

## SELEÇÃO DE PLANTAS FABRIS PARA DISTRIBUIÇÃO DE VEÍCULOS LEVES UTILIZANDO O MÉTODO DA PROGRAMAÇÃO INTEIRA

Adriana Cavalcante Dias (FPMRIO) [adrianacdias92@gmail.com](mailto:adrianacdias92@gmail.com)  
Jakyelle Sales Gomes (FPMRIO) [jakysalles@hotmail.com](mailto:jakysalles@hotmail.com)  
Wagner dos Anjos Carvalho (FPMRIO) [wagner.carvalho@mackenzie.br](mailto:wagner.carvalho@mackenzie.br)  
Marcos dos Santos (UFF) [marcosdossantos\\_doutorado\\_uff@yahoo.com.br](mailto:marcosdossantos_doutorado_uff@yahoo.com.br)  
Igor Pinheiro de Araújo Costa (UFF) [costa\\_igor@id.uff.br](mailto:costa_igor@id.uff.br)

### Resumo

Duas montadoras instaladas no Brasil que iniciaram sua fusão. As Fusões e Aquisições (F&A), reflexos de decisões estratégicas, impactam em outras estratégias e nas diretrizes empresariais, no que tange à busca de vantagens competitivas (Haeruddin, 2017). Esses processos também podem levar a uma rápida expansão, economia de escala, maior produtividade e obtenção de novos mercados, inclusive internacionais (Khan, Soundararajan, Wood, & Ahammad, 2020).

De acordo com o anuário da Associação dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2021) sobre a produção anual de automóveis no ano de 2021, foi detectada alta demanda de veículos leves por todo território brasileiro. Por isso, observando a oportunidade de mercado o artigo tem como objetivo minimizar o custo de transporte, mais os custos fixos e variáveis para atender as demandas de concessionárias e lojistas para veículos dos tipos SUV, Sedan, Hatch e Truck que possuem unidades industriais em quatro regiões brasileiras (Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul) assim como, verificar se alguma unidade produtiva deverá ser fechada ou não. Para conseguir transportar os novos automóveis, a nova empresa selecionou cinco unidades de produção nos Estados de Goiás, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo com capacidade de produção suficiente para atender as demandas de diferentes partes do país. Dado esse contexto, estabeleceu-se um estudo para avaliar a viabilidade de distribuição de automóveis de acordo com as demandas dos Estados: Amazonas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina e Pará.

A partir da modelagem do problema utilizando como dados de capacidade de produção, custo de transporte, demanda por tipo de automóvel e custos fixos e variáveis das montadoras utilizando a programação inteira verificou-se que é possível atender as demandas e que nenhuma unidade produtiva deverá ser fechada.

**Palavras-Chaves:** Fusão; Demanda; Custos; Pesquisa Operacional; Programação Inteira.

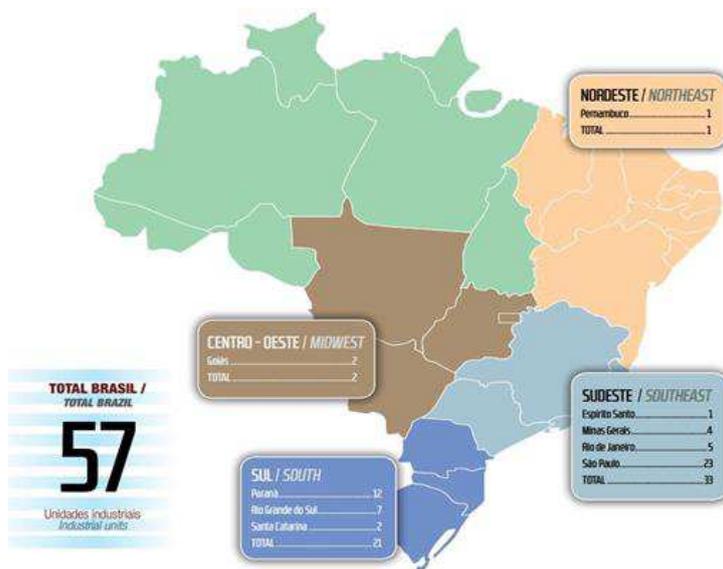
## 1. Introdução

No âmbito das companhias abertas com fins lucrativos, a literatura demonstra que existe um interesse em aumentar o valor da firma, de modo que seja possível maximizar riqueza dos seus acionistas (Alves et al., 2018). Com a aceleração do mercado automobilístico duas grandes montadoras de automóveis uniram-se criando uma única empresa, que por questões de sigilo chamaremos AJ Car S.A. tem como objetivo central estabelecido o Board corporativo de eficiência, aumento de lucratividade e ganho de market share. Foi necessário estabelecer alavancas iniciais para entrada e início da operação no mercado, além de redução de custo e distribuição eficiente dos automóveis pelas regiões brasileiras. Nesse sentido, evidenciam-se os processos de Fusões e Aquisições (F&A), que ocorrem como consequência diretas da busca por expansão empresarial e como uma forma aumentar os resultados empresariais (Kiesel et al., 2017).

No contexto apresentado, a empresa AJ Car S.A. passou a ter montadoras em quatro das cinco regiões brasileiras, com maior concentração nas regiões Sul e Sudeste, somando uma capacidade de produção de 585.000 automóveis, e uma pequena capacidade de produção nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do país, com capacidade de produção de 55.000 e 51.000 respectivamente.

De acordo com o anuário da Associação dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2021) as montadoras estão distribuídas nas regiões brasileiras conforme apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Mapa de distribuição de montadoras



Fonte: ANFAVEA (2022)

Observa-se que nas regiões Norte e Nordeste, com exceção de Pernambuco, há uma carência desse tipo de indústria. Entretanto, o que chama atenção é que essas regiões somaram uma demanda de 317.721 automóveis somente entre o ano de 2020 e 2021. Os autores não estão interessados em saber os motivos dessa carência, o objetivo é saber se é possível atender a demanda dessas regiões minimizando os custos de transporte, mais os custos fixos e variáveis de produção.

## 2. Revisão da Literatura

O objetivo principal de uma empresa em funcionamento consiste em maximizar a riqueza de seus acionistas, sendo tal fato determinado a partir das Políticas de Dividendos (Leite et al., 2017). Assim sendo, a decisão das firmas em aderir a processos de F&A constitui uma estratégia corporativa inerente à concorrência do mercado, sendo a criação de valor para os acionistas a ação mais importante por trás das atividades de F&A (Dereeper & Turki, 2016). Estas representam investimentos que tencionam o crescimento empresarial de forma rápida e vantajosa financeiramente, por meio da sinergia entre as empresas participantes e do aumento em seu desempenho (Ibrahimi & Meghouar, 2019).

Os processos de fusão e aquisição de empresas constituem uma maneira rápida de uma firma crescer, entrar em mercados, defender-se de aquisições indesejadas e aproveitar oportunidades de investimento. A partir da segunda metade do século XX as aquisições e fusões se tornaram estratégias importantes usadas pelas grandes e pequenas empresas para crescer e vencer desafios competitivos (KRISHNAN; JOSHI; KRISHAN, 2004).

Como referência de pesquisa sobre o tema os autores (Calil, Bueno, *et al.*, 2020) realizaram uma revisão bibliométrica sobre fusões e aquisições de empresas no Brasil e o objetivo do estudo foi analisar a produção acadêmica sobre Fusões e Aquisições (F&A), em língua portuguesa no Brasil, por meio de uma revisão bibliométrica e integrativa, dada a importância dessas estratégias para o crescimento de empresas e o elevado número de ocorrências no país. Já (NEY, 2021) realizou um estudo sobre fusões e aquisições de 92 empresas norte americanas utilizando dois modelos matemáticos para analisar os ganhos de escala de custos e despesas no setor de alimentos e bebidas.

No entanto, os autores deste artigo estão propondo uma abordagem decisória sobre o conceito de Fusões e Aquisições (F&A) utilizando a programação inteira para solução de um problema logístico e avaliação de capacidade excedente de produção com interesse de saber se alguma das plantas deve ser fechada.

### 3. Entendimento do problema

Duas empresas fabricantes de automóveis acabaram de se fundir chamaram a nova empresa de AJ Car S.A. Como normalmente é o caso, o objetivo da fusão é aumentar a lucratividade dos acionistas de ambas as partes na forma da empresa fundida. Normalmente, assim como nesse caso, a estratégia principal dessa nova fase é reduzir custos. As grandes economias de escala advêm de economias relacionadas com a redução de custos de transporte e do fechamento de plantas. As cinco unidades, suas capacidades e seus custos fixos e variáveis são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Plantas, capacidades e custos

Plantas	Capacidade de produção (Kton/mês)	Custo Fixo (R\$/mês)	Custo variável (R\$/mês)
Pernambuco	51.000	2.120.000,00	1550,00
Paraná	110.000	1.530.000,00	2100,00
Goiás	55.000	2.330.000,00	2340,00
Rio de Janeiro	115.000	2.530.000,00	1910,00
São Paulo	360.000	2.280.000,00	2081,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

As plantas fabricam dez tipos de automóveis, mas para simplificar esta análise serão considerados apenas quatro modelos: tipo SUV (I), tipo Sedan (V), tipo Hatch (H) e Tipo Truck (T). A capacidade de montagem dos carros é baseada em 3 etapas principais dentro do seu processo, sendo elas: Estruturação, pintura e montagem das peças. Por esse motivo e devido à complexidade, considerou-se apenas uma capacidade por planta.

As empresas atendem a 10 regiões distintas, distribuídas dentro dos principais estados. Iremos considerar que qualquer planta pode abastecer qualquer uma das regiões. Para cada origem-destino possui um custo de transporte por carro e não há diferenças de custos em termos de tipos de carros.

A Tabela 2 apresenta os custos de transporte em R\$/carro e as demandas em quantidade de carros para cada mercado consumidor sendo Concessionárias próprias e para o mercado de lojistas multimarcas.

Tabela 2 - Custos de transporte e demandas

Origem	Tipo de carro	Destino							
		AM	PA	RO	CE	BH	MG	SC	MA
Pernambuco	I/V/H/T	13.237,94	9.206,57	16.902,81	2.976,28	3.709,25	7.007,64	13.237,94	4.808,72
Paraná	I/V/H/T	10.672,52	13.237,94	10.672,52	13.237,94	9.206,57	5.541,69	2.060,06	10.672,52
Goiás	I/V/H/T	8.473,59	8.473,59	8.473,59	9.206,57	5.541,69	4.075,74	6.274,67	6.641,15
Rio de Janeiro	I/V/H/T	13.237,94	13.237,94	13.237,94	9.939,55	5.175,20	3.342,76	4.808,72	10.672,52

São Paulo	I/V/H/T	11.405,50	11.405,50	11.405,50	11.405,50	7.007,64	3.709,25	2.976,28	9.939,55
Demanda	SUV (I)	1.880	10.938	1.158	3.559	5.436	34.576	7.915	2.166
Demanda	Sedan (V)	3.759	21.875	2.315	7.118	10.873	69.151	15.830	4.334
Demanda	Hatch (H)	7.518	43.749	4.633	14.236	21.745	138.304	31.662	8.667
Demanda	Truck (T)	5.638	32.812	3.473	10.677	16.309	103.728	23.747	6.499

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Como após a fusão há a necessidade de avaliar se há uma capacidade excedente relevante, a AJ Car S.A. está interessada em saber se alguma das plantas deve ser fechada. Caso a sugestão seja para fechá-la, qual planta deve ser fechada e, após seu fechamento, como as produções devem ser organizadas e quais plantas devem atender a quais mercados.

### 3.1. Modelagem do problema

Colin (2007, p. 229) apresenta a modelagem do problema. Seja  $x_{ijk}$  a quantidade de automóveis do tipo  $k$  ( $k = 1, 2, 3, 4$ ) enviada da planta  $i$  ( $i = 1, \dots, 5$ ) para o mercado  $j$  ( $j = 1, \dots, 8$ ). Como não se considerou estoque nem defasagem de produção e envios, essa variável também representa a produção. Sejam  $y_i = 1$  se a planta  $i$  estiver aberta e  $y_i = 0$  em caso contrário. A demanda do mercado  $j$  pelo veículo  $k$  é dada por  $d_{jk}$ ; os custos de transporte, fixo de produção e variável de produção são definidos como  $c_{jk}$ ,  $f_i$  e  $p_i$ , respectivamente. A capacidade da planta  $i$  é definida por  $C_i$ .

O modelo pode ser formulado como se segue:

$$\min z = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^8 \sum_{k=1}^4 (c_{ij} x_{ijk} + p_i x_{ijk} + f_i y_i)$$

$$s. a.: \sum_{j=1}^8 \sum_{k=1}^4 x_{ijk} \leq C_i y_i \quad (i = 1, \dots, 5)$$

$$\sum_{i=1}^5 x_{ijk} \geq d_{jk} \quad (j = 1, \dots, 8; k = 1, \dots, 4)$$

$$x_{ijk} \geq 0 \text{ e } y_i \in \{0, 1\} \quad (i = 1, \dots, 5; j = 1, \dots, 8; k = 1, \dots, 4)$$

A função-objetivo minimiza o somatório representado pelos custos de transporte, mais custos fixos de produção, mais custos variáveis de produção. Observa-se que os custos de produção existem apenas se a planta  $i$  estiver aberta. O primeiro grupo de restrições estabelece que os envios da planta  $i$  (de qualquer veículo e para qualquer mercado consumidor) devem ser menores do que a capacidade da planta. Caso a planta seja fechada, sua capacidade é zero. O

segundo grupo de restrições estabelece que os envios são maiores do que as demandas, e os dois últimos grupos de restrições representam não-negatividade e valores binários das variáveis.

#### 4. Construção do modelo

A estrutura de construção do modelo apontado seguiu as etapas de estudo de um problema de PO que segundo Passos (2008, p.4), é dividido de acordo com as seguintes fases: identificação ou determinação do problema, estudo do problema, construção do modelo, resolução do modelo, validação do modelo e implementação. Neste artigo foram desenvolvidas as etapas de construção, resolução e validação do modelo.

Após o levantamento das variáveis anteriormente, o próximo passo é fazer a implementação computacional do modelo no Microsoft Excel® e por questões de dimensão a planilha será contraída conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura do problema

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	F.O.	RS 0,00									
3		Origem	Tipo de Carro	AM	PA	RO	CE	BA	MG	SC	MA
4	Coeficientes da F.O.	Pernambuco	I/V/H/T	138,57	357,43	263,63	800,00	154,20	357,43	560,66	951,50
5		Paraná	I/V/H/T	717,00	560,66	560,66	638,83	388,70	795,16	60,40	185,47
6		Goias	I/V/H/T	560,66	357,43	357,43	419,96	279,27	717,00	248,00	169,83
7		Rio de Janeiro	I/V/H/T	717,00	560,66	560,66	482,50	279,27	873,33	201,10	83,85
8		São Paulo	I/V/H/T	638,83	482,50	482,50	560,55	326,16	795,16	138,57	107,30
10	Variáveis de Decisão	Pernambuco	Concessionária - SUV								
11		Paraná	Concessionária - SUV								
12		Goias	Concessionária - SUV								
13		Rio de Janeiro	Concessionária - SUV								
14		São Paulo	Concessionária - SUV								
30		Pernambuco	Lojista - SUV								
31		Paraná	Lojista - SUV								
32		Goias	Lojista - SUV								
33		Rio de Janeiro	Lojista - SUV								
34		São Paulo	Lojista - SUV								
51	Restrições de Demanda	LE: Envio	Concessionária - SUV	0	0	0	0	0	0	0	0
52		LE: Envio	Concessionária - Sedan	0	0	0	0	0	0	0	0
53		LE: Envio	Concessionária - Hatch	0	0	0	0	0	0	0	0
54		LE: Envio	Concessionária - Truck	0	0	0	0	0	0	0	0
59			Sinal	=	=	=	=	=	=	=	=
60	LD: Demanda	LD: Demanda	Concessionária - SUV	1.316	7.656	810	2.491	3.805	24.203	5.540	1.516
61		LD: Demanda	Concessionária - Sedan	2.631	15.312	1.620	4.982	7.611	48.405	11.081	3.033
62		LD: Demanda	Concessionária - Hatch	5.262	30.624	3.243	9.965	15.221	96.812	22.163	6.066
63		LD: Demanda	Concessionária - Truck	3.946	22.968	2.431	7.473	11.416	72.609	16.622	4.549
69	Custos (R\$) e Montagem das plantas		Planta Ativa		Custo Fixo	Custo Variável	Produção	Sinal	Capacidade	Folga	
70		Pernambuco	I/V/H/T		RS 2.120.000,00	RS 1.550,00	0	<=	0	0	
71		Paraná	I/V/H/T		RS 1.530.000,00	RS 2.100,00	0	<=	0	0	
72		Goias	I/V/H/T		RS 2.330.000,00	RS 2.340,00	0	<=	0	0	
73		Rio de Janeiro	I/V/H/T		RS 2.530.000,00	RS 1.910,00	0	<=	0	0	
74	São Paulo	I/V/H/T		RS 2.280.000,00	RS 2.081,00	0	<=	0	0		

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Essa estrutura foi desenvolvida para a visualização, como as restrições foram estruturadas e como podemos avaliar se existe folga de produção como também qual planta deverá ou não ser descontinuada. Em verde, são as células variáveis que serão calculadas pelo programa, em azul estão as funções do modelo e em cinza são os dados do problema. Vale ressaltar que,



essa contração se explica pelo fato de que as unidades montadoras devem entregar os tipos de veículos solicitados pelas concessionárias e lojistas para cada região demandante.

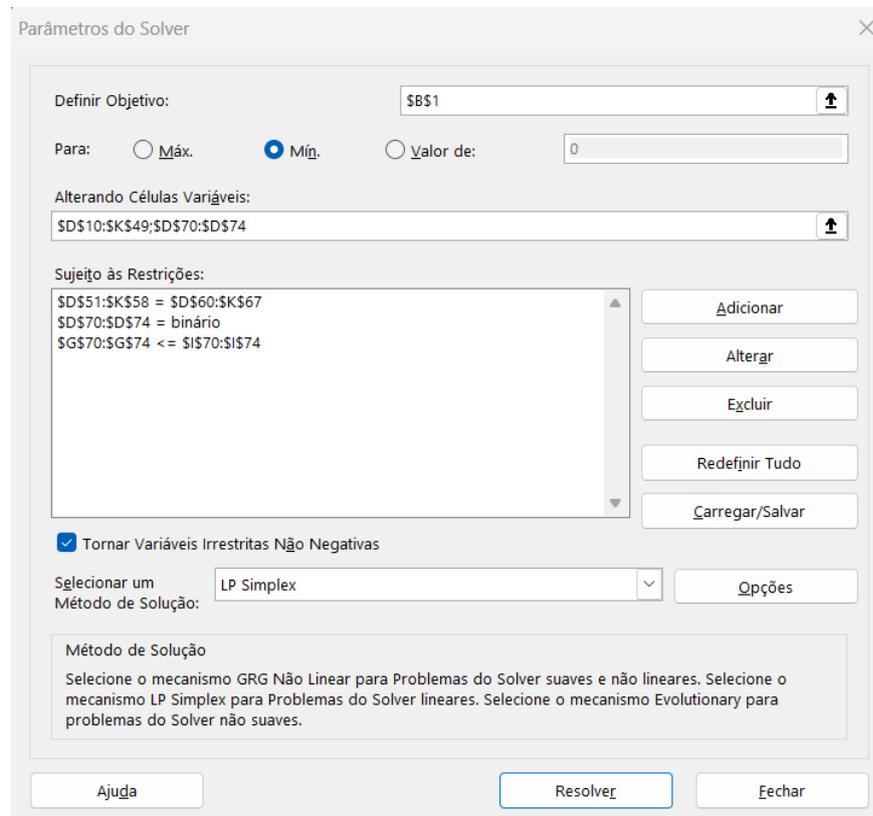
A fórmula da função objetivo é dada por  
 $=\text{SOMARPRODUTO}(D4:K8;(D10:K14+D15:K19+D20:K24+D25:K29+D30:K34+D35:K39+D40:K44+D45:K49))+\text{SOMARPRODUTO}(D70:D74;E70:E74)+\text{SOMARPRODUTO}(F70:F74;G70:G74)$

A fórmula para as restrições de demanda é dada por  $=\text{SOMA}(D10:D14)$  e copiada para as regiões demandantes e tipo de veículos (Concessionárias). A lógica se aplica também para os lojistas.

Para as variáveis de custos e montagem de plantas, na coluna produção a fórmula é dada por  $=\text{SOMA}(D10:K10;D15:K15;D20:K20;D25:K25;D30:K30;D35:K35;D40:K40;D45:K45)$  e replicada para cada unidade produtora. Na coluna capacidade a fórmula é dada por  $=O27*D70$ . Por fim, a cálculo da folga  $=I70-G70$ .

Como a intenção do problema é melhorar o desempenho da informação e do processo através da otimização, foi utilizado o Solver do Excel, conforme Figura 3, que de acordo com Microsoft (2014), é um suplemento do MS Excel utilizado para resolução de problemas de programação linear (PL), programação inteira (PI) e programação não linear (PNL). O trabalho foi iniciado no Excel 2013.

Figura 3 - Modelagem no Solver do Excel



Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

Para:  Máx.  Mín.  Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

- 
- 
- 

Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

Método de Solução

Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares. Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Como o objetivo é minimizar o custos de transportes, mais os custos fixo e variáveis de produção, as células variáveis são os atendimentos de demanda e as plantas que devem ficar ou não em funcionamento e o modelo é sujeito à três restrições: o número de envio de veículos tem que ser igual a demanda solicitada; a segunda restrição determina se as unidades produtoras devem ser descontinuadas ou não; a terceira restrição diz que a quantidade de veículos montados tem que ser menor do que a capacidade instalada da unidade produtora.

#### 4.1. Resolução

Para rodar o modelo o Solver do Excel não encontrou uma solução e isso se explica pela sua limitação pelo número de variáveis. Para encontrar a solução os autores tiveram que baixar o Open Solver e aí encontrar a solução. A Figura 4 apresenta os resultados encontrados pelo Open Solver.

Figura 4 - Resolução do modelo

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	F.O.	RS 1.739.806.399,31									
3		Origem	Tipo de Carro	AM	PA	RO	CE	BA	MG	SC	MA
4	Coeficientes da F.O.	Pernambuco	IV/H/T	138,57	357,43	263,63	800,00	154,20	357,43	560,66	951,50
5		Paraná	IV/H/T	717,00	560,66	560,66	638,83	388,70	795,16	60,40	185,47
6		Goias	IV/H/T	560,66	357,43	357,43	419,96	279,27	717,00	248,00	169,83
7		Rio de Janeiro	IV/H/T	717,00	560,66	560,66	482,50	279,27	873,33	201,10	83,85
8		São Paulo	IV/H/T	638,83	482,50	482,50	560,55	326,16	795,16	138,57	107,30
10	Variáveis de Decisão	Pernambuco	Concessionária - SUV	1.316	0	0	0	0	0	0	0
11		Paraná	Concessionária - SUV	0	0	0	0	0	20.477	5.540	0
12		Goias	Concessionária - SUV	0	0	0	0	0	0	0	0
13		Rio de Janeiro	Concessionária - SUV	0	0	0	2.491	3.805	0	0	1.516
14		São Paulo	Concessionária - SUV	0	7.656	810	0	0	3.726	0	0
30		Pernambuco	Lojista - SUV	564	0	0	0	0	0	0	0
31		Paraná	Lojista - SUV	0	0	0	0	0	10.372	2.374	0
32		Goias	Lojista - SUV	0	0	0	0	0	0	0	0
33		Rio de Janeiro	Lojista - SUV	0	0	0	1.067	1.630	0	0	649
34		São Paulo	Lojista - SUV	0	3.281	347	0	0	0	0	0
51	Restrições de Demanda	LE: Envio	Concessionária - SUV	1.316	7.656	810	2.491	3.805	24.203	5.540	1.516
52		LE: Envio	Concessionária - Sedan	2.631	15.312	1.620	4.982	7.611	48.405	11.081	3.033
53		LE: Envio	Concessionária - Hatch	5.262	30.624	3.243	9.965	15.221	96.812	22.163	6.066
54		LE: Envio	Concessionária - Truck	3.946	22.968	2.431	7.473	11.416	72.609	16.622	4.549
59			Sinal	=	=	=	=	=	=	=	=
60		LD: Demanda	Concessionária - SUV	1.316	7.656	810	2.491	3.805	24.203	5.540	1.516
61	LD: Demanda	Concessionária - Sedan	2.631	15.312	1.620	4.982	7.611	48.405	11.081	3.033	
62	LD: Demanda	Concessionária - Hatch	5.262	30.624	3.243	9.965	15.221	96.812	22.163	6.066	
63	LD: Demanda	Concessionária - Truck	3.946	22.968	2.431	7.473	11.416	72.609	16.622	4.549	
69				Planta Ativa	Custo Fixo	Custo Variável	Produção	Sinal	Capacidade	Folga	
70	Custos (R\$) e Montagem das plantas	Pernambuco	IV/H/T	1	R\$ 2.120.000,00	R\$ 1.550,00	51.000	<=	51.000	0	
71		Paraná	IV/H/T	1	R\$ 1.530.000,00	R\$ 2.100,00	110.000	<=	110.000	0	
72		Goias	IV/H/T	1	R\$ 2.330.000,00	R\$ 2.340,00	40.250	<=	55.000	14.750	
73		Rio de Janeiro	IV/H/T	1	R\$ 2.530.000,00	R\$ 1.910,00	115.000	<=	115.000	0	
74		São Paulo	IV/H/T	1	R\$ 2.280.000,00	R\$ 2.081,00	360.000	<=	360.000	0	

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

A princípio a solução indica que o custo total anual é de R\$ 1,7 bilhões, o valor da função objetivo deve assustar, mas estamos falando de um produto de alto valor agregado e que atenderá as regiões selecionadas no modelo. Outra observação importante é existe uma alta demanda pelos veículos da empresa nas regiões que somadas solicitaram 251.344 veículos em 2021 distribuídos por tipo de veículos e entre concessionárias e lojistas. Nenhuma unidade produtiva deverá ser fechada e a unidade de Goiás é a única que deve trabalhar com capacidade parcial. Os envios dos tipos de veículos por clientes podem ser observados diretamente na figura.

## 5. Conclusão

O presente artigo almeja apresentar a aplicação da PO no processo de tomada de decisão para atendimento de demanda e descontinuidade de plantas, a carência de estudos sobre esse assunto despertou nos autores o interesse de demonstrar a aplicação da programação inteira neste contexto.

A análise sobre os custos de transporte, mais os custos fixos e variáveis de produção sobre a F&A, mostra que é possível atender as demandas e constituir uma estratégia de concorrência



nas regiões demandantes. Isso permitiu indagar sobre a carência existente nos mercados Centro-Oeste, Norte e Nordeste e que desejam adquirir os produtos produzidos pela empresa.

As plantas selecionadas conseguem atender toda demanda das regiões destino, porém há uma concentração de plantas nas regiões Sul e Sudeste, que estão próximas a região Centro-Oeste, facilitando o transporte do sul do país tornando o custo de frete mais acessível. As regiões Norte e Nordeste apresentam alta demanda e pouca proximidade com as plantas da região Norte, além de ter apenas uma montadora localizada em Pernambuco. Diante dos fatos seria uma opção viável a expansão da AJ Car S.A. para as regiões Norte e Nordeste, com a finalidade de aumentar o fluxo de mercado nas regiões e diminuir o custo com frete, melhorando o custo final para o cliente.

Destarte, no tocante às limitações para realização deste artigo – cuja fontes de dados foram estimados através de artigos em revistas nacionais -, a falta de dados consistentes não permitiu uma aproximação mais realista dos resultados como também a parte tarifária.

#### REFERÊNCIAS

ALVES, F. I. A. B., GUEDES, Y. R., & SOUZA, J. L. (2018). Política de Dividendos: estudo dos fatores determinantes para as empresas atuantes no setor de utilidade pública. *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, 8(1), 4-23.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/site/>>. Acesso em 27 out. 2022

CALIL, Mariana R. et al. Revisão bibliométrica sobre fusão e aquisição de empresas no Brasil. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, 01 Novembro 2020.

COLIN, Emerson C. Pesquisa operacional: 170 aplicações em estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

DEREEPER, S., & TURKI, A. (2016). Dividend policy following mergers and acquisitions: US evidence. *Managerial Finance*, 42(11), pp. 1073–1090.

Empresa: Carga comum – Lotação. Disponível em: <<https://www.tabelasdefrete.com.br/planalha/carga-comum-lotacao/15>>. Acesso em 27 out. 2022.

HAERUDDIN, M. I. M. (2017). Mergers and Acquisitions: Quo Vadis? *Management*, 7(2), 84-88.

IBRAHIMI, M., & MEGHOUAR, H. (2019). Sources of value creation and destruction in horizontal mergers and acquisitions. *Managerial Finance*, 45(10-11), pp. 1398-1415.

KHAN, Z., SOUNDARARAJAN, V., WOOD, G., & AHAMMAD, M. F. (2020). Employee emotional resilience during post-merger integration across national boundaries: rewards and the mediating role of fairness norms. *Journal of World Business*, 55(2), 1-11.



KIESEL, F., Ries, J. M., & TIELMANN, A. (2017). The impact of mergers and acquisitions on shareholders' wealth in the logistics service industry. *International Journal of Production Economics*, 193(1), pp. 781–797.

KRISHNAN, R. A.; JOSHI, S.; KRISHANAN, H. The influence of mergers on firms' product mix strategies. *Strategic Management Journal*. Vol. 25, n. 6, p. 587-611, 2004.

LEITE, M., BAMBINO, A. C., & HEIN, N. (2017). Relação entre Política de Dividendos e desempenho econômico financeiro em empresas brasileiras e chilenas. *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, 7(1), 205–221.

NEY, Eduardo C. M. SINERGIAS EM PROCESSOS DE FUSÃO E AQUISIÇÃO – análise de ganhos de escala em custos e despesas no setor de alimentos e bebidas nos Estados Unidos. Fundação Getúlio Vargas: Escola de Administração de Empresas. São Paulo, p. 46. 2021.

PASSOS, Eduardo J. P. D. Programação linear como instrumento da pesquisa operacional. São Paulo: Atlas, 2008.

REINA, Caio. CUSTO DE FRETE: PARÂMETROS IMPORTANTES E COMO OTIMIZAR A LOGÍSTICA. **E-commerce Brasil**, 03 ago 2022. Disponível em: <<https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/custo-de-frete-logistica>>. Acesso em 29 nov. 2022



ANEXO

F.O.	R\$ 1.739.806.399,31									
Coeficientes da F.O.	Origem	Tipo de Carro	AM	PA	RO	CE	BA	MG	SC	MA
	Pernambuco	I/V/H/T	138,57	357,43	263,63	800,00	154,20	357,43	560,66	951,50
	Paraná	I/V/H/T	717,00	560,66	560,66	638,83	388,70	795,16	60,40	185,47
	Goias	I/V/H/T	560,66	357,43	357,43	419,96	279,27	717,00	248,00	169,83
	Rio de Janeiro	I/V/H/T	717,00	560,66	560,66	482,50	279,27	873,33	201,10	83,85
São Paulo	I/V/H/T	638,83	482,50	482,50	560,55	326,16	795,16	138,57	107,30	
Variáveis de Decisão	Pernambuco	Concessionária - SUV	1.316	0	0	0	0	0	0	0
	Paraná	Concessionária - SUV	0	0	0	0	0	20.477	5.540	0
	Goias	Concessionária - SUV	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rio de Janeiro	Concessionária - SUV	0	0	0	2.491	3.805	0	0	1.516
	São Paulo	Concessionária - SUV	0	7.656	810	0	0	3.726	0	0
	Pernambuco	Lojista - SUV	564	0	0	0	0	0	0	0
	Paraná	Lojista - SUV	0	0	0	0	0	10.372	2.374	0
	Goias	Lojista - SUV	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rio de Janeiro	Lojista - SUV	0	0	0	1.067	1.630	0	0	649
	São Paulo	Lojista - SUV	0	3.281	347	0	0	0	0	0
	Pernambuco	Lojista - Sedan	1.127	0	0	0	0	1.090	0	0
	Paraná	Lojista - Sedan	0	0	0	0	0	0	4.749	0
	Goias	Lojista - Sedan	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rio de Janeiro	Lojista - Sedan	0	0	694	2.135	3.261	0	0	1.300
	São Paulo	Lojista - Sedan	0	6.562	0	0	0	19.655	0	0
	Pernambuco	Lojista - Hatch	2.255	0	0	0	0	0	0	0
	Paraná	Lojista - Hatch	0	0	0	0	0	0	9.498	0
	Goias	Lojista - Hatch	0	3.952	0	0	0	0	0	0
	Rio de Janeiro	Lojista - Hatch	0	0	0	4.270	6.523	0	0	2.600
	São Paulo	Lojista - Hatch	0	9.172	1.389	0	0	41.491	0	0
	Pernambuco	Lojista - Truck	1.691	0	0	0	0	31.118	0	0
	Paraná	Lojista - Truck	0	0	0	0	0	0	7.124	0
	Goias	Lojista - Truck	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rio de Janeiro	Lojista - Truck	0	0	0	3.203	4.892	0	0	1.949
São Paulo	Lojista - Truck	0	9.843	1.041	0	0	0	0	0	
Restrições de Demanda	LE: Envio	Concessionária - SUV	1.316	7.656	810	2.491	3.805	24.203	5.540	1.516
	LE: Envio	Concessionária - Sedan	2.631	15.312	1.620	4.982	7.611	48.405	11.081	3.033
	LE: Envio	Concessionária - Hatch	5.262	30.624	3.243	9.965	15.221	96.812	22.163	6.066
	LE: Envio	Concessionária - Truck	3.946	22.968	2.431	7.473	11.416	72.609	16.622	4.549
	Sinal		=	=	=	=	=	=	=	=
	LD: Demanda	Concessionária - SUV	1.316	7.656	810	2.491	3.805	24.203	5.540	1.516
	LD: Demanda	Concessionária - Sedan	2.631	15.312	1.620	4.982	7.611	48.405	11.081	3.033
	LD: Demanda	Concessionária - Hatch	5.262	30.624	3.243	9.965	15.221	96.812	22.163	6.066
	LD: Demanda	Concessionária - Truck	3.946	22.968	2.431	7.473	11.416	72.609	16.622	4.549
	LD: Demanda	Lojista - SUV	564	3.281	347	1.067	1.630	10.372	2.374	649
	LD: Demanda	Lojista - Sedan	1.127	6.562	694	2.135	3.261	20.745	4.749	1.300
	LD: Demanda	Lojista - Hatch	2.255	13.124	1.389	4.270	6.523	41.491	9.498	2.600
LD: Demanda	Lojista - Truck	1.691	9.843	1.041	3.203	4.892	31.118	7.124	1.949	
Custos (R\$) e Montagem das plantas	Pernambuco	I/V/H/T	1	R\$ 2.120.000,00	R\$ 1.550,00	51.000	<=	51.000	0	
	Paraná	I/V/H/T	1	R\$ 1.530.000,00	R\$ 2.100,00	110.000	<=	110.000	0	
	Goias	I/V/H/T	1	R\$ 2.330.000,00	R\$ 2.340,00	40.250	<=	55.000	14.750	
	Rio de Janeiro	I/V/H/T	1	R\$ 2.530.000,00	R\$ 1.910,00	115.000	<=	115.000	0	
	São Paulo	I/V/H/T	1	R\$ 2.280.000,00	R\$ 2.081,00	360.000	<=	360.000	0	