3
O Modelo SAGA de Gestão de Estoques

O Sistema SAGA, Sistema Automatizado de Gerência e Apoio, consiste de um software contendo um modelo matemático que permite fazer a previsão de itens no futuro com base nos consumos registrados no passado. O modelo se baseia em duas grandezas principais: a Média Ponderada do Consumo (MI) e a Tendência de Crescimento (TI). Para o cálculo dos consumos futuros são analisados os valores de MI e TI passados e com esses valores são calculados os valores futuros.

Os procedimentos apresentados a seguir foram retirados da documentação técnica ISDS013, [PAME, 1986].

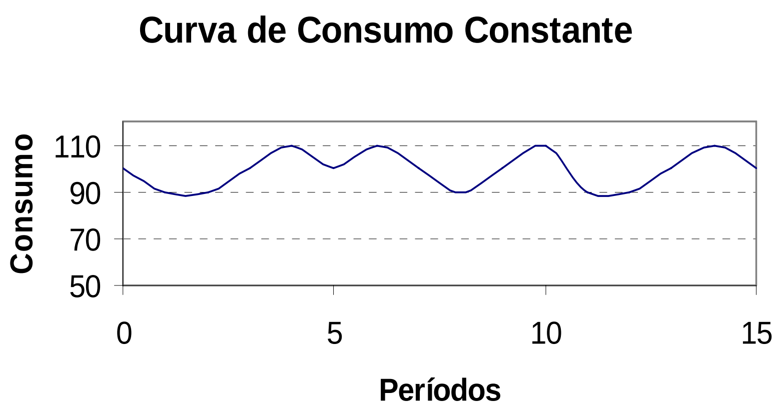
3.1
Diferentes tipos de Consumo

Grosseiramente, existem 6 grandes tipos, ou *modelos*, de Consumo ou Vendas [PAME, 1986].

1) Consumos constantes;
2) Consumos com tendência;
3) Consumos sazonais;
4) Consumos sazonais com tendência;
5) Consumos em falésia;
6) Consumos aleatórios.

3.2
Os Consumos constantes

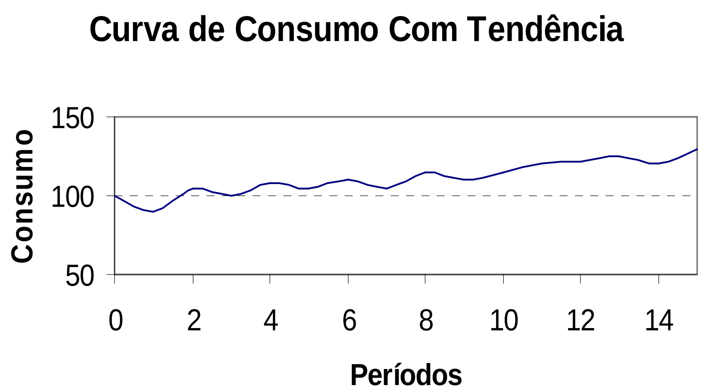
Neste tipo, o consumo a cada período (ano, mês, semana, dia etc) varia em torno de um nível médio aproximadamente constante. Se por exemplo são consumidas, em média, 100 peças por mês, para fazer a previsão basta extrapolar esta média.



fonte: ISDS 013, 1986

3.3
Os Consumos com tendência

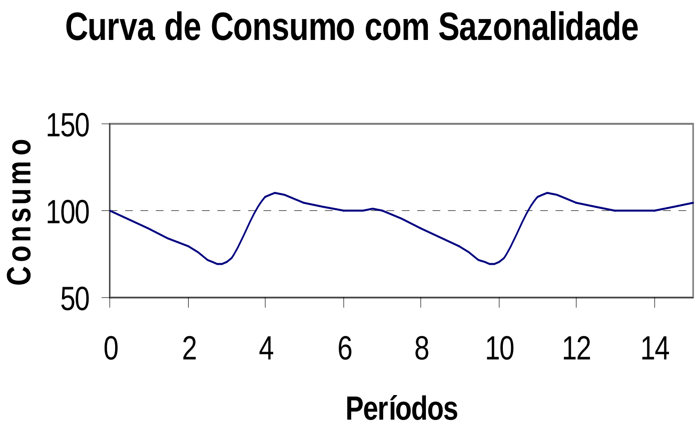
Neste tipo, o consumo médio aumenta ou diminui a cada período de uma quantidade média aproximadamente constante. Se, por exemplo, o consumo médio, tem tendência a aumentar 10 peças por mês, basta determinar a reta de tendência e extrapolá-la para fazer a previsão.



fonte: ISDS 013, 1986

3.4
Os Consumos sazonais

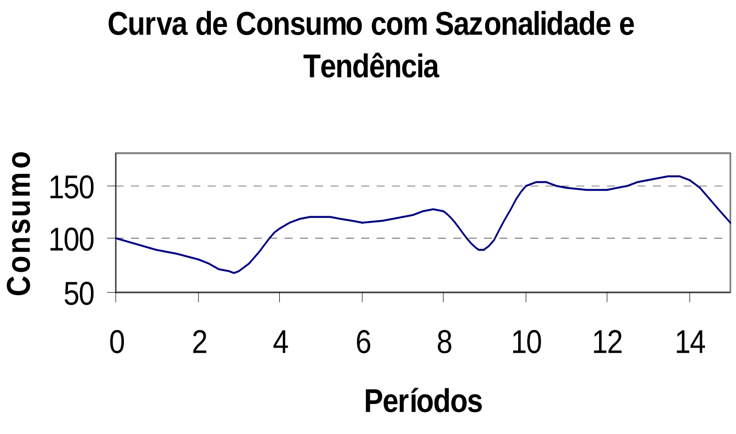
Neste tipo, o consumo varia entre máximos e mínimos repetitivamente. Por exemplo: o consumo de sorvetes possui máximo no verão e mínimo no inverno.



fonte: ISDS 013, 1986

3.5
Os Consumos sazonais com tendência

Este modelo é uma combinação dos modelos de consumo com tendência e consumo sazonal. O consumo, nos pontos máximos e mínimos, varia regularmente, mas com tendência a aumentar ou diminuir.



fonte: ISDS 013, 1986

3.6
Os Consumos em falésia

Neste tipo, o consumo permanece nulo por vários períodos e subitamente é dada a saída do estoque de uma grande quantidade de itens.

3.7
Os Consumos aleatórios

Neste tipo, os consumos são totalmente aleatórios, sem aparentemente nenhuma regra ou explicação. Em geral, os consumos aleatórios são os que mais se identificam com a previsão de peças sobressalentes eletrônicas.

3.8
Apresentação do Modelo

O modelo pode ser descrito em duas etapas:

1) inicialização; e
2) estimativa dos valores futuros.

3.8.1
Inicialização

Na inicialização o Sistema assume valores iniciais para α (coeficiente de amortecimento do nível) e β (coeficiente de amortecimento da tendência) de um conjunto de valores pré-definidos, e escolhe o par α e β que melhor representa a série. Em outras palavras o par que apresenta menor Erro Médio Absoluto (EMA). Valores iniciais de α e β para escolha do melhor par:

α	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30
β	0,40	0,20	0,10	0,40	0,20	0,10	0,40	0,20	0,10	0,40	0,20	0,10

Valores diferentes de α e β podem ser introduzidos manualmente.

Duas situações são possíveis:

1) Existe uma série histórica do consumo → Neste caso o sistema modela a série e calcula o Erro Médio Absoluto (EMA) da previsão, para cada par α e β. O par escolhido será o que apresentar o menor EMA;
2) Não existe série histórica do consumo → Neste caso o sistema estima o consumo futuro considerando α = 1 para a primeira previsão, α = 0,8 para a segunda previsão, α = 0,6 para a terceira previsão, α = 0,4 para a quarta previsão, α = 0,2 para a quinta previsão e α = 0,15 para a sexta previsão. Na sétima previsão o sistema considera que já existe uma série histórica de consumo.

3.8.2 Cálculo das Previsões

O cálculo das previsões de consumo é feito usando as fórmulas abaixo descritas:

$L_t = \alpha Q_t + (1-\alpha)\hat{M}_t$ → Nível no mês t

$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$ → Tendência no mês t

$\hat{M}_{t+1} = L_t + T_t$ → Previsão de consumo para o mês t+1

Q_t → Consumo real no mês t

3.8.3 Cálculo do Erro Médio Absoluto (EMA)

O EMA é calculado pela fórmula abaixo:

$$EMA_{to} = \alpha\left|Q_{t0} - \hat{M}_{t0}\right| + (1-\alpha)EMA_{t0-1}$$

$\hat{M}_{t0}$ → Previsão de consumo para o mês em curso

Q_{t0} → Consumo real no mês em curso

EMA_{to} → Erro Médio Absoluto

3.8.4
Exemplo de escolha do par α e β ótimo

A tabela abaixo apresenta os cálculos para uma série histórica existente:

Inicialização dos coeficientes de amortecimento															
		α	0,10	α	0,10	α	0,10	α	0,15	α	0,15	α	0,30	α	0,30
		β	0,40	β	0,20	β	0,10	β	0,40	β	0,20	β	0,40	β	0,10
t	Q	Mt	EMA	Mt	EMA	Mt	EMA	Mt	EMA	Mt	EMA	Mt	EMA	Mi	EMA
0	60,00														
1	40,00	60,00	2,00	60,00	2,00	60,00	2,00	60,00	3,00	60,00	3,00	60,00	6,00	60,00	6,00
2	70,00	57,20	3,08	57,60	3,04	57,80	3,02	55,80	4,68	56,40	4,59	51,60	9,72	53,40	9,18
3	90,00	58,19	5,95	58,69	5,87	58,94	5,82	57,58	8,84	58,25	8,66	56,93	16,73	58,28	15,94
4	110,00	62,36	10,12	62,29	10,05	62,28	10,01	64,04	14,41	63,77	14,30	70,63	23,52	68,64	23,57
5	80,00	70,01	10,11	68,49	10,20	67,76	10,24	75,29	12,95	72,85	13,23	90,94	19,75	83,14	17,44
6	120,00	74,30	13,67	71,30	14,05	69,82	14,23	80,63	16,92	76,29	17,80	94,85	21,37	84,20	22,95
7	140,00	83,99	17,90	78,80	18,76	76,17	19,19	93,54	21,35	86,52	23,15	112,60	23,18	98,01	28,66
8	150,00	96,95	21,42	88,78	23,01	84,53	23,82	110,29	24,10	99,82	27,21	134,31	20,93	114,93	30,58
9	110,00	111,73	19,45	99,98	21,71	93,70	23,07	128,42	23,25	114,13	23,74	154,40	27,97	130,84	27,66
10	150,00	120,97	20,41	106,27	23,91	98,12	25,95	136,72	21,75	120,17	24,66	151,13	19,92	129,34	25,56
11	160,00	134,45	**20,92**	116,79	**25,84**	106,62	**28,69**	150,57	**19,90**	132,20	**25,13**	160,70	**14,15**	140,92	**23,62**

Serie com nível e tendência acentuados neste caso o melhor par é 0,30 e 0,40

Nota: Algumas colunas foram *escondidas* para caber no espaço.

Como pode ser verificado na tabela acima os valores dos coeficientes α e β que apresentam o menor valor de EMA (14,15) é o par α = 0,30 e β = 0,40.

3.8.5
Estimativa dos Valores Futuros

A estimativa dos valores futuros é feita tomando como base o par α e β ótimo, a última previsão e consumo real.

$L_t = \alpha Q_t + (1-\alpha)\hat{M}_t$ → Nível no mês t

$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$ → Tendência no mês t

$\hat{M}_{t+1} = L_t + T_t$ → Previsão de consumo para o mês t+1

A estimativa de consumo para os próximos n meses será dada por:

$\hat{M}_{t+1} = L_t + T_t$ → Previsão de consumo para o mês t+1

$\hat{M}_{t+2} = L_t + 2T_t$ → Previsão de consumo para o mês t+2

$\hat{M}_{t+n} = L_t + nT_t$ → Previsão de consumo para o mês t+n

----

$\hat{C}_n = n \times L_t + n(\frac{n+1}{2})T_t$ → Previsão de consumo para n meses futuros

Para o exemplo anterior onde:

L_t = 160,49

T_t = 09,83

α = 0,30 e β =0,40

A previsão de consumo para o próximo mês é:

$\hat{M}_{12} = L_{11} + T_{11}$ = 160,49+9,89= 170,48 unidades

e a previsão de consumo para os próximos 6 meses:

$\hat{C}_6 = \mathbf{6 \times 160{,}49 + 6(\frac{6+1}{2})9{,}89}$ = 1170,63 → 1171 unidades

3.8.6
Índice de Alerta

Uma vez inicializados, os valores de α e β o sistema passa a rodar em *piloto automático*. Em outras palavras, os coeficientes de α e β encontrados serão utilizados para as previsões futuras. Entretanto, o SAGA possui um mecanismo de vigilância das previsões para que, em caso de alteração do modelo previsto, o sistema possa pegar o controle de volta e recalcular os valores de α e β.

Este mecanismo consiste no cálculo do Índice de Alerta (I_A) para cada consumo verificado.

3.8.7
Procedimento de Cálculo de I_A

Um modelo de previsão pode ser considerado bom quando as previsões estão simetricamente distribuídas em torno do consumo real. Assim, o Erro de Previsão ($EC_t = Q - \hat{M}$) deve alternar entre valores positivos e negativos. Um EC sistematicamente em um mesmo sentido (positivo ou negativo) indica que o modelo escolhido não é adequado.

O Índice de Alerta (I_A) consiste basicamente em um mecanismo de monitoração do Erro de Previsão.

O Índice de Alerta (I_A) será então:

$$I_A = \frac{\sum EC_t}{EMA_t}$$

onde:

$$\sum EC_t = \sum_{i=1}^{t} (Q_i - \hat{M}_i)$$

O alerta será deflagrado quando I_A sair do intervalo -4 a +4. Neste caso o sistema aguarda mais uma previsão para confirmação e, caso confirmado, pega de volta o controle e recalcula os valores de α e β.

3.9
Considerações sobre o SAGA

O sistema foi desenvolvido na década de 80 do século passado para gerenciar em torno de 200.000 itens diferentes. Naquela época os recursos computacionais em termos de memória, capacidade e velocidade de processamento eram bastante limitados se comparados aos atuais. Assim, os programadores usavam tabelas e simplificações para evitar operações, tais como as exponenciais, que consumiam grande tempo de processamento.

Se o mesmo sistema fosse desenvolvido hoje, ele não precisaria se preocupar tanto com a velocidade de processamento e poderiam ser utilizados procedimentos de regressão linear para inicialização dos coeficientes α e β, bem como o Erro Quadrático Médio em lugar do Erro Absoluto, tornando os cálculos mais precisos.