

Análise dos resultados

Neste capítulo, realizaremos uma análise dos resultados obtidos com o modelo de otimização através de uma breve descrição da relação dos dados utilizados no estudo de caso e mostraremos uma série de situações de problemas reais em que a programação inteira pode ser utilizada.

Na Tabela 6, pode-se observar a otimização dos resultados encontrados para diferentes períodos ao longo de um ano.

Tabela 6 - Otimização de Resultados.

Solução ótima no horizonte de 12 meses																		
T(mês) Período	t (semana) Subperíodo	Demanda Di,t (unidades)					Hora -Regular (Em horas)					Produção Yi,t (unidades)					Estoque li,t (unidades)	
		FP i=1	FPSM i=2	Família SP i=3	SPSM i=4	T i=5	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=1	i=2
nov/07	1º semana	127.773	36.441	52.596	10.423	52.802	86	127.773	36.441	52.596	10.423	52.802	-	-	-	-	-	-
	2º semana	130.977	37.354	53.914	10.684	54.126	88	130.977	37.354	53.914	10.684	54.126	-	-	-	-	-	-
	3º semana	147.335	42.020	60.648	12.018	60.887	136	147.335	91.699	60.648	12.018	60.887	-	-	-	-	-	49.679
	4º semana	833.178	237.619	342.962	67.963	344.312	525	833.178	187.940	342.962	67.963	344.312	-	-	-	-	-	-
dez/07	1º semana	135.475	19.970	56.872	2.767	68.841	77	135.475	19.970	56.872	2.767	68.841	-	-	-	-	-	-
	2º semana	606.008	89.328	254.399	12.380	307.940	346	606.008	89.328	254.399	12.380	307.940	-	-	-	-	-	-
	3º semana	480.372	70.809	201.657	9.813	244.099	274	480.372	70.809	201.657	9.813	244.099	-	-	-	-	-	-
	4º semana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
jan/08	1º semana	104.688	41.006	34.831	8.315	61.493	79	104.688	41.006	34.831	8.315	61.493	-	-	-	-	-	-
	2º semana	434.329	170.127	144.506	34.496	255.122	329	434.329	170.127	144.506	34.496	255.122	-	-	-	-	-	-
	3º semana	469.162	183.771	156.095	37.263	275.583	420	469.162	272.551	156.095	37.263	275.583	-	-	-	-	-	88.780
	4º semana	779.175	305.203	259.240	61.886	457.682	525	779.175	216.423	259.240	61.886	457.682	-	-	-	-	-	-
fev/08	1º semana	126.130	57.091	35.415	13.171	61.154	100	126.130	57.091	35.415	13.171	61.154	-	-	-	-	-	-
	2º semana	265.527	120.186	74.555	27.727	128.739	211	265.527	120.186	74.555	27.727	128.739	-	-	-	-	-	-
	3º semana	230.613	104.383	64.751	24.081	111.811	183	230.613	104.383	64.751	24.081	111.811	-	-	-	-	-	-
	4º semana	612.725	277.340	172.041	63.982	297.076	486	612.725	277.340	172.041	63.982	297.076	-	-	-	-	-	-
mar/08	1º semana	219.080	130.884	145.201	32.213	137.612	208	219.080	130.884	145.201	32.213	137.612	-	-	-	-	-	-
	2º semana	255.588	152.695	169.398	37.581	160.543	243	255.588	152.695	169.398	37.581	160.543	-	-	-	-	-	-
	3º semana	268.293	160.285	177.818	39.449	168.524	381	268.293	331.721	177.818	39.449	168.524	-	-	-	-	-	171.436
	4º semana	684.252	408.790	453.505	100.609	429.801	525	684.252	237.354	453.505	100.609	429.801	-	-	-	-	-	-
abr/08	1º semana	228.467	101.548	79.544	32.076	231.549	191	228.467	101.548	79.544	32.076	231.549	-	-	-	-	-	-
	2º semana	293.208	130.323	102.084	41.165	297.163	246	293.208	130.323	102.084	41.165	297.163	-	-	-	-	-	-
	3º semana	156.008	69.342	54.316	21.903	158.113	194	156.008	156.243	54.316	21.903	158.113	-	-	-	-	-	86.901
	4º semana	702.355	312.179	244.535	98.608	711.830	525	702.355	225.278	244.535	98.608	711.830	-	-	-	-	-	-
mai/08	1º semana	76.933	24.590	37.083	9.534	49.863	56	76.933	24.590	37.083	9.534	49.863	-	-	-	-	-	-
	2º semana	275.473	88.049	132.781	34.137	178.545	201	275.473	88.049	132.781	34.137	178.545	-	-	-	-	-	-
	3º semana	264.814	84.642	127.643	32.816	171.636	193	264.814	84.642	127.643	32.816	171.636	-	-	-	-	-	-
	4º semana	657.809	210.254	317.071	81.516	426.351	480	657.809	210.254	317.071	81.516	426.351	-	-	-	-	-	-
jun/08	1º semana	67762	9973	26908	7724	32422	39	67.762	9.973	26.908	7.724	32.422	-	-	-	-	-	-
	2º semana	420794	61931	167095	47965	201336	245	420.794	61.931	167.095	47.965	201.336	-	-	-	-	-	-
	3º semana	292748	43086	116249	33370	140070	265	292.748	172.527	116.249	33.370	140.070	-	-	-	-	-	129.441
	4º semana	1066264	156929	423408	121541	510172	525	1.066.264	2.748.827	423.408	121.541	510.172	-	-	-	-	-	-
jul/08	1º semana	55.740	8.590	22.617	5.340	36.141	33	55.740	8.590	22.617	5.340	36.141	-	-	-	-	-	-
	2º semana	346.137	53.345	140.448	33.161	224.430	207	346.137	53.345	140.448	33.161	224.430	-	-	-	-	-	-
	3º semana	240.809	37.112	97.710	23.070	156.137	144	240.809	37.112	97.710	23.070	156.137	-	-	-	-	-	-
	4º semana	877.087	135.172	355.885	84.028	568.692	523	877.087	135.172	355.885	84.028	568.692	-	-	-	-	-	-
ago/08	1º semana	30.897	20.182	31.007	9.112	23.376	191	30.897	236.882	31.007	9.112	23.376	-	-	-	-	-	216.700
	2º semana	224.971	146.947	225.770	66.350	170.205	525	224.971	539.779	225.770	66.350	170.205	-	-	-	-	-	609.532
	3º semana	469.349	306.570	471.016	138.423	355.093	525	526.739	317.420	471.016	138.423	355.093	57.390	-	-	-	-	620.382
	4º semana	949.786	620.382	953.159	280.115	718.576	525	892.396	953.159	280.115	718.576	-	-	-	-	-	-	-
set/08	1º semana	291.768	62.577	194.968	34.840	162.399	193	291.768	62.577	194.968	34.840	162.399	-	-	-	-	-	-
	2º semana	384.938	82.560	257.226	45.965	214.257	255	384.938	82.560	257.226	45.965	214.257	-	-	-	-	-	-
	3º semana	395.382	84.800	264.205	47.212	220.070	375	395.382	239.938	264.205	47.212	220.070	-	-	-	-	-	155.138
	4º semana	965.958	207.175	645.480	115.344	537.654	525	965.958	52.037	645.480	115.344	537.654	-	-	-	-	-	-
out/08	1º semana	190.315	63.010	93.419	28.319	251.192	151	190.315	63.010	93.419	28.319	251.192	-	-	-	-	-	-
	2º semana	319.840	105.894	156.998	47.593	422.149	253	319.840	105.894	156.998	47.593	422.149	-	-	-	-	-	-
	3º semana	264.158	87.459	129.666	39.307	348.656	316	264.158	233.212	129.666	39.307	348.656	-	-	-	-	-	145.753
	4º semana	798.245	264.287	391.831	118.781	1.053.583	525	798.245	118.534	391.831	118.781	1.053.583	-	-	-	-	-	-

Os resultados aqui encontrados obedecem a um balanceamento entre a demanda e a produção, observado por um período de 12 meses (novembro/2007 a outubro/2008), com base em históricos de vendas. Nota-se, assim, que para a última semana do mês de dezembro, a organização adotou um regime de recesso de fim de ano, desta forma não existiu produção neste período.

Este equilíbrio atuou sobre os recursos produtivos como: contratação/demissão de funcionários, horas extras, estocagem e pedidos não-atendidos, buscando conciliá-los simultaneamente de maneira a satisfazer o pedido de venda. O modelo procura obter um custo mínimo para essa combinação (função-objetivo) e conseqüentemente, visa à maximização do lucro.

Com a aplicação do modelo, considerando uma taxa de juros de 0,7417% por semana, propõe-se a não-utilização de horas extras, já que o custo da hora extra é 50% a mais do custo da hora regular, a preferência é pela utilização e manutenção de estoques.

De novembro de 2007 a julho de 2008, chegou-se a um valor médio de 4.239.832 unidades produzidas ao mês. Devido à carga horária de trabalho e do número de trabalhadores ativos (quinze funcionários, 525 horas regulares), para os meses de novembro, janeiro, março, abril e junho, verificou-se que os pedidos de venda estavam acima da capacidade de produção, desta maneira, para atender toda demanda, com relação a família de produtos Flow Pack Salada Mista foi necessário manter o estoque da terceira para quarta semana..

Do ponto de vista financeiro, a melhor opção escolhida foi a formação de estoque de antecipação, ao invés de pagar hora extra e/ou aumentar o recurso de mão-de-obra. Este plano de operação foi suficiente para suprir toda a demanda. Não havendo atraso ou falta de produtos. Nos três últimos meses de 2008, a empresa vem conquistando mercado, de maneira acelerada. As vendas aumentaram em 77,19%, 48,76% e 47,32% nos meses de agosto, setembro e outubro de 2008 respectivamente. Em agosto de 2008, com o aumento das vendas e conseqüentemente aumento da produção, podemos observar na Tabela 6 que na Schrinkagem foram trabalhadas 525 horas regulares (máximo de hora regular) para atender ao pedido de venda colocado na última semana de agosto de 2008.

Dentre as famílias de produtos, as famílias: Flow Pack ($i=1$) e Flow Pack Salada Mista ($i=2$) tiveram suas capacidades inteiramente utilizadas. Conseqüentemente houve uma produção acima da quantidade demandada na

primeira, segunda e terceira semanas para fazer estoque e regularizar o processo produtivo. O modelo nos mostrou que seria menos custoso manter estoque de modo a atender a demanda colocada pelo setor de vendas, nas três últimas semanas do mês.

Para os meses de setembro e outubro de 2008, a capacidade em função de recursos de mão-de-obra foi toda utilizada, garantindo, assim, o pleno atendimento da demanda, utilizando estoque de segurança na terceira semana dos dois últimos meses estudados, dentro da capacidade produtiva da empresa. Não houve necessidade de hora extra e/ou contratação de funcionários.

O custo total dessa estratégia operacional, ou melhor, a função-objetivo nos fornece um resultado de R\$ 6.594.284 unidades monetárias. Este custo representa aproximadamente 57,93% do faturamento para o mesmo período (total faturado nos 12 meses R\$ 11.383.173)

Se a empresa adotasse uma política para diminuir o grande ciclo mensal observada nas últimas semanas de cada mês como mostra a Tabela 6. Alguns incentivos financeiros, com uma diferenciação de preços por períodos (semanas dentro do mês), por exemplo, poderia desta forma, regularizar seu processo produtivo sem tempo ocioso nas primeiras semanas e sem a necessidade de manutenção de estoques. Tal política proporcionaria uma nova função objetiva no valor de R\$ 6.591.679.

O gráfico da figura 13 ilustra as horas necessárias para suprir a demanda efetiva (com grande ciclo mensal) e as horas utilizadas, para a demanda ajustada.

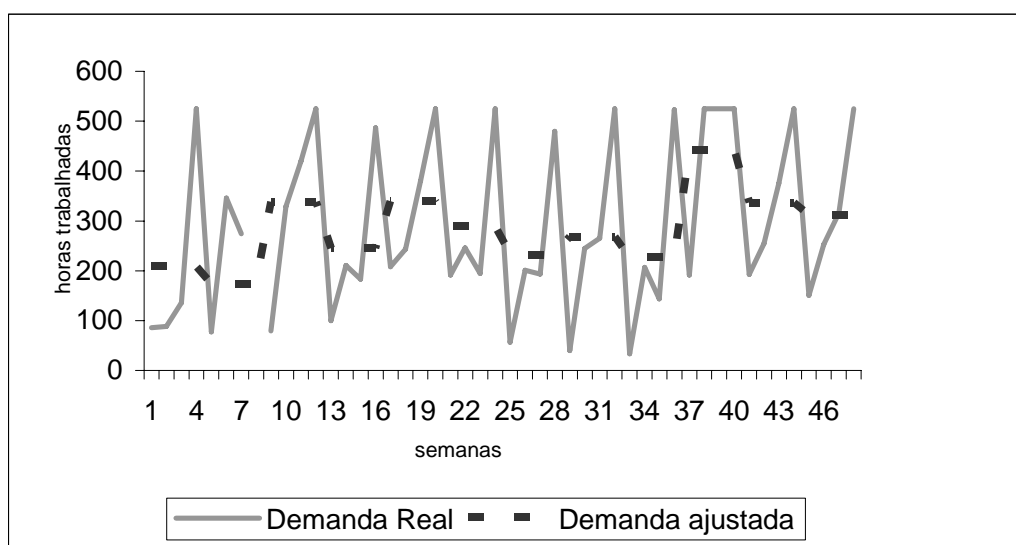


Figura 13 - Horas utilizadas na produção (demanda Real x demanda Ajustada).

A linha contínua representa as horas utilizadas de acordo com a flutuação da demanda para garantir prazos de entrega acordados. Já a tracejada representa as horas regulares utilizadas quando a demanda foi ajustada.

5.1

Análise de Sensibilidade

Realizando uma análise de sensibilidade, ao aumentar a demanda em 50%, é possível perceber que, seria necessário contratar três funcionários na segunda semana, passando de 15 para 18 funcionários ativos. Desta maneira, seria obtido um ganho em produtividade e a capacidade de produção aumentaria para 630 horas de trabalho em horas regulares.

Também seria preciso fazer a formação de estoques para todos os meses com exceção do mês de dezembro, para as famílias: Flow Pack e Flow Pack Salada Mista que teve sua capacidade inteiramente utilizada, a fim de nivelar as variações de demanda. Para este acontecimento, também, a alternativa foi suficiente para proporcionar toda venda que dobrou. O custo da operação foi de R\$ 9.819.010 reais. O que representa que se a demanda aumenta em 50% o custo real aumenta de 67,16%.

Segue a Tabela 7 com os principais resultados desta análise.

Tabela 7 - Resultado com aumento da demanda em 50%.

T(mês) Período	t(semána) Subperíodo	Demanda Di,t (unidades)					Hora - Regular					Produção Yi,t (unidades)					Estoque li,t (unidades) Família		Funcionário Ativo Nt (funcionários)
		i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5	i=1	i=2	
nov07	1ª semana	191.660	54.661	78.893	15.634	79.204	129	191.660	54.661	78.893	15.634	79.204	0	0	0	0	0	0	15
	2ª semana	196.466	56.031	80.871	16.026	81.190	132	196.466	56.031	80.871	16.026	81.190	0	0	0	0	0	0	18
	3ª semana	221.003	63.029	90.972	18.027	91.330	361	221.003	63.029	90.972	18.027	91.330	0	0	289.525	0	0	0	18
	4ª semana	1.249.767	356.429	514.443	101.945	516.468	630	1.249.767	356.429	514.443	101.945	516.468	0	0	0	0	0	0	18
dez07	1ª semana	203.213	29.955	85.308	4.151	103.262	116	203.213	29.955	85.308	4.151	103.262	0	0	0	0	0	0	18
	2ª semana	909.012	133.993	381.598	18.569	461.910	519	909.012	133.993	381.598	18.569	461.910	0	0	0	0	0	0	18
	3ª semana	720.557	106.214	302.486	14.720	366.148	423	720.557	106.214	302.486	14.720	366.148	0	0	0	0	0	0	18
	4ª semana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
jan08	1ª semana	157.032	61.509	52.246	12.472	92.240	140	157.032	61.509	52.246	12.472	92.240	0	0	29.093	0	0	0	18
	2ª semana	651.494	255.190	216.759	51.745	362.663	630	651.494	255.190	216.759	51.745	362.663	0	0	215.640	0	0	0	18
	3ª semana	703743,0694	275.656	234142,88	55894,55	413373,9642	630	703.743	275.656	234.143	55.895	413.374	0	0	348.176	0	0	0	18
	4ª semana	1.168.762	457.805	388.860	92.829	686.523	630	1.168.762	457.805	388.860	92.829	686.523	0	0	0	0	0	0	18
fev08	1ª semana	189.196	85.636	53.122	19.756	91.730	150	189.196	85.636	53.122	19.756	91.730	0	0	0	0	0	0	18
	2ª semana	398.291	180.280	111.832	41.590	193.109	316	398.291	180.280	111.832	41.590	193.109	0	0	0	0	0	0	18
	3ª semana	345.919	156.575	97.127	36.121	167.717	374	345.919	156.575	97.127	36.121	167.717	0	0	135.843	0	0	0	18
	4ª semana	919.087	416.010	258.061	95.972	445.614	630	919.087	416.010	258.061	95.972	445.614	0	0	0	0	0	0	18
mar08	1ª semana	328.620	196.326	217.801	48.319	206.417	312	328.620	196.326	217.801	48.319	206.417	0	0	0	0	0	0	18
	2ª semana	383.382	229.043	254.096	56.371	240.815	463	383.382	229.043	254.096	56.371	240.815	0	0	134.480	0	0	0	18
	3ª semana	402.439	240.428	266.727	59.173	252.786	630	402.439	240.428	266.727	59.173	252.786	0	0	472.160	0	0	0	18
	4ª semana	1.026.377	613.185	680.258	150.914	644.702	630	1.026.377	613.185	680.258	150.914	644.702	0	0	0	0	0	0	18
abr08	1ª semana	342.701	152.322	119.316	48.114	347.323	287	342.701	152.322	119.316	48.114	347.323	0	0	0	0	0	0	18
	2ª semana	439.812	195.485	153.127	61.748	445.745	369	439.812	195.485	153.127	61.748	445.745	0	0	0	0	0	0	18
	3ª semana	234.012	104.012	81.475	32.854	237.169	449	234.012	104.012	81.475	32.854	237.169	0	0	345.369	0	0	0	18
	4ª semana	1.053.533	468.269	366.803	147.912	1.067.745	630	1.053.533	468.269	366.803	147.912	1.067.745	0	0	0	0	0	0	18
mai08	1ª semana	115.400	36.885	55.624	14.300	74.795	84	115.400	36.885	55.624	14.300	74.795	0	0	0	0	0	0	18
	2ª semana	413.210	132.073	199.172	51.205	267.817	301	413.210	132.073	199.172	51.205	267.817	0	0	0	0	0	0	18
	3ª semana	397.220	126.963	191.464	49.224	257.453	379	397.220	126.963	191.464	49.224	257.453	0	0	122.104	0	0	0	18
	4ª semana	986.714	315.381	475.606	122.274	639.526	630	986.714	315.381	475.606	122.274	639.526	0	0	0	0	0	0	18
jun08	1ª semana	101643	14959	40362	11586	48633	59	101.643	14.959	40.362	11.586	48.633	0	0	0	0	0	0	18
	2ª semana	631191	92896	250643	71948	302004	367	631.191	92.896	250.643	71.948	302.004	0	0	0	0	0	0	18
	3ª semana	439122	64628	174373	50055	210105	555	439.122	64.628	174.373	50.055	210.105	330.349	235.393	0	0	0	0	18
	4ª semana	1599395	235393	635112	182311	765258	630	1.599.395	235.393	635.112	182.311	765.258	0	0	0	0	0	0	18
jul08	1ª semana	83.610	12.885	33.925	8.010	54.211	50	83.610	12.885	33.925	8.010	54.211	0	0	0	0	0	0	18
	2ª semana	519.205	80.017	210.672	49.742	336.646	310	519.205	80.017	210.672	49.742	336.646	0	0	0	0	0	0	18
	3ª semana	361.213	55.668	146.565	34.606	234.206	500	361.213	55.668	146.565	34.606	234.206	16.985	379.515	0	0	0	0	18
	4ª semana	1.315.631	202.757	533.828	126.042	853.037	630	1.315.631	202.757	533.828	126.042	853.037	0	0	176.758	0	0	0	18
ago08	1ª semana	46.346	30.272	46.511	13.669	35.064	630	46.346	30.272	46.511	13.669	35.064	0	0	970.067	0	0	0	18
	2ª semana	337.456	220.420	338.655	99.524	255.308	630	337.456	220.420	338.655	99.524	255.308	0	0	1.344.310	0	0	0	18
	3ª semana	704.023	459.854	706.523	207.634	532.640	630	704.023	459.854	706.523	207.634	532.640	494.820	930.573	0	0	0	0	18
	4ª semana	1.424.679	930.573	1.429.739	420.173	1.077.864	630	1.424.679	930.573	1.429.739	420.173	1.077.864	0	0	0	0	0	0	18
set08	1ª semana	437.652	93.866	292.451	52.259	243.598	289	437.652	93.866	292.451	52.259	243.598	0	0	0	0	0	0	18
	2ª semana	577.407	123.840	385.840	68.947	321.386	472	577.407	123.840	385.840	68.947	321.386	0	0	122.965	0	0	0	18
	3ª semana	593.073	127.200	396.308	70.818	330.106	630	593.073	127.200	396.308	70.818	330.106	260.347	310.762	0	0	0	0	18
	4ª semana	1.448.937	310.762	968.221	173.015	806.481	630	1.448.937	310.762	968.221	173.015	806.481	0	0	0	0	0	0	18
out08	1ª semana	285.473	94.516	140.129	42.479	376.788	226	285.473	94.516	140.129	42.479	376.788	0	0	0	0	0	0	18
	2ª semana	479.760	158.841	235.497	71.389	633.223	380	479.760	158.841	235.497	71.389	633.223	0	0	0	0	0	0	18
	3ª semana	396.237	131.188	194.499	58.961	522.984	574	396.237	131.188	194.499	58.961	522.984	0	0	369.815	0	0	0	18
	4ª semana	1.197.367	396.430	587.746	178.171	1.580.375	630	1.197.367	396.430	587.746	178.171	1.580.375	0	0	0	0	0	0	18
F.O.		9.819.010																	

Se imaginar de maneira contrária, que o mercado estivesse em baixa e a venda anual caísse em 50%.

Diferente do que ocorreu acima, quando a demanda aumenta em 50% altera no quadro de funcionários, contratando mais trabalhadores. Quando a demanda diminuiu 50% o quadro de funcionários não foi alterado. Não foi necessário demitir trabalhadores, uma vez que o custo de demissão é relativamente alto (R\$ 2.164). Também não foi necessário formação de estoque nem hora extra para alinhar a produção à demanda. A capacidade foi suficiente

para atendermos às vendas no período considerado. O valor da função-objetivo foi de R\$3.310.001, ou seja, se a demanda diminuir em 50% o custo é reduzido em 50%.