

Utilização da ferramenta da Engenharia de Produção na busca pela otimização do cotidiano civil da população: um estudo de caso demonstrando as necessidades nutricionais em grávidas e lactantes

Michelle Maria Perez Lott (Faculdade Boa Viagem) michelleelott@gmail.com
Reginaldo Gomes de Lima Junior (Faculdade Boa Viagem) rjunior9@fbv.edu.br
Iara Margolis Ribeiro (Faculdade Boa Viagem) iribeiro2@fbv.edu.br

Resumo

A área de atuação da Engenharia de Produção (E.P.) é, por muitas vezes, duvidoso aos olhos de leigos e pessoas da área. Neste viés, o objetivo principal do trabalho é demonstrar como ferramentas da área da E.P. vão além do chão de fábrica e podem auxiliar no cotidiano civil da população. A ferramenta programação linear utilizada na Pesquisa Operacional, foi aplicada na minimização de custos de quatro dietas alimentares voltadas às necessidades nutricionais de gestantes e lactantes. Ao término do trabalho foi possível observar que as dietas foram otimizadas e os conceitos da produção confirmaram a aplicabilidade em áreas externas à área fabril.

Palavras chave: engenharia de produção, pesquisa operacional, programação linear, otimização, nutrição.

1. Introdução

A engenharia de produção é uma ciência multidisciplinar que tem como uma de suas principais áreas a pesquisa operacional. Essa área é a responsável pela aplicação de conhecimentos científicos aos problemas de alta complexidade de modo a buscar auxílio na tomada de decisão (ABEPRO, 2007).

A ABEPRO (2008) subdivide a Engenharia de Produção em dez áreas de conhecimento: Engenharia de operações e processos da produção; Logística; Pesquisa Operacional; Engenharia da Qualidade; Engenharia do produto; Engenharia Organizacional; Engenharia Econômica; Engenharia do Trabalho; Engenharia da Sustentabilidade; Educação em Engenharia de produção. O presente artigo focou educação da engenharia de produção tendo a pesquisa operacional como tomada de decisão.

Segundo Batalha et al (2008), o engenheiro de produção pode ser um técnico de futebol ou um empreendedor, por exemplo, e possui uma capacitação distintiva em relação ao desenvolvimento de modelos para tomadas de decisões. Neste sentido, “o primeiro passo para modelar um problema é identificá-lo, definindo, então, o objetivo do seu modelo. Em seguida, é necessário determinar as variáveis e especificar as restrições.” (FEREGUETTI,

2015). Após modelar matematicamente os dados, a resposta encontrada será o ponto ótimo. Caso o modelo seja baseado em dados reais e precisos, a modelagem (teoria) irá funcionar na prática (resolução de problema real).

A modelagem é considerada um dos instrumentos mais importantes da engenharia de produção pelo fato de capturar as dimensões mais relevantes de um problema considerado complexo demais para ser resolvido somente utilizando a experiência e intuição das pessoas (ABEPRO, 2007).

Para este trabalho, o estudo de caso foi voltado para a minimização dos custos de uma dieta considerada ótima diante de algumas restrições nutricionais pré-estabelecidas. Foram analisados dados de dois grupos de mulheres; gestantes e lactantes; ambas entre 31 e 50 anos.

2. A Engenharia de Produção

A engenharia de produção é a atividade de gerenciar recursos destinados à produção e disponibilização de bens e serviços (SLACK et al, 2009). Salienta-se que a produção é vista como os processos que transformam entradas em saídas. Para Batalha et al (2008), a engenharia de produção é a ciência responsável por projetar, aperfeiçoar e implantar sistemas nos quais interagem pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia tendo como objetivo a produção de bens ou serviços de forma econômica.

Diferentemente dessas especializações, o engenheiro de produção tem de entender como estruturar um sistema de produção que utiliza conjuntamente materiais, equipamentos, informações, energia e pessoas. Assim, o engenheiro de produção tem de conhecer o que é essencial em cada uma dessas áreas da Engenharia, mas saber analisar as relações e interdependências entre esses diferentes elementos constituintes (BATALHA et al, 2008, p. 3).

Além da preocupação com a organização e administração do processo produtivo de bens e serviços, pode-se destacar uma missão mais ampla da engenharia de produção, que seria a de estabelecer uma ligação coerente entre os fatores da relação homem-máquina. Não se deve esquecer que o homem é o principal participante do processo de produção devido a sua capacidade de pensar e analisar as situações, sendo assim, deve haver um cuidado especial no tratamento com as pessoas, sejam elas funcionários ou até mesmo clientes (FURLANETTO et al, 2006).

2.1 A Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional (PO) iniciou na Segunda Guerra Mundial com o intuito de resolver problemas operacionais bélicos e complexos para a época. Para Hillier e Liberman (2013), a P.O. surgiu como a metodologia de encontrar o melhor caminho para solucionar problemas de forma eficiente e com condições complexas.

Considerada uma disciplina científica multidisciplinar de características horizontais, a pesquisa operacional, contribui na resolução de problemas das mais diversas atividades humanas, da Engenharia à Medicina, podendo também atuar nos setores da economia e gestão empresarial. Existem vários estudos em diversas áreas que utilizam a P.O., por exemplo, na área da saúde existe a possibilidade de resolver problemas de pessoas utilizando modelos matemáticos (BATALHA et al, 2008). Segundo Belfiore e Fávero (2010), “A programação linear (PL) é uma das principais ferramentas da PO, e sua aplicação está cada vez mais difundida”. Dentro dessa área, será utilizado o método simplex para otimização.

3. A importância da nutrição correta para gestantes e lactantes

Pessoas que possuem uma dieta correta quanto à ingestão de nutrientes tendem a ter um nível ótimo de saúde, uma vez que esse depende e muito da nutrição, mas depende também da prática de atividades físicas e do dia a dia de cada pessoa. Estudos acerca das necessidades nutricionais vêm crescendo no Brasil devido ao aumento da obesidade na população, além de prevenir a obesidade, estudos visam a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (SICHIERI et al., 2000).

A demanda por atendimento nutricional, tanto na rede básica de Saúde quanto em clínicas e consultórios, tem crescido significativamente, em decorrência do aumento da prevalência de doenças crônicas e do reconhecimento de que a adoção de uma dieta saudável representa um dos principais determinantes dessas doenças (FISBERG; MARCHIONI, COLUCCI, 2009, p. 1).

Segundo Lopes et al. (2005), estudos epidemiológicos forneceram dados que evidenciam a importância da dieta como fator de risco para algumas doenças como as cardiovasculares, cerebrovasculares, diabetes mellitus e neoplasias. Alimentos e nutrientes estão diretamente relacionados à prevenção e ocorrência de algumas doenças crônicas em diferentes populações do mundo. Um destaque importante é a investigação do poder antioxidante das vitaminas A, E e C na prevenção de doenças cancerígenas e também de doenças cardiovasculares.

3.1. Gestantes

No período gestacional a mulher deve ter um maior cuidado com a sua saúde, pois algumas condições podem interferir no processo normal da gestação, são elas: idade elevada, peso, altura, tabagismo, álcool, algumas complicações podem surgir nesse período como, por exemplo; a anemia, desnutrição, obesidade, hipertensão arterial sistêmica (HAS) e o que ela pode ocasionar como diabetes melito (DM), cardiopatias entre outras (VITOLLO, 2015).

O estado nutricional no período pré-concepcional é um factor determinante no crescimento e desenvolvimento fetal, portanto, uma alimentação saudável e equilibrada neste período é fundamental para otimizar não só a saúde materna mas também assegurar as reservas necessárias ao desenvolvimento do feto, reduzir o risco de complicações neonatais e para o período da amamentação(...). Deste modo, todas as mulheres em idade fértil que planeiam engravidar devem procurar ter um bom estado nutricional e um peso saudável, uma vez que quer o baixo peso quer o peso excessivo podem prejudicar a fertilidade e o sucesso da gravidez (...) (CANIÇO, 2008, p. 1).

Gestantes podem apresentar diversas doenças devido ao excesso ou falta de algum nutriente, os bebês podem apresentar alguma má formação devido ao fato de que a mãe pode negligenciar a ingestão de nutrientes essenciais ao feto.

3.2. Lactantes

As necessidades nutricionais são aumentadas no período chamado de lactação, tanto no que diz respeito às necessidades energéticas, quanto às necessidades por macro e micro nutrientes. O aumento pode ser diretamente relacionado à produção de leite materno. As necessidades nutricionais variam de acordo com o tempo de aleitamento, o volume da produção de leite por dia e a densidade calórica dessa importante fonte de alimentação para o bebê nos seus primeiros 6 meses pelo menos (DEWEY, 1997 apud CHERUBINI, 2011).

O aleitamento materno exclusivo é considerado indispensável nos seis primeiros meses de vida da criança, tanto para seu desenvolvimento físico como emocional (WALTER et al., 1996), previne a instalação de hábitos viciosos (RAMOS-JORGE et al., 2001; FERREIRA et al., 1997; ROBLES et al., 1999) e promove o crescimento e desenvolvimento normal das estruturas da face (PALUMBO, 1999; FORTE, 2000). São muitas as vantagens da amamentação: nutrição, carinho, aconchego, afeto, relação mãe/filho, proteção imunológica, respiração, sendo muito importantes também os exercícios funcionais, realizados pela língua, lábios e bochechas. O processo de amamentação natural desencadeia o trabalho de um conjunto de músculos, de modo a estimular o crescimento e o

desenvolvimento ósseos que influenciam a forma da face e a harmonia dos dentes (CAMARGO, 1988). (SOUZA et al., 2004).

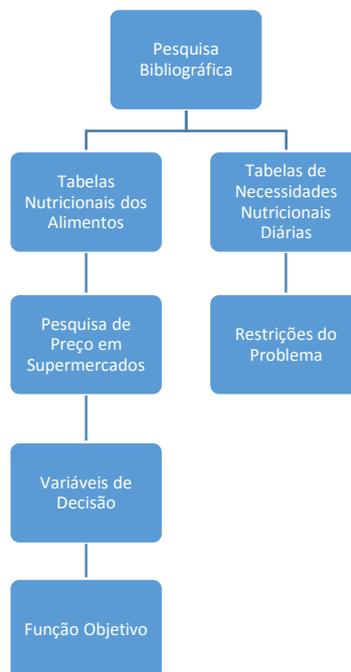
Segundo Vitolo (2015), a orientação dietética deve respeitar os hábitos de alimentação da nutriz, mas não se podem negligenciar as quantidades necessárias de nutrientes essenciais para a saúde.

Conhecendo as informações de cada grupo de mulheres estudado nesse trabalho foi possível realizar a modelagem do problema. No próximo capítulo serão explicados os métodos para chegar à resposta ótima.

4. Metodologia

A Pesquisa Operacional está relacionada a engenharia de produção e se baseia, segundo Belfiore e Fávero (2010), em um método científico para auxiliar na tomada de decisão. Método esse que utiliza algoritmos computacionais para auxiliar na tomada de decisão ótima. Para problemas que utilizam conhecimentos de PO utiliza-se a modelagem quantitativa, com a ferramenta simplex, como metodologia de trabalho. A Figura 1 demonstra o fluxograma do processo metodológico que foi desenvolvido para o presente artigo.

Figura 1. Fluxograma do Processo Metodológico



Fonte: dos autores, 2016

O problema escolhido tem como função objetivo a função custo, sendo as variáveis porções de 100g de alimento e as restrições são as necessidades tabeladas de cada nutriente por dia. Foram utilizados dois grupos com alimentos diferentes e restrições diferentes para mulheres gestantes e lactantes – 31 até 50 anos e mulheres. Após a definição das variáveis de decisão, foi realizada uma pesquisa em dois supermercados no Bairro de Piedade, em Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. Os dois supermercados são concorrentes diretos e estão localizados um ao lado do outro, o público desses supermercados é do mais variado possível, desde crianças até pessoas com mais de 65 anos.

5.1 Modelagem

Para demonstrar a aplicabilidade da engenharia de produção em outras áreas, através da pesquisa operacional, o trabalho foi dividido em dois subgrupos de modelagem. No primeiro grupo foram utilizados 31 alimentos como variáveis de decisão do problema e 10 restrições que são as quantidades de cada nutriente em cada variável selecionada. Para o segundo grupo foram utilizados 36 alimentos como variáveis de decisão e 8 restrições. O objetivo é minimizar o custo das 2 dietas para atender as necessidades individuais de cada grupo pesquisado.

As variáveis de restrição para o grupo foram representadas na Figura 2.

Figura 2. Alimentos Grupo 1.

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
Arroz integral,	Macarrão instantâneo	Mingau tradicional, pó	Pão trigo, forma, integral	Batata, doce,	Batata, inglesa,	Cenoura,	Chuchu,
x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16
Açaí, polpa, com xarope de guaraná e glucose	Goiaba, vermelha, com casca,	Laranja, pêra,	Laranja, pêra, suco	Maçã, Fuji, com casca,	Maracujá,	Pêra, Park,	Camarão, Rio Grande, grande,
x17	x18	x19	x20	x21	x22	x23	x24
Carne, bovina, fraldinha, com gordura,	Carne, bovina, picanha, com gordura, grelhada	Frango, coxa, sem pele, cozida	Frango, peito, sem pele, cozido	Frango, peito, sem pele,	Lingüiça, frango,	Bebida láctea, pêssego	Iogurte, natural, desnatado
x25	x26	x27	x28	x29	x30	x31	
Iogurte, sabor morango	Achocolatado, pó	Açúcar, cristal	Doce, de leite, cremoso	Amendoim, torrado, salgado	Feijão, carioca,	Castanha-de-caju, torrada, salgada	

Fonte: dos autores, 2016.

Os alimentos selecionados para a segunda modelagem foram discriminados na figura 3.

Figura 3. Alimentos Grupo 1.

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
Arroz integral,	Macarrão instantâneo	Mingau tradicional, pó	Pão trigo, forma, integral	Batata, doce,	Batata, inglesa,	Cenoura,	Chuchu,	Açaí, polpa, com xarope de guaraná e glucose
x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18
Goiaba, vermelha, com casca,	Laranja, pêra,	Laranja, pêra, suco	Maçã, Fuji, com casca,	Maracujá,	Pêra, Park,	Camarão, Rio Grande, grande,	Carne, bovina, fraldinha, com gordura,	Carne, bovina, picanha, com gordura, grelhada
x19	x20	x21	x22	x23	x24	x25	x26	x27
Frango, coxa, sem pele, cozida	Frango, peito, sem pele, cozido	Frango, peito, sem pele,	Lingüiça, frango,	Bebida láctea, pêssego	Iogurte, natural, desnatado	Iogurte, sabor morango	Queijo, parmesão	Achocolatado, pó
x28	x29	x30	x31	x32	x33	x34	x35	x36
Açúcar, cristal	Doce, de leite, cremoso	Amendoim, torrado, salgado	Feijão, carioca,	Castanha-de-caju, torrada, salgada	Tangerina	Limão	Ovo, Clara	Queijo Minas Frescal

Fonte: dos autores, 2016.

Uma dieta deve apresentar vários alimentos diferentes e de boas propriedades nutricionais, por isso foram escolhidos alimentos dos mais diversos para comporem as variáveis de decisão. Os preços foram pesquisados no início do mês de novembro do ano de 2015, e estão em função da porção de 100 gramas. Através desses preços foi modelado as funções objetivos (F.O.), como pode ser vista a F.O. do grupo 1:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 0,51.x_1 + 1.x_2 + 2,38.x_3 + 0,85.x_4 + 0,40.x_5 + 1,26.x_6 + 0,25.x_7 + 0,13.x_8 + 4,25.x_9 \\ & + 0,72.x_{10} + 0,24.x_{11} + 0,24.x_{12} + 0,52.x_{13} + 0,67.x_{14} + 0,89.x_{15} + 16,93.x_{16} \\ & + 3,71.x_{17} + 6,00.x_{18} + 2,80.x_{19} + 0,97.x_{20} + 0,97.x_{21} + 1,57.x_{22} + 1,05.x_{23} \\ & + 1,24.x_{24} + 0,87.x_{25} + 2,75.x_{26} + 0,18.x_{27} + 3,45.x_{28} + 3,22.x_{29} + 0,46.x_{30} \\ & + 14,49.x_{31} \end{aligned}$$

A F.O. do grupo 2:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & 0,51.x_1 + 1.x_2 + 2,38.x_3 + 0,85.x_4 + 0,40.x_5 + 1,26.x_6 + 0,25.x_7 + 0,13.x_8 + 4,25.x_9 \\ & + 0,72.x_{10} + 0,24.x_{11} + 0,24.x_{12} + 0,52.x_{13} + 0,67.x_{14} + 0,89.x_{15} + 16,93.x_{16} \\ & + 3,71.x_{17} + 6,00.x_{18} + 2,80.x_{19} + 0,97.x_{20} + 0,97.x_{21} + 1,57.x_{22} + 1,05.x_{23} \\ & + 1,24.x_{24} + 0,87.x_{25} + 5,49.x_{26} + 2,75.x_{27} + 0,18.x_{28} + 3,45.x_{29} + 3,22.x_{30} \\ & + 0,46.x_{31} + 14,49.x_{32} + 0,64.x_{33} + 0,85.x_{34} + 0,60.x_{35} + 2,41.x_{36} \end{aligned}$$

Para definição das restrições, foi levado em consideração as necessidades específicas relativas aos nutrientes de cada grupo de mulheres – gestantes e lactantes – para poder utilizar o método simplex na modelagem do problema em questão. Os dados de ingestão diária de nutrientes e o conteúdo nutricional de cada alimento foram baseados em pesquisas da Anvisa (2004), do IBGE (2009) e tabelas do livro Nutrição da Gestação ao Envelhecimento de Vitolo (2015). Apenas os nutrientes existentes nas duas tabelas foram utilizados para comporem as restrições do problema em questão. Ainda assim existiam muitos nutrientes em comum entre essas duas tabelas, então foi feita uma seleção entre eles e levado em consideração o IDR (Ingestão Diária Recomendada), EAR (Estimativa do Requerimento Médio), AI (Ingestão Adequada) e UL (Ingestão Máxima Tolerada) (VITOLLO, 2015). Também foi levado em consideração as necessidades nutricionais das gestantes e lactantes entre 31 e 50 anos, baseado na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, Unicamp (2011).

Foi utilizada a margem de erro para uma tabela de necessidades nutricionais de 5% para mais ou para menos sabendo disso foram montados os limites nutricionais. As Tabelas 4 e 5 apresentam os limites das restrições nutricionais utilizados no problema desse trabalho.

Tabela 1. Limites de Restrições para Gestantes e Lactantes Utilizados na Modelagem 1

Coeficientes		0,95	1,05	Coeficientes		0,95	1,05		
Necessidades Tabeladas para Gestantes		Limite Inferior	Limite Superior	Necessidades Tabeladas para Lactantes		Limite Inferior	Limite Superior		
Restrição 1	Proteína (g)	71	67,45	74,55	Restrição 1	Proteína (g)	67,45	64,0775	70,8225
Restrição 2	Cálcio (mg)	1200	1140	1260	Restrição 2	Cálcio (mg)	950	902,5	997,5
Restrição 3	Magnésio (mg)	220	209	231	Restrição 3	Magnésio (mg)	256,5	243,675	269,325
Restrição 4	Manganês (mg)	2	1,9	2,1	Restrição 4	Manganês (mg)	2,73	2,5935	2,8665
Restrição 5	Fósforo (mg)	1250	1187,5	1312,5	Restrição 5	Fósforo (mg)	1211,558565	1150,980637	1272,136494
Restrição 6	Zinco (mg)	9	8,55	9,45	Restrição 6	Zinco (mg)	9,025	8,57375	9,47625
Restrição 7	Tiamina (mg)	1	0,95	1,05	Restrição 7	Tiamina (mg)	1,575	1,49625	1,65375
Restrição 8	Riboflavina (mg)	1	0,95	1,05	Restrição 8	Riboflavina (mg)	1,52	1,444	1,596
Restrição 9	Niacina (mg)	18	17,1	18,9	Restrição 9	Niacina (mg)	16,15	15,3425	16,9575
Restrição 10	Vitamina C (mg)	55	52,25	57,75	Restrição 10	Vitamina C (mg)	66,5	63,175	69,825

Fonte: dos autores, 2016

Na Tabela 2, estão montadas as restrições nutricionais relativo à segunda modelagem.

Tabela 2. Limites de Restrições para Gestantes e Lactantes Utilizados na Modelagem 2

Necessidades Tabeladas para Gestantes				
Parâmetros Utilizados		EAR	AI	UL
Restrição 1	Carboidratos (g)	135	175	ND
Restrição 2	Proteína (g)	52,8	66	ND
Restrição 3	Cálcio (mg)	800	1000	2500
Restrição 4	Magnésio (mg)	300	360	350
Restrição 5	Manganês (mg)		2	11
Restrição 6	Ferro (mg)	22	27	45
Restrição 7	Riboflavina (mg)	1,2	1,4	
Restrição 8	Vitamina C (mg)	70	85	2000

Legenda: Azul claro - Limite mínimo
Azul escuro - Limite máximo

Necessidades Tabeladas para Lactantes				
Parâmetros Utilizados		EAR	AI	UL
Restrição 1	Carboidratos (g)	160	210	ND
Restrição 2	Proteína (g)	63	78	ND
Restrição 3	Cálcio (mg)	800	1000	2500
Restrição 4	Magnésio (mg)	265	320	350
Restrição 5	Manganês (mg)		2,6	11
Restrição 6	Ferro (mg)	6,5	9	45
Restrição 7	Riboflavina (mg)	1,3	1,6	
Restrição 8	Vitamina C (mg)	100	120	2000
Legenda:		Azul claro - Limite mínimo		
		Azul escuro - Limite máximo		

Fonte: PADOVANI, 2006. Adaptada pelos autores, 2016.

Com estes dados foi possível criar as variáveis de restrição. A Figura 4 demonstra as restrições finais da primeira modelagem.

Figura 4. Alimentos Grupo 1

Ref	Alimentos (variáveis)	Restrição 1	Restrição 2	Restrição 3	Restrição 4	Restrição 5	Restrição 6	Restrição 7	Restrição 8	Restrição 9	Restrição 10
		Proteína	Cálcio	Magnésio	Manganês	Fósforo	Zinco	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vitamina C
x1	Arroz integral,	2,6	5	59	0,63	106	0,7	0,08	0	0	0
x2	Macarrão instantâneo	8,8	18	19	0,25	112	0,5	1,18	0,04	9,37	0
x3	Mingau tradicional, pó	0,6	522	4	0	273	15,2	3,41	0	19,39	0
x4	Pão trigo, forma, integral	9,4	132	60	1,62	193	1,6	0,08	0,04	0	0
x5	Batata, doce,	0,6	17	11	0,14	15	0,1	0,08	0	2,57	23,8
x6	Batata, inglesa,	5	6	14	0,15	70	0,4	0,17	0	2,51	16,3
x7	Cenoura,	0,8	26	14	0,05	27	0,2	0,07	0	2,68	0
x8	Chuchu,	0,4	8	7	0,07	13	0,1	0,03	0	0	5,6
x9	Açaí, polpa, com xarope de guaraná e glucose	0,7	22	13	3,29	11	0,2	0	0	0	10,3
x10	Goiaba, vermelha, com casca,	1,1	4	7	0,09	15	0,1	0	0	0	80,6
x11	Laranja, pêra,	1	22	9	0,05	23	0,1	0,07	0,02	0	53,7
x12	Laranja, pêra, suco	0,7	7	8	0,03	14	0	0	0	0	73,3
x13	Maçã, Fuji, com casca,	0,3	2	2	0,03	9	0	0	0	0	2,4
x14	Maracujá,	2	5	28	0,12	51	0,4	0	0,05	0	19,8
x15	Pêra, Park,	0,2	9	6	0,04	12	0,1	0,06	0	0	2,4
x16	Camarão, Rio Grande, grande,	19	90	19	0,06	266	1,2	0	0	1,07	0
x17	Carne, bovina, fraldinha, com gordura,	24,2	3	14	0	161	6,5	0	0,05	1,61	0
x18	Carne, bovina, picanha, com gordura, grelhada	26,4	4	24	0	246	5,5	0,03	0,06	1,6	0
x19	Frango, coxa, sem pele, cozida	26,9	12	11	0	187	2,8	0,07	0	8,2	0
x20	Frango, peito, sem pele, cozido	31,5	6	14	0	224	0,9	0,1	0	7,6	0
x21	Frango, peito, sem pele,	32	5	18	0	295	0,8	0,11	0	24,83	0
x22	Lingüiça, frango,	18,3	15	29	0,1	262	1,2	0,11	0,05	5,67	0
x23	Bebida láctea, pêssego	2,1	89	9	0	63	0,2	0,03	0,14	0,33	2,1
x24	Iogurte, natural, desnatado	3,8	157	12	0	110	0,5	0	0,22	0	0,3
x25	Iogurte, sabor morango	2,7	101	8	0	73	0,3	0,03	0,12	0	0
x26	Achocolatado, pó	4,2	44	77	0,55	200	1	1,38	1,02	4,99	0
x27	Açúcar, cristal	0,3	8	1	0	0,2	0	0	0	0	0
x28	Doce, de leite, cremoso	5,5	195	16	0,01	141	0,5	0,05	0,26	0	0
x29	Amendoim, torrado, salgado	22,5	39	159	1,7	261	2,1	0,08	0	7,47	0
x30	Feijão, carioca,	4,8	27	42	0,28	87	0,7	0,04	0	0	0
x31	Castanha-de-caju, torrada, salgada	18,5	33	237	1,59	594	4,7	0,29	0,05	0	0
Resultado das Restrições Gestantes											
	Consumo Diário Recomendado Gestante	71	1200	220	2	1250	9	1	1	18	55
0,95	Limite Inferior Gestante	67,45	1140	209	1,9	1187,5	8,55	0,95	0,95	17,1	52,25
1,05	Limite Superior Gestante	74,55	1260	231	2,1	1312,5	9,45	1,05	1,05	18,9	57,75
Resultado das Restrições Lactantes											
	Consumo Diário Recomendado Lactantes	71	1000	270	2,6	1250	9,5	1,5	1,6	17	70
0,95	Limite Inferior Lactantes	67,45	950	256,5	2,47	1187,5	9,025	1,425	1,52	16,15	66,5
1,05	Limite Superior Lactantes	74,55	1050	283,5	2,73	1312,5	9,975	1,575	1,68	17,85	73,5

Fonte: dos autores, 2016.

E na figura 5 as restrições finais do segundo grupo, os resultados das restrições em azul claro são os limites inferiores e aqueles em azul escuro são os limites superiores.

Figura 5. Alimentos Grupo 2.

REF	Alimento (variáveis)	Restrição 1	Restrição 2	Restrição 3	Restrição 4	Restrição 5	Restrição 6	Restrição 7	Restrição 8
		Carboidratos (g)	Proteína (g)	Cálcio (mg)	Magnésio (mg)	Manganês (mg)	Ferro (mg)	Riboflavina (mg)	Vitamina C (mg)
x1	Arroz integral,	25,8	2,6	5	59	0,63	0,3	0	0
x2	Macarrão instantâneo	62,4	8,8	18	19	0,25	0,8	0,04	0
x3	Mingau tradicional, pó	89,3	0,6	522	4	0	42	0	0
x4	Pão trigo, forma, integral	49,9	9,4	132	60	1,62	3	0,04	0
x5	Batata, doce,	18,4	0,6	17	11	0,14	0,2	0	23,8
x6	Batata, inglesa,	35,6	5	6	14	0,15	0,4	0	16,3
x7	Cenoura,	6,7	0,8	26	14	0,05	0,1	0	0
x8	Chuchu,	4,8	0,4	8	7	0,07	0,1	0	5,6
x9	Açaí, polpa, com xarope de guaraná e glucose	21,5	0,7	22	13	3,29	0,3	0	10,3
x10	Goiaba, vermelha, com casca,	13	1,1	4	7	0,09	0,2	0	80,6
x11	Laranja, pêra,	8,9	1	22	9	0,05	0,1	0,02	53,7
x12	Laranja, pêra, suco	7,6	0,7	7	8	0,03	0	0	73,3
x13	Maçã, Fuji, com casca,	15,2	0,3	2	2	0,03	0,1	0	2,4
x14	Maracujá,	12,3	2	5	28	0,12	0,6	0,05	19,8
x15	Pêra, Park,	16,1	0,2	9	6	0,04	0,3	0	2,4
x16	Camarão, Rio Grande, grande,	0	19	90	19	0,06	1,3	0	0
x17	Carne, bovina, fraldinha, com gordura,	0	24,2	3	14	0	2	0,05	0
x18	Carne, bovina, picanha, com gordura, grelhada	0	26,4	4	24	0	3,2	0,06	0
x19	Frango, coxa, sem pele, cozida	0	26,9	12	11	0	0,8	0	0
x20	Frango, peito, sem pele, cozido	0	31,5	6	14	0	0,3	0	0
x21	Frango, peito, sem pele,	0	32	5	18	0	0,3	0	0
x22	Lingüiça, frango,	0	18,3	15	29	0,1	0,8	0,05	0
x23	Bebida láctea, pêssego	7,6	2,1	89	9	0	0	0,14	2,1
x24	Iogurte, natural, desnatado	5,8	3,8	157	12	0	0	0,22	0,3
x25	Iogurte, sabor morango	9,7	2,7	101	8	0	0	0,12	0
x26	Queijo, parmesão	1,7	35,6	992	33	0,05	0,5	0,44	0
x27	Achocolatado, pó	91,2	4,2	44	77	0,55	5,4	1,02	0
x28	Açúcar, cristal	99,6	0,3	8	1	0	0	0	0
x29	Doce, de leite, cremoso	59,5	5,5	195	16	0,01	0,1	0,26	0
x30	Amendoim, torrado, salgado	18,7	22,5	39	159	1,7	1,3	0	0
x31	Feijão, carioca,	13,6	4,8	27	42	0,28	1,3	0	0
x32	Castanha-de-caju, torrada, salgada	29,1	18,5	33	237	1,59	5,2	0,05	0
x33	Tangerina	8,8	0,5	4	6	0,02	0	0	41,8
x34	Limão	11,1	0,9	51	10	0,07	0,2	0,04	38,2
x35	Ovo, Clara	0	13,4	6	11	0	0,1	0,08	0
X36	Queijo Minas Frescal	3,2	17,4	579	7	0,02	0,9	0,25	0
Resultado das Restrições Gestantes									
	EAR	135	52,8	800	300		22	1,2	70
	AI	175	66	1000	360	2	27	1,4	85
	UL	ND	ND	2500	350	11	45		2000
Resultado das Restrições Lactantes									
	EAR	160	63	800	265		6,5	1,3	100
	AI	210	78	1000	320	2,6	9	1,6	120
	UL	ND	ND	2500	350	11	45		2000

Fonte: dos autores, 2016.

Sabendo todos os dados o próximo passo foi a aplicação do método simplex, pela ferramenta Solver, do Microsoft Office Excel.

6. Análise dos Resultados obtidos através do Simplex

Utilizando o solver foi possível encontrar o resultado ótimo que minimiza o custo das dietas. O primeiro Cenário se refere as necessidades nutricionais diárias das mulheres gestantes da primeira modelagem. Na Tabela 3 há uma exemplificação do que foi feito no solver, nela observam-se 7 variáveis do problema. Dessas 7 variáveis apenas 3 entraram na dieta ótima, são elas; x3 (mingau, tradicional, pó), x4 (pão, trigo, forma, integral) e x7 (cenoura) nas quantidades especificadas na tabela que são aproximadamente 0,12; 1,01 e 3,06 respectivamente.

Tabela 3. Resultado Ótimo para o problema, valores de variáveis e restrições para Gestantes

Tabela de Resultados							
Função Objetivo	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
Preço	0,51	1	2,38	0,85	0,4	1,26	0,25
Variável Ideal	0	0	0,123572563	1,008919671	0	0	3,063303772
Resultado Ótimo	Min Z=	10,66978918					

Tabela de Alimentos Escolhidos e Restrições								
Ref		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
	Alimentos (variáveis)	Arroz integral,	Macarrão instantâneo	Mingau tradicional, pó	Pão trigo, forma, integral	Batata, doce,	Batata, inglesa,	Cenoura,
Restrição 1	Proteína	2,6	8,8	0,6	9,4	0,6	5	0,8
Restrição 2	Cálcio	5	18	522	132	17	6	26
Restrição 3	Magnésio	59	19	4	60	11	14	14
Restrição 4	Manganês	0,63	0,25	0	1,62	0,14	0,15	0,05
Restrição 5	Fósforo	106	112	273	193	15	70	27
Restrição 6	Zinco	0,7	0,5	15,2	1,6	0,1	0,4	0,2
Restrição 7	Tiamina	0,08	1,18	3,41	0,08	0,08	0,17	0,07
Restrição 8	Riboflavina	0	0,04	0	0,04	0	0	0
Restrição 9	Niacina	0	9,37	19,39	0	2,57	2,51	2,68
Restrição 10	Vitamina C	0	0	0	0	23,8	16,3	0

Fonte: dos autores, 2016

As variáveis que não foram zeradas são aquelas que foram utilizadas para fazer a dieta ótima, quando considerados os parâmetros modelados.

Os alimentos tabelados estão em porções de 100g, na Tabela 4 encontra-se a quantidade de cada variável ideal em gramas.

Tabela 4. Quantidades das Variáveis Ótimas em Gramas

Variáveis	x3	x4	x7	x12	x17	x20	x24	x25	x30
Variável Ideal	0,123573	1,00892	3,063304	0,709591	0,074924	0,838638	0,790011	6,934121	1,039633
Quantidade em Gramas	12,35726	100,892	306,3304	70,95907	7,492398	83,86377	79,00112	693,4121	103,9633

Fonte: dos autores, 2016

Com os valores obtidos e demonstrados na Tabela 4, fica evidente que a variável 25 – iogurte sabor morango – está com uma quantidade maior que as demais. Esse fato é devido ao seu baixo custo e às suas quantidades nutricionais favoráveis à obtenção da dieta ótima para gestantes. Esse resultado elevado quando levado em consideração os gostos pessoais de cada um pode não fazer muito sentido, mas a modelagem só utiliza números para atingir o objetivo, ou seja, para saber quais substituições podem ser feitas de acordo com cada caso é preciso consultar um profissional da área de nutrição.

A dieta ótima obtida através da modelagem está demonstrada na Tabela 5. É possível entender a relação entre as variáveis, o preço por porção de 100 gramas de cada alimento, o preço ótimo total de cada alimento, a quantidade por porção e a quantidade em gramas de cada alimento para obter o menor custo. Dos 31 alimentos escolhidos, apenas 9 entraram na dieta de menor custo, os alimentos restantes não fizeram parte dessa dieta, pois o programa não conseguiu combiná-los de forma a chegar na resposta ótima do problema e minimizar os custos dentro das restrições nutricionais existentes.

Tabela 5. Quantidades e Preços das Variáveis Ótimas

Variáveis	Mingau tradicional, pó	Pão trigo, forma, integral	Cenoura,	Laranja, pêra, suco	Carne, bovina, fraldinha, com gordura,	Frango, peito, sem pele, cozido	Iogurte, natural, desnatado	Iogurte, sabor morango	Feijão, carioca,
Preço	R\$ 2,38	R\$ 0,85	R\$ 0,25	R\$ 0,24	R\$ 3,71	R\$ 0,97	R\$ 1,24	R\$ 0,87	R\$ 0,46
Variável Ideal	0,123572563	1,008919671	3,063303772	0,709590677	0,074923982	0,83863767	0,790011172	6,934121301	1,039632945
Quantidade em Gramas	12,35725626	100,8919671	306,3303772	70,95906773	7,492398151	83,86376701	79,00111724	693,4121301	103,9632945
Preço Total de Cada Variável Ótima	R\$ 0,29	R\$ 0,86	R\$ 0,77	R\$ 0,17	R\$ 0,28	R\$ 0,81	R\$ 0,98	R\$ 6,03	R\$ 0,48

Fonte: dos autores, 2016

A soma dos preços de cada alimento fornece o custo mínimo para a dieta ótima de gestantes.

No caso do segundo cenário, da primeira modelagem, voltado para as mulheres lactantes. Na Tabela 6, há uma exemplificação da tela gerada após a utilização do solver, nela observam-se 7 variáveis do problema. Dessas sete variáveis apenas entraram na dieta ótima as variáveis x3 (mingau, tradicional, pó) e x4 (pão, trigo, forma, integral) nas quantidades especificadas na tabela que são aproximadamente 0,15 e 1,18 respectivamente.

Tabela 6. Resultado Ótimo para o problema, valores de variáveis e restrições para Lactantes

Tabela de Resultados							
Função Objetivo	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
Preço	0,51	1	2,38	0,85	0,4	1,26	0,25
Variável Ideal	0	0	0,153968093	1,179624107	0	0	0
Resultado Ótimo	Min Z=	9,941319623					

Tabela de Alimentos Escolhidos e Restrições								
Ref		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
	Alimentos (variáveis)	Arroz integral,	Macarrão instantâneo	Mingau tradicional, pó	Pão trigo, forma, integral	Batata, doce,	Batata, inglesa,	Cenoura,
Restrição 1	Proteína	2,6	8,8	0,6	9,4	0,6	5	0,8
Restrição 2	Cálcio	5	18	522	132	17	6	26
Restrição 3	Magnésio	59	19	4	60	11	14	14
Restrição 4	Manganês	0,63	0,25	0	1,62	0,14	0,15	0,05
Restrição 5	Fósforo	106	112	273	193	15	70	27
Restrição 6	Zinco	0,7	0,5	15,2	1,6	0,1	0,4	0,2
Restrição 7	Tiamina	0,08	1,18	3,41	0,08	0,08	0,17	0,07
Restrição 8	Riboflavina	0	0,04	0	0,04	0	0	0
Restrição 9	Niacina	0	9,37	19,39	0	2,57	2,51	2,68
Restrição 10	Vitamina C	0	0	0	0	23,8	16,3	0

Fonte: dos autores, 2016

As variáveis que não foram zeradas, também foram utilizadas para fazer a dieta ótima. Na Tabela 7 é possível conhecer a quantidade de cada alimento escolhido em gramas.

Tabela 7. Variáveis Ótimas em Gramas

Variáveis	x3	x4	x12	x17	x20	x21	x24	x26	x30
Variável Ideal	0,153968	1,179624	0,89078	0,033205	0,727788	0,189646	4,019541	0,575349	1,699442
Quantidade em Gramas	15,39681	117,9624	89,07795	3,320483	72,77881	18,96464	401,9541	57,53488	169,9442

Fonte: dos autores, 2016

Os alimentos da tabela 8 compõem a dieta de custo mínimo segundo os parâmetros estabelecidos previamente.

Tabela 8. Alimentos e Preços

Variáveis	Mingau tradicional, pó	Pão trigo, forma, integral	Laranja, pêra, suco	Carne, bovina, fraldinha, com gordura,	Frango, peito, sem pele, cozido	Frango, peito, sem pele,	logurte, natural, desnatado	Achocolatado, pó	Feijão, carioca,
Preço	R\$ 2,38	R\$ 0,85	R\$ 0,24	R\$ 3,71	R\$ 0,97	R\$ 0,97	R\$ 1,24	R\$ 2,75	R\$ 0,46
Variável Ideal	0,153968093	1,179624107	0,890779504	0,033204825	0,727788054	0,189646371	4,019541174	0,575348761	1,699441941
Quantidade em Gramas	15,39680931	117,9624107	89,07795041	3,320482507	72,77880536	18,96463706	401,9541174	57,53487611	169,9441941
Preço Total de Cada Variável Ótima	R\$ 0,37	R\$ 1,00	R\$ 0,21	R\$ 0,12	R\$ 0,71	R\$ 0,18	R\$ 4,98	R\$ 1,58	R\$ 0,78

Fonte: dos autores, 2016

A tabela 8 mostra também o valor total que deve ser investido em cada alimento para a dieta ótima formulada.

Para a segunda modelagem, também foi obtido dois cenários. Necessidades Nutricionais Diárias de Mulheres Gestantes Na Tabela 9 observam-se 8 variáveis do problema. Dessas

variáveis apenas foi atribuído valor à variável x3 (mingau, tradicional, pó); esse alimento faz parte da dieta ótima na quantidade especificada na tabela que é de aproximadamente 0,26 por porção de 100 gramas.

Tabela 9. Resultado Ótimo para o problema

Tabela de Resultados								
Variáveis	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
Preço	0,51	1	2,38	0,85	0,4	1,26	0,25	0,13
Variável Ideal	0	0	0,256152745	0	0	0	0	0
Resultado Ótimo	Min Z=	8,394441231						

Tabela Alimentos Escolhidos e Restrições									
REF		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
Alimento (variáveis)		Arroz integral,	Macarrão instantâneo	Mingau tradicional, pó	Pão trigo, forma, integral	Batata, doce,	Batata, inglesa,	Cenoura,	Chuchu,
Restrição 1	Carboidratos (g)	25,8	62,4	89,3	49,9	18,4	35,6	6,7	4,8
Restrição 2	Proteína (g)	2,6	8,8	0,6	9,4	0,6	5	0,8	0,4
Restrição 3	Cálcio (mg)	5	18	522	132	17	6	26	8
Restrição 4	Magnésio (mg)	59	19	4	60	11	14	14	7
Restrição 5	Manganês (mg)	0,63	0,25	0	1,62	0,14	0,15	0,05	0,07
Restrição 6	Ferro (mg)	0,3	0,8	42	3	0,2	0,4	0,1	0,1
Restrição 7	Riboflavina (mg)	0	0,04	0	0,04	0	0	0	0
Restrição 8	Vitamina C (mg)	0	0	0	0	23,8	16,3	0	5,6

Fonte: dos autores, 2016

As variáveis que não foram zeradas, também foram utilizadas para fazer a dieta ótima. Na Tabela 10 é possível conhecer a quantidade de cada alimento escolhido em gramas.

Tabela 10. Quantidades das Variáveis Ótimas em Gramas

Variáveis	x3	x12	x24	x27	x30	x31	x35	x36
Variável Ideal	0,256153	0,953443	0,37548	0,856046	0,155449	4,361727	0,705385	0,751185
Quantidade em Gramas	25,61527	95,34428	37,54803	85,60463	15,54494	436,1727	70,53847	75,11853

Fonte: dos autores, 2016

Observa-se que a variável 31 – feijão carioca – teve uma quantidade superior. Esse fato é devido às suas quantidades de nutrientes estarem favorecendo a obtenção da dieta ótima para gestantes. Os alimentos da Tabela 11 compõem a dieta de custo mínimo segundo os parâmetros estabelecidos previamente.

Tabela 11. Alimentos e Preços

Variáveis	Mingau tradicional, pó	Laranja, pêra, suco	Iogurte, natural, desnatado	Achocolatado, pó	Amendoim, torrado, salgado	Feijão, carioca,	Ovo, Clara	Queijo Minas Frescal
Preço	R\$ 2,38	R\$ 0,24	R\$ 2,80	R\$ 2,75	R\$ 3,22	R\$ 0,46	R\$ 0,60	R\$ 2,41
Variável Ideal	0,256152745	0,953442782	0,37548027	0,856046328	0,155449389	4,361727035	0,705384652	0,751185255
Quantidade em Gramas	25,61527448	95,3442782	37,54802699	85,6046328	15,5449389	436,1727035	70,53846522	75,11852554
Preço Total	R\$ 0,61	R\$ 0,23	R\$ 1,05	R\$ 2,35	R\$ 0,50	R\$ 2,01	R\$ 0,42	R\$ 1,81

Fonte: dos autores, 2016

O segundo cenário da modelagem 2 (necessidades nutricionais diária das mulheres

lactantes). Na Tabela 12 observam-se 8 variáveis do problema. Dessas oito variáveis apenas 2 fazem parte da dieta ótima, são elas, x1 (arroz integral) e x4 (pão, trigo, forma, integral) nas quantidades especificadas na tabela que são aproximadamente 1,69 e 0,97 respectivamente.

Tabela 12. Resultado Ótimo para o problema, valores de variáveis e restrições para Lactantes

Tabela de Resultados								
Variáveis	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
Preço	0,51	1	2,38	0,85	0,4	1,26	0,25	0,13
Variável Ideal	1,688929077	0	0	0,966594637	0	0	0	0
Resultado Ótimo	Min Z=	7,926963024						

Tabela Alimentos Escolhidos e Restrições									
REF		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
Alimento (variáveis)		Arroz integral,	Macarrão instantâneo	Mingau tradicional, pó	Pão trigo, forma, integral	Batata, doce,	Batata, inglesa,	Cenoura,	Chuchu,
Restrição 1	Carboidratos (g)	25,8	62,4	89,3	49,9	18,4	35,6	6,7	4,8
Restrição 2	Proteína (g)	2,6	8,8	0,6	9,4	0,6	5	0,8	0,4
Restrição 3	Cálcio (mg)	5	18	522	132	17	6	26	8
Restrição 4	Magnésio (mg)	59	19	4	60	11	14	14	7
Restrição 5	Manganês (mg)	0,63	0,25	0	1,62	0,14	0,15	0,05	0,07
Restrição 6	Ferro (mg)	0,3	0,8	42	3	0,2	0,4	0,1	0,1
Restrição 7	Riboflavina (mg)	0	0,04	0	0,04	0	0	0	0
Restrição 8	Vitamina C (mg)	0	0	0	0	23,8	16,3	0	5,6

Fonte: dos autores, 2016

A Tabela 13 mostra a quantidade de cada variável em gramas.

Tabela 13. Quantidades das Variáveis Ótimas em Gramas

Variáveis	x1	x4	x11	x27	x35	x36
Variável Ideal	1,688929	0,966595	1,862197	0,798296	2,015263	0,994439
Quantidade em Gramas	168,8929	96,65946	186,2197	79,82957	201,5263	99,44386

Fonte: dos autores, 2016

Para formular a dieta que minimizasse os custos, nesse caso, foram utilizados apenas 36 alimentos o que fornece uma resposta ótima utilizando apenas 6 alimentos desse total, foram escolhidos alimentos dos mais diversos grupos alimentares justamente para que a dieta não focasse apenas em alguns tipos de alimentos de grupos específicos.

A tabela 14 mostra também o valor total que deve ser investido em cada alimento para a dieta ótima formulada.

Tabela 14. Alimentos e Preços

Variáveis	Arroz integral,	Pão trigo, forma, integral	Laranja, pêra,	Achocolatado, pó	Ovo, Clara	Queijo Minas Frescal
Preço	R\$ 0,51	R\$ 0,85	R\$ 0,24	R\$ 2,75	R\$ 0,60	R\$ 2,41
Variável Ideal	1,688929077	0,966594637	1,862197393	0,798295669	2,015263021	0,994438571
Quantidade em Gramas	168,8929077	96,65946366	186,2197393	79,82956689	201,5263021	99,44385706
Preço Total	R\$ 0,86	R\$ 0,82	R\$ 0,45	R\$ 2,19	R\$ 1,21	R\$ 2,40

Fonte: dos autores, 2016

A soma dos preços de cada alimento fornece o custo mínimo para a dieta ótima de lactantes considerando as 8 restrições escolhidas. Esses dados obtidos não excluem a participação de um profissional de nutrição na elaboração da dieta para cada caso.

6.1 Comparando os dois cenários

A Tabela 15 demonstra os resultados obtidos em cada modelagem realizada nesse trabalho, é possível analisar algumas diferenças entre elas. Como, por exemplo, a quantidade de alimentos selecionados em cada dieta e o custo total de cada uma. O resultado obtido na modelagem 2 está mais favorável para atingir a dieta ótima por ser a de menor custo total. Cada grupo tem suas particularidade e as duas podem ser utilizadas como referência pelos profissionais da área nutricional.

Tabela 15. Resultado dos dois grupos para gestantes

Modelagem 1 - Gestantes				Modelagem 2 - Gestantes			
Variáveis	Preços	Variável Ideal	Preço Total	Variáveis	Preços	Variável Ideal	Preço Total
Mingau tradicional, pó	R\$ 2,38	0,123572563	R\$ 0,29	Mingau tradicional, pó	R\$ 2,38	0,256152745	R\$ 0,61
Pão trigo, forma, integral	R\$ 0,85	1,008919671	R\$ 0,86	Laranja, pêra, suco	R\$ 0,24	0,953442782	R\$ 0,23
Cenoura,	R\$ 0,25	3,063303772	R\$ 0,77	Iogurte, natural, desnatado	R\$ 1,24	0,37548027	R\$ 0,47
Laranja, pêra, suco	R\$ 0,24	0,709590677	R\$ 0,17	Achocolatado, pó	R\$ 2,75	0,856046328	R\$ 2,35
Carne, bovina, fraldinha, com gordura,	R\$ 3,71	0,074923982	R\$ 0,28	Amendoim, torrado, salgado	R\$ 3,22	0,155449389	R\$ 0,50
Frango, peito, sem pele, cozido	R\$ 0,97	0,83863767	R\$ 0,81	Feijão, carioca,	R\$ 0,46	4,361727035	R\$ 2,01
Iogurte, natural, desnatado	R\$ 1,24	0,790011172	R\$ 0,98	Ovo, Clara	R\$ 0,60	0,705384652	R\$ 0,42
Iogurte, sabor morango	R\$ 0,87	6,934121301	R\$ 6,03	Queijo Minas Frescal	R\$ 2,41	0,751185255	R\$ 1,81
Feijão, carioca,	R\$ 0,46	1,039632945	R\$ 0,48	Total	R\$		8,39
Total	R\$		10,67				

Fonte: dos autores, 2016

Para o cenário 2, a Tabela 16 mostra os alimentos, seus respectivos preços e suas quantidades para que se chegasse à dieta ótima de acordo com os parâmetros utilizados em cada grupo.

Tabela 16. Resultado dos dois grupos para lactantes

Modelagem 1 - Lactantes				Modelagem 2 - Lactantes			
Variáveis	Preços	Variável Ideal	Preço Total	Variáveis	Preço	Variável Ideal	Preço Total
Mingau tradicional, pó	R\$ 2,38	0,153968093	R\$ 0,37	Arroz integral,	R\$ 0,51	1,688929077	R\$ 0,86
Pão trigo, forma, integral	R\$ 0,85	1,179624107	R\$ 1,00	Pão trigo, forma, integral	R\$ 0,85	0,966594637	R\$ 0,82
Laranja, pêra, suco	R\$ 0,24	0,890779504	R\$ 0,21	Laranja, pêra,	R\$ 0,24	1,862197393	R\$ 0,45
Carne, bovina, fraldinha, com gordura,	R\$ 3,71	0,033204825	R\$ 0,12	Achocolatado, pó	R\$ 2,75	0,798295669	R\$ 2,19
Frango, peito, sem pele, cozido	R\$ 0,97	0,727788054	R\$ 0,71	Ovo, Clara	R\$ 0,60	2,015263021	R\$ 1,21
Frango, peito, sem pele, grelhado	R\$ 0,97	0,189646371	R\$ 0,18	Queijo Minas Frescal	R\$ 2,41	0,994438571	R\$ 2,40
Iogurte, natural, desnatado	R\$ 1,24	4,019541174	R\$ 4,98	Total	R\$		7,93
Achocolatado, pó	R\$ 2,75	0,575348761	R\$ 1,58				
Feijão, carioca,	R\$ 0,46	1,699441941	R\$ 0,78				
Total	R\$		9,94				

Fonte: dos autores, 2016

Como exemplo de diferenças existentes entre os dois grupos estão os números de alimentos selecionados para cada dieta e também suas respectivas quantidades em gramas. A escolha nesse segundo cenário seria pela dieta em azul, pois o objetivo é fornecer uma dieta de menor preço total.

7. Conclusão

Desta forma, conclui-se que a utilização do método simplex, ferramenta da Pesquisa Operacional, foi possível montar 2 dietas com menor custo possível para gestantes e lactantes de 31 a 50 anos, onde em todas as restrições os limites superiores e inferiores foram respeitados e a dieta obtida foi considerada ótima tendo em vista a função objetivo de cada grupo modelado. Salienta-se que a utilização do simplex não exclui a atuação de nutricionistas no planejamento de dietas para pacientes. Demonstra que é uma ferramenta que serve para auxiliar na escolha da melhor dieta para cada caso em particular, tendo em vista que as quantidades de cada alimento já estariam especificadas e o nutricionista avaliaria a situação de cada paciente com o intuito de achar uma forma de adaptação para cada caso específico.

Neste trabalho foi possível demonstrar na prática que a engenharia de produção vai além do chão de fábrica e seus conceitos podem ser utilizados para otimizar processos de uma área totalmente distinta e pouco estudada pelos engenheiros. Isso não isenta a procura por

profissionais da área, pelo contrário, apenas demonstra e incentiva a parceria dos fundamentos da engenharia de produção em outras áreas. O objetivo geral desse trabalho foi atendido, pois foi possível demonstrar a utilização de modelos matemáticos para a otimização.

Referências Bibliográficas

BATALHA, Mário Otávio (Ed.). **Introdução à engenharia de produção**. 2008.

BELFIORE, Patrícia; FÁVERO, Luiz Paulo. **Pesquisa Operacional para cursos de Engenharia**. Elsevier Brasil, 2013.

CANIÇO, Lea Fabiana Ferreira. **Alimentação e nutrição em grávidas**: monografia: food and nutrition in adult pregnant women. 2008.

CHERUBINI, Kadhija Abraham. **Associação entre alimentação materna e cólica em lactentes**: uma revisão sistemática. 2011.

FISBERG, Regina Mara; MARCHIONI, Dirce Maria Lobo; COLUCCI, Ana Carolina Almada. **Avaliação do consumo alimentar e da ingestão de nutrientes na prática clínica**. Arq Bras Endocrinol Metab, v. 53, n. 5, p. 617-24, 2009.

FURLANETTO, Egidio Luiz; NETO, Henri Geraldo Malzac; NEVES, Cleiber Pereira. **Engenharia de Produção no Brasil**: reflexões acerca da atualização dos currículos dos cursos de graduação. Revista Gestão Industrial, v. 2, n. 04, p. 38-50, 2006.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill, 2013.

IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos no Brasil, 2009. Disponível em: <
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_composicao_nutricional/tab_4.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2015.

LOPES, Carla et al., Consumo alimentar e nutricional de crianças em idade pré-escolar: resultados da coorte Geração 21, Porto, 2014. Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto. Disponível em:

<<http://asset.youoncdn.com/ab296ab30c207ac641882479782c6c34/16470eaf0428ecd12c4cbfe7871ac558.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

PADOVANI, Renata Maria et al. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Rev. nutr**, v. 19, n. 6, p. 741-760, 2006.

SICHERI, Rosely et al. **Recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população brasileira**. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, v. 44, n. 3, p. 227-232, 2000.

UNICAMP. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, SP, 2011. Disponível em: <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/nutricao/files/2012/02/TACO_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2015.

VITOLO, Márcia Regina. **Nutrição da Gestação Ao Envelhecimento**. Editora Rubio de 2014.