaboração e às simulações no modelo, com preços das matérias primas no atacado de março de 2022, considerando os fatores: demanda prevista no PTD e a quantidade de produtos disponíveis para serem disponibilizados ao programa, foi possível concluir que os valores pagos pela SEAGRI têm se tornado cada vez menos atrativos.

Diante disso, caso o valor de R\$ 31,65 não sofra um aumento significativo, ou o valor de comercialização em atacado dos produtos não seja reduzido, as chamadas públicas se tornarão cada vez menos atrativas para esses agricultores. Caso este preço fixado por cesta não seja alterado, poderá consequentemente impactar nos resultados atingidos pelo programa, principalmente às pessoas em situação de vulnerabilidade do Distrito Federal e RIDE.

O estudo de caso promovendo a elaboração de uma ferramenta de programação linear corrobora com o meio acadêmico, gerando um possível aprimoramento de gestão de produtores familiares participantes do PAPA/DF, podendo impactar diretamente na movimentação econômica local.

Com relação às dificuldades encontradas durante a elaboração do modelo matemático é possível apontar que devido a ausência de chamadas públicas em andamento nos primeiros meses do ano de 2022 não foi possível testá-lo juntamente aos participantes dos certames, conseqüentemente, não tendo sido mensurado os possíveis resultados alcançados a partir da utilização do modelo de apoio a decisão para o planejamento tático do agricultor familiar.

Considerando não ter ocorrido em nenhuma das PDT's um mesmo produto como opção de dois grupos distintos, como por exemplo, batata doce e inhame de produtos do grupo 1 e batata doce e abobrinha menina no grupo 2, não foram adicionadas restrições no modelo para que ele compreenda que batata doce do grupo 1 é o mesmo produto da batata doce do grupo 2. Assim sendo, caso as chamadas públicas venham a conter o mesmo alimento como possibilidade de ser entregue em distintos grupos, haverá a necessidade de adição de mais restrições.

Pelo cálculo matemático considerar apenas o preço de venda dos itens alimentícios recomenda-se que em estudos futuros sejam englobados fatores que influenciam na produção dos alimentos ou no transporte, como, por exemplo, o investimento na produção desses alimentos, tempo demandado do plantio até a colheita, mão de obra necessária para colher e embalar os produtos, perecibilidade dos alimentos e custos de transporte.

## REFERÊNCIAS

AHUMADA, O.; VILLALOBOS J.R. Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. **European Journal of Operational Research**, v. 196, n.1, p. 1-20, 2009.

BASALDI, O.V. O Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar em 2003. **Cadernos do CEAM**, v.44, n.14, p.51-72, 2004. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/868915/1/PROGRAMADEAQUISICAO.pdf>>. Acesso em: 06 fev. 2022.

BELFIORE, P.; FÁVERO, L. P. **Pesquisa Operacional - Para Cursos de Engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2013. 9788595155626. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595155626/>. Acesso em: 20 ago. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm). Acesso em: 15 set. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.512, de 14 de outubro de 2011**. Institui o Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais; altera as Leis nºs 10.696, de 2 de julho de 2003, 10.836, de 9 de janeiro de 2004, e 11.326, de 24 de julho de 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/lei/l12512.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12512.htm). Acesso em: 15 set. 2021.

CEASA-DF. Centrais de Abastecimento do Distrito Federal. **Informações de Mercado**, Brasília, março. 2022. Disponível em: <<https://www.ceasa.df.gov.br/informacoes-de-mercado/>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

CHANDRA, P.; FISHER, M.L. Coordination of production and distribution planning. **European Journal of Operational Research**, [S.l.], v. 72, n.3, p. 503-517, 1994.  
CHIAVENATO, I. **Administração nos Novos Tempos, 2ª edição**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CODEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Agricultura Familiar no Distrito Federal – Dimensões e desafios**. 2015. Disponível em: <https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Agricultura-Familiar-no-DF-Dimens%C3%B5es-e-Desafios.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2021.

CODEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **Agricultura familiar no Distrito Federal: Dimensões e desafios - Codeplan**, jan. 2015. Disponível em: <

<https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Agricultura-Familiar-no-DF-Dimens%C3%B5es-e-Desafios.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2022.

CODEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. **PDAD PESQUISA DISTRITAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS 2018**. Brasília, 2019. Disponível em: <[https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/PDAD\\_DF-Grupo-de-Renda-compactado.pdf](https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/PDAD_DF-Grupo-de-Renda-compactado.pdf) >. Acesso em: 8 nov. 2021.

Distrito Federal. **Chamada Pública nº 001/2020 Programa de Aquisição da Produção da Agricultura – PAPA/DF**. [Aquisição de cestas de alimentos compostas de frutas, verduras e legumes produzido por agricultores familiares]. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural: órgão oficial do Distrito Federal, 2021. Disponível em: <<https://www.agricultura.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/1-Edital-001-2020-Chamada-P%C3%BAblica.pdf>>. Acesso em 08 ago. 2021.

Distrito Federal. **Chamada Pública nº 003/2021 Programa de Aquisição da Produção da Agricultura – PAPA/DF**. [Aquisição de cestas de alimentos compostas de frutas, verduras e legumes produzidos por agricultores familiares]. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural: órgão oficial do Distrito Federal, 2021. Disponível em: <<https://www.agricultura.df.gov.br/wp-content/uploads/2017/11/01-Edital-CP-003-21-SEDES.pdf>>. Acesso em 08 ago. 2021.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto Distrital nº 41.913, de 27 de fevereiro de 2021**. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente da COVID-19 (Sars-Cov-2), e dá outras providências. Brasília, DF: Governador do Distrito Federal, [2021]. Disponível em: [http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/e66b75c862b4489ea01103c19cabed3c/Decreto\\_41913\\_19\\_03\\_2021.html](http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/e66b75c862b4489ea01103c19cabed3c/Decreto_41913_19_03_2021.html). Acesso em: 09 ago. 2021.

DISTRITO FEDERAL. **Lei Distrital nº 4.752, de 07 de fevereiro de 2012**. Dispõe sobre a criação do Programa de Aquisição da Produção da Agricultura – PAPA/DF e dá outras providências. Disponível em: [http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/70524/Lei\\_4752\\_07\\_02\\_2012.html](http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/70524/Lei_4752_07_02_2012.html). Acesso em: 15 set. 2021.

EMATER-DF. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural. **Plano executivo de desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva de hortaliças no Distrito Federal**. Brasília, dez. 2009. Disponível em: < <https://emater.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/PlanoExecutivoDesenvolvimentoSustent%c3%a1velCadeiaProdutivaHortali%c3%a7asDF.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estratégias para a Agricultura Familiar: Visão de futuro rumo à inovação**. Brasília: Técnica, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214670/1/Texto-Discussao-49-ed-01-2020.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.



FAGUNDES, M. R. M. **O Programa de Aquisição da Produção da Agricultura (PAPA/DF): estratégia de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN)**. Orientador: Dr. Armando Fornazier. 2019. 37 f. TTC (Graduação) – Curso de Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília 2019. Disponível em: <[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28197/1/2019\\_MichelliReisMartinsFagundes\\_tc.c.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28197/1/2019_MichelliReisMartinsFagundes_tc.c.pdf)>. Acesso em: 06 de fev. 2022.

FLEISCHMANN, B.; MEYR, H.; WAGNER, M. *In*: Advanced planning. STADTLER, H.; KILGER, C.; MEYR, H. **Supply Chain Management and Advanced Planning: Concepts Models, Software and Case Studies**. Berlin: SpringerLink, 2015, p. 71-95.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo. Atlas. 1991.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social, 7ª edição**. São Paulo: Atlas, 2019. 9788597020991. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597020991/>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

HILLIER, Frederick. S.; LIEBERMAN, Gerald. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. Porto Alegre: AMGH, 2013. 9788580551198. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580551198/>. Acesso em: 8 ago. 2021.

HOFFMANN, R. A agricultura familiar produz 70% dos alimentos consumidos no Brasil?. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 21, n. 1, p. 417-421, 2014. Disponível em: < <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/1386/1376>>. Acesso em: 03 set. 2021.

HUANG, S. W. Global Trade Patterns in Fruits and Vegetables. **United States Department of Agriculture**, Agriculture and Trade Report, United States, 2004

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017 Resultados Definitivos**. Rio de Janeiro, v. 8, p. 1-105, 2019. Disponível em: < [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro\\_2017\\_resultados\\_definitivos.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf)>. Acesso em: 8 ago. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9256-indice-nacional-de-precos-ao-consumidor-amplo.html?=&t=series-historicas/>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra 2000/2018**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: < [https://www.ibge.gov.br/apps/monitoramento\\_cobertura\\_uso\\_terra/v1/](https://www.ibge.gov.br/apps/monitoramento_cobertura_uso_terra/v1/)>. Acesso em: 8 ago. 2021.

KOTLER, P. **Administração de Marketing, 10ª Edição**, 7ª reimpressão. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica, 9ª edição**. São Paulo: Atlas, 2021. 9788597026580. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597026580/>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

MARTINS, L. F. N.; LIMA, S. M. V. Programa de Aquisição da Produção da Agricultura no Papa/DF: inovação gerencial e tecnológica em sistemas familiares, 2009-2016. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [online], 2017, v. 55, n. 3, p. 497-514, jul./set. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550305>>. Acesso em: 06 fev. 2022.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à Administração, 8ª edição**. São Paulo: Atlas, 2012. 9788522475872. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522475872/>. Acesso em: 31 jan. 2022.

NOGUEIRA, V. G. C; MARCELINO, M. Q. S. Covid – 19 Impactos e estratégias para a comercialização de alimentos da agricultura familiar no DF. **Revista Política Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 117-129, Jan./Fev./Mar. 2021. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1641/pdf>>. Acesso em: 8 out. 2021.

RAMOS, G. M. **Políticas Públicas para a Agricultura Familiar: O Caso do Programa de Aquisição da Produção da Agricultura do Distrito Federal**. Orientador: Dr. Francisco de Assis Rocha Neves. 2013. 46 f. TCC (Graduação) – Curso de Gestão de Agronegócio, Universidade de Brasília, Brasília 2013. Disponível em: <[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/13756/1/2015\\_Ada%C3%ADltonSoaresGuimaraes.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/13756/1/2015_Ada%C3%ADltonSoaresGuimaraes.pdf)>. Acesso em: 06 de fev. 2022.

SAMBUICHI, R. H. R. et al. O Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) como estratégia de enfrentamento aos desafios da COVID-19. **Revista de Administração Pública**, [online]. 2020, v. 54, n. 4, p. 1079-1096. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0034>>. Acessado em: 06 fev. 2022.

SEAGRI. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural. Seagri divulga balanço do PAA e do PAPA em 2020. **Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural**, 2020. Disponível em: <<https://www.seagri.df.gov.br/seagri-divulga-balanco-do-paa-e-do-papa-em-2020/>>. Acesso em: 17 out. 2021.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**, 4. edição. Florianópolis: UFSC, 2005

VIEIRA FILHO, J. Coronavírus e os impactos no setor agropecuário brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, ano 29, jul. 2020. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1611>>. Acesso em: 10 ago. 2021.