

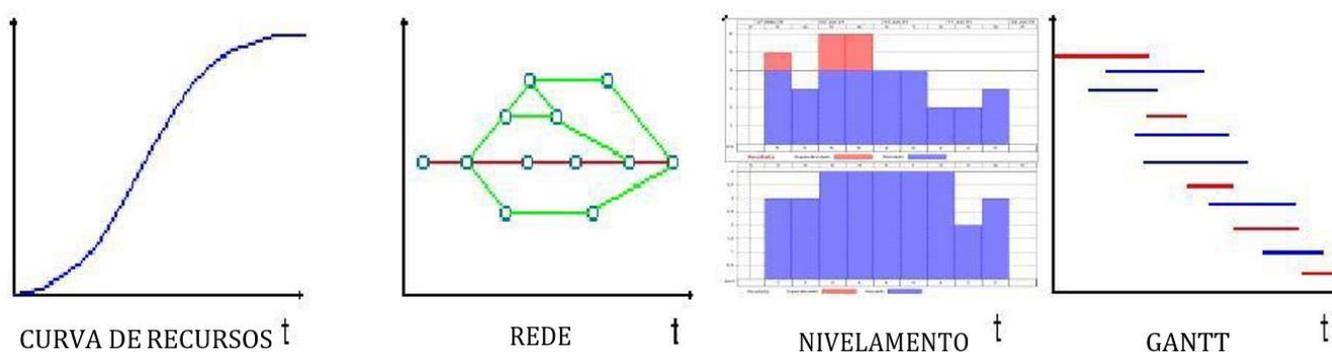
1. CONCEITOS GERAIS :

A curva "S" é uma representação gráfica que ilustra a evolução ao longo do tempo da distribuição percentual de um determinado fator de produção, como mão de obra, equipamentos ou materiais. Também conhecida como curva de agregação ou distribuição acumulada, essa ferramenta é fundamental tanto para o planejamento e a programação quanto para o controle eficiente de projetos e processos.

A CURVA "S" COMO TÉCNICA DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO :

A utilização da curva "S" como técnica de planejamento e programação possibilita a modelagem precisa da alocação dos recursos e do avanço temporal do projeto.

A modelagem, nesse contexto, refere-se à criação de estruturas que representem de forma adequada o comportamento esperado do projeto. Aqui, o objetivo é desenvolver modelos que descrevam o desempenho planejado do projeto através de curvas acumuladas que representem o progresso, a utilização de recursos e os custos associados.



Segundo Heineck, hoje reconhecemos que a duração de uma obra e a quantidade máxima de recursos disponíveis não são determinadas pela aplicação de técnicas operacionais, como redes PERT/CPM ou gráficos de Gantt.

Pelo contrário, é a duração e o nível máximo de recursos disponíveis que estabelecem os parâmetros estratégicos a partir dos quais um programa de obras viável deve ser desenvolvido.

Heineck também ressalta que não há impedimento, e de fato é recomendado, que as curvas de agregação, estabelecidas em um nível hierárquico de decisão mais elevado, orientem a programação das obras a serem realizadas.

Dessa forma, o desempenho ou progresso é representado em termos de estratégias, como a redução máxima da fase de construção, variações no ritmo de execução em diferentes intervalos de tempo, mobilização inicial e duração total.

As alocações otimizadas e os limites máximos de custos e recursos, definidos no plano mestre, podem ser modelados e organizados através de curvas de agregação simples ou acumuladas.

O planejamento tático e a programação são então realizados na etapa final de engenharia, utilizando dados mais detalhados e precisos, ajustando-se aos parâmetros estabelecidos pelo plano mestre e pelas curvas "S".

Mesmo que o projeto seja único, a equipe de gerenciamento pode, com base na experiência adquirida ou em informações documentadas de projetos similares, estimar a duração prevista.

Com os custos estimados, as durações totais definidas e as estratégias traçadas, a análise das curvas de agregação simples e acumuladas mais adequadas ao tamanho, tipo e objetivos do projeto é realizada.

Essas curvas podem representar a agregação dos recursos de forma relativa (percentual) ou absoluta (em unidades métricas ou monetárias). A forma relativa é mais comum em curvas de progresso, enquanto a forma absoluta é preferida em curvas de custos e recursos.

Sim, é possível combinar ambas as formas de representação, utilizando uma escala de tempo relativa em percentual ao longo do eixo horizontal (eixo das abscissas), variando de 0% a 100% para o prazo original previsto do projeto.

Além disso, pode-se adicionar um segundo eixo Y' de valores relativos (eixo das ordenadas), correlacionando-o com o eixo dos recursos em termos absolutos, o que proporcionará uma representação do progresso do projeto em termos percentuais.

Essa abordagem permite visualizar não apenas o avanço temporal do projeto, mas também a relação entre o progresso e a alocação de recursos ao longo do tempo, facilitando a análise e o acompanhamento do desempenho do projeto de forma mais completa e integrada.

A CURVA S COMO TÉCNICA DE CONTROLE :

Como técnica de controle, a curva "S" representa o resultado final do processo de planejamento e programação do projeto. Com os dados obtidos nesse processo, é traçada a curva que servirá como referência durante a etapa de execução.

Essa curva é utilizada como parâmetro de comparação entre o desempenho esperado ou planejado (como o andamento físico ou progresso dos serviços, o consumo de homens-hora, materiais, equipamentos e custos) e o desempenho efetivamente alcançado, resultado da aplicação dos recursos durante a execução do projeto.

Essa comparação é essencial para avaliar se o projeto está seguindo conforme o planejado e para identificar eventuais desvios que possam requerer ajustes no curso das ações.

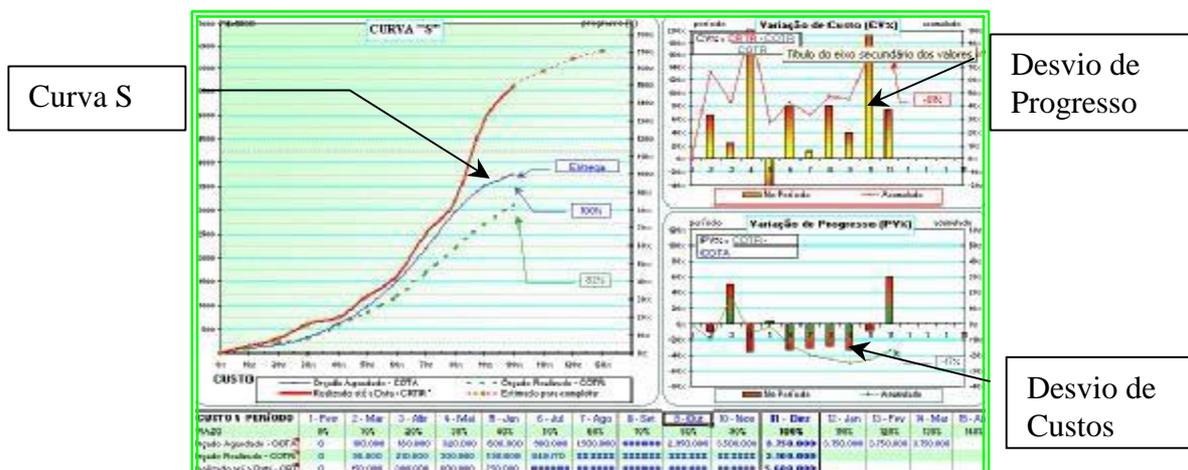


Fig. 2: A **curva S** como técnica de controle.

SELECIONANDO A CURVA REPRESENTATIVA:

A obtenção da forma mais conveniente para cada fase de um projeto implica em dois procedimentos fundamentais:

- A. Escolha da curva que melhor representará o progresso físico e/ou os diferentes consumos de recursos na fase em questão.
- B. Definição dos parâmetros que moldam a curva.

Heineck e Limmer destacam a curva clássica trapezoidal e a curva beta como exemplos significativos para a fase de construção. Ao sobrepor essas curvas, obtemos:

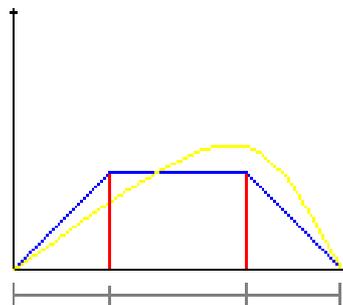


Fig. 3: Curva de distribuição trapezoidal e Curva Beta superpostas.

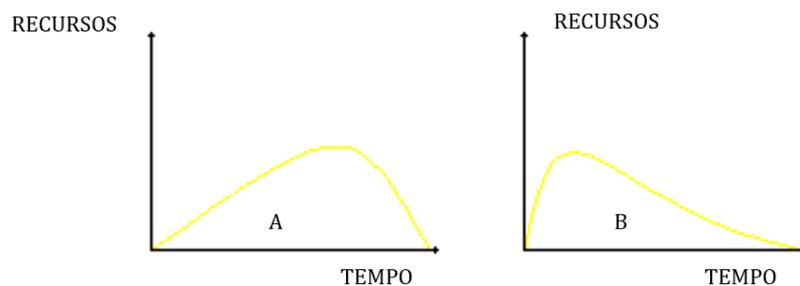


Fig. 4 Casos extremos de curvas de distribuição simples

Os dois casos ilustrados na figura 4 exemplificam situações que devem ser evitadas. No primeiro caso (A), o projeto apresenta uma inércia inicial muito grande, provavelmente devido a dificuldades de mobilização.

Isso resulta em uma parte final do cronograma "saturada", com um esforço excessivo concentrado em um período curto de tempo. No segundo caso (B), ocorre o oposto: a parte inicial está supermobilizada, enquanto a desmobilização ocorre com uma lentidão excessiva na fase final. Ambas as situações podem acarretar custos desnecessários e devem ser gerenciadas atentamente para evitar impactos negativos no projeto.

MONTAGEM DA CURVA S :

A montagem da curva depende da sua função como técnica gerencial dentro da fase de implantação, que pode ser basicamente de dois tipos:

- Técnica de planejamento e programação: Neste caso, o planejamento e a programação são

derivados da curva de disponibilidade dos recursos (Figura 1).

- Técnica de controle: Aqui, a curva é resultado da programação realizada (Figura 2).

MONTAGEM DA CURVA “S” COMO TÉCNICA DE PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO:

Para o planejamento e programação de projetos, é possível montar curvas de mão-de-obra, equipamentos, materiais e custos. No entanto, a relação entre o progresso físico e o tempo é uma das aplicações mais importantes (ou até mesmo a mais importante) da curva.

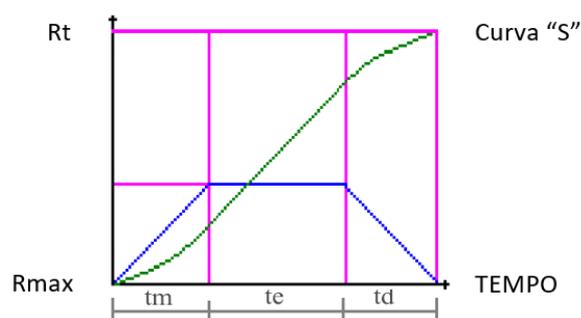
Ao desejar trabalhar com essa relação, é crucial selecionar, antes de iniciar a montagem da curva, o recurso que será utilizado como base para a referência do progresso físico. Geralmente, há duas opções: o financeiro e a mão-de-obra.

O uso do recurso financeiro é mais comum por ser uma medida global de comparação, convertendo todas as unidades em uma única unidade (a unidade monetária). Por outro lado, a mão-de-obra pode ser preferível quando o projeto envolve moedas diferentes.

Além disso, é importante avaliar a força de trabalho ao longo do projeto para detectar desvios em relação ao planejamento.

A montagem da curva é realizada através dos seguintes procedimentos:

- Escolha do tipo de curva a ser adotada . Curvas simples (não acumuladas) : (1) constante, (2) triangular, (3) trapezoidal, (4) derivadas da distribuição normal ou (5) curva exponencial com eixos auxiliares. Curvas (acumuladas) : (1) curva normal, (2) curva exponencial com eixos auxiliares e as formas resultantes da integração das curvas simples (3) constante, (4) triangular e (5) trapezoidal.
- cálculo e definição dos parâmetros ($R_{máx}$, R_t , D_t , t_m , t_d e t_e) da curva escolhida; Estes dois procedimentos (a e b) compõem etapa mais importante da aplicação de curvas no planejamento e programação, pois expressarão grande parte das condicionantes (as estratégias, as restrições e os níveis máximos de alocação dos recursos. os ritmos de execução) estabelecidos no plano mestre do projeto.
- Montagem das curvas de distribuição simples e a acumulada do projeto .



MONTAGEM DA CURVA S COMO TÉCNICA DE CONTROLE:

Pronta a programação do projeto por meio das técnicas apropriadas, estando os recursos e os custos alocados e nivelados, traça-se as curvas de agregação simples.

Estas curvas são obtidas pelo somatório em cada unidade de tempo (dias, semanas, etc.) dos

andamentos físicos ou progressos, consumo de homens-hora, equipamentos-hora, materiais e custos de todas as atividades. Ao acumular-se em cada uma destas unidades de tempo os valores totais alocados nas unidades anteriores, plota-se a curva *S* representativa do projeto.

A montagem da curva *S* para mão-de-obra, equipamentos, materiais e custos é direta : alocados os recursos (preferivelmente em um diagrama de GANTT para melhor disposição), faz-se à totalização e acumulação dos valores por unidade de tempo, obtendo-se então a curva.

APLICAÇÕES EM SOFTWARES DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Para se implantar o conceito de modelagem da curva "*S*" nestes softwares, é comum a aplicação de um processo longo de tentativas até que se chegue a um resultado, geralmente, não satisfatório do modelo da curva.

Uma alternativa para obtenção da modelagem da curva, seria disponibilizar os recursos segundo uma distribuição preestabelecida, modelada conforme o tipo de curva *S* desejada, as características do projeto e realizar os cálculos considerados as premissas e restrições que servirão de input aos algoritmos de cálculo dos softwares de gerenciamento.

Os cálculos serão realizados com base na disponibilidade dos recursos (mão de obra/equipamentos/materiais), previamente modelada.

O resultado obtido será semelhante a curva previamente estabelecida, uma vez que, além de estar compatível com a metodologia de execução, ou seja, de acordo com a rede de precedência, estará associado à disponibilidade do efetivo (no caso de mão de obra) ao longo do desenvolvimento do projeto (previamente modelado).

Em resumo, a adoção de uma determinada forma como orientação do comportamento do projeto (em termos de progresso físico, custos, de mão-de-obra, etc.) somente é possível através de tentativas, modificando-se e ajustando-se os cronogramas, ou mesmo revendo a rede de precedências do projeto, até que se obtenha uma curva programada satisfatoriamente similar à forma desejada.

ANÁLISE DE DESEMPENHO:

A análise do desempenho ou progresso emprega o conceito da curva *S* como técnica de controle.

Traçada a curva *S* obtida no processo de programação e plotando-se durante a fase de construção, os resultados acumulados da execução das atividades compreendidas em um determinado período, tem-se em mãos um ótimo instrumento de análise entre o que foi planejado (estimado) e o que foi realizado.

Esta comparação é utilizada como indicador de progresso quase sempre em termos de desvios em relação ao avanço físico, homens-hora e, principalmente, custos (figura 2).

Estando as curvas compatíveis (com os valores bem próximos), pode-se considerar o progresso como sendo satisfatório.

Caso a curva realizada esteja com considerável desvio (superior ou inferior à curva planejada), deve-se rever os dados considerados na programação pois estes poderão estar majorados ou

subestimados.

Além disso, deve-se tomar as medidas corretivas em nível de execução para que a curva realizada retorne ao planejamento original.

As curvas podem ser empregadas para a avaliação tanto de uma atividade isolada quanto do projeto em sentido global, aumentando a eficácia do planejamento e do controle.

GESTÃO FINANCEIRA DO PROJETO:

Basicamente, o emprego da curva *S* na gestão financeira do projeto está centralizado na superposição das curvas receitas x despesas do projeto (figura 5).

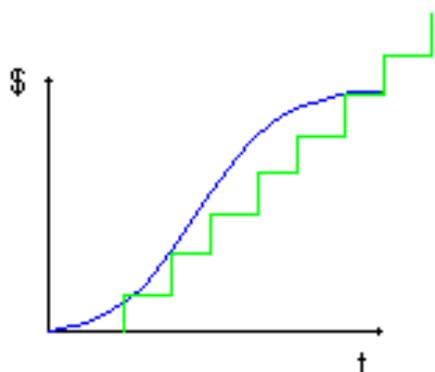


fig. 5: Curvas despesas e receitas.

Por meio destas curvas pode-se avaliar a rentabilidade, lucratividade e calcular o valor presente, além de servir como análise de alternativa para tomada de decisão em estudos de viabilidade.

AS FASES DE ENGENHARIA E SUPRIMENTOS:

Os formatos e intercessões típicos das curvas de distribuição simples e acumulada das fases de engenharia e suprimentos estão ilustrados na figura 6.

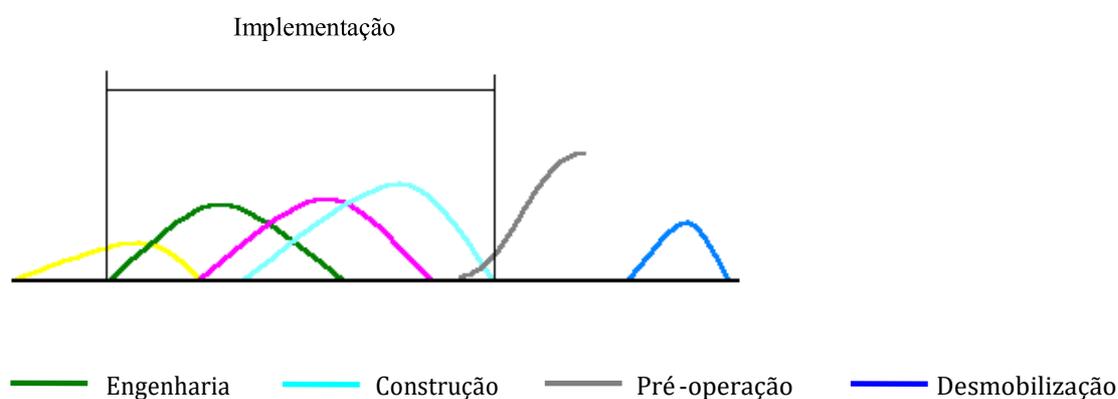


fig. 6 Curvas típicas para as fases de engenharia e suprimentos.

INVENTÁRIO DE APLICAÇÕES DA CURVA S NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS:

Além das aplicações tradicionais e genéricas já citadas da curva S, existem muitas outras dentro da construção civil de usos mais específicos. Um resumo destas outras aplicações feito por Heineck está exposto a seguir :

- *Orçamentos:* (1) Aplicação de taxas diferenciadas de BDI para geração de capital de giro no início da construção; (2) Determinação do momento em que a construção passa de deficitária para superavitária; (3) Determinação do Valor Presente Líquido da taxa embutida no BDI; (4) Determinação da taxa interna de retorno do fluxo de caixa do projeto;
- *Programação de Obra:* (1) Avaliação das repercussões da condução do projeto em seus tempos mais cedo ou mais tardes (Just-in-case ou Just-in-time); (2) Nivelamento de recursos e atendimento a volumes máximos e recursos existentes; (3) Desenho de curvas tempo vs. custo, a partir dos custos de mobilização e desmobilização dos recursos; (4) Avaliação Expedita do prazo de obra.
- *Gerência do Projeto :* (1) Avaliação das áreas de estocagem de materiais; (2) Avaliação dos prazos de compra e entrega de materiais em antecipação as suas necessidades na instalação e montagem; (3) Avaliação dos níveis de mão-de-obra a recrutar ; (4) Determinação da rotatividade da mão-de-obra; (5) Administração financeira do projeto e determinação de seu fluxo de caixa.
- *Controle de Projeto :* (1) Avaliação do progresso físico em função do custo incorrido; (2) Determinação de taxas de trabalho para recuperação de atrasos; (3) Avaliação do número de homens necessários em obra em contraste com as disponibilidades ; (4) Cálculo da produtividade global do projeto.

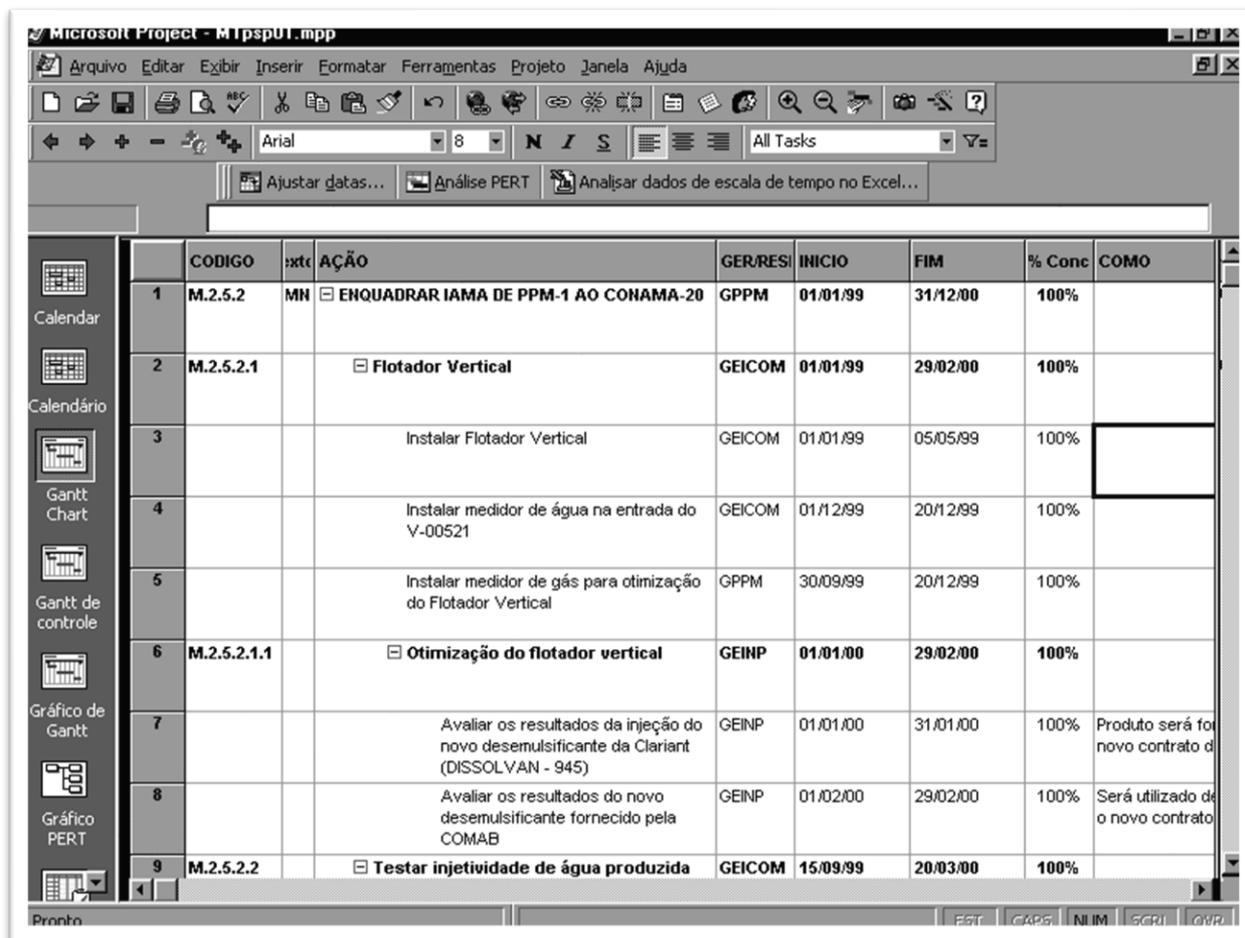
2. GERAÇÃO DA CURVA “ S ”

Abrir o ARQUIVO do MS-PROJECT que se deseja obter a CURVA “S”.

OBTENÇÃO DA CURVA “S” PREVISTA ACUMULADA:

- Inserir coluna de % **concluída** e simular a conclusão de todas as tarefas, colocando o valor de 100% de realização.

Para os casos, onde já foram lançados evolução física (%) o início real e fim real, deverão ser excluídos e alimentados com os dados das colunas início da linha de base e término da linha de base.

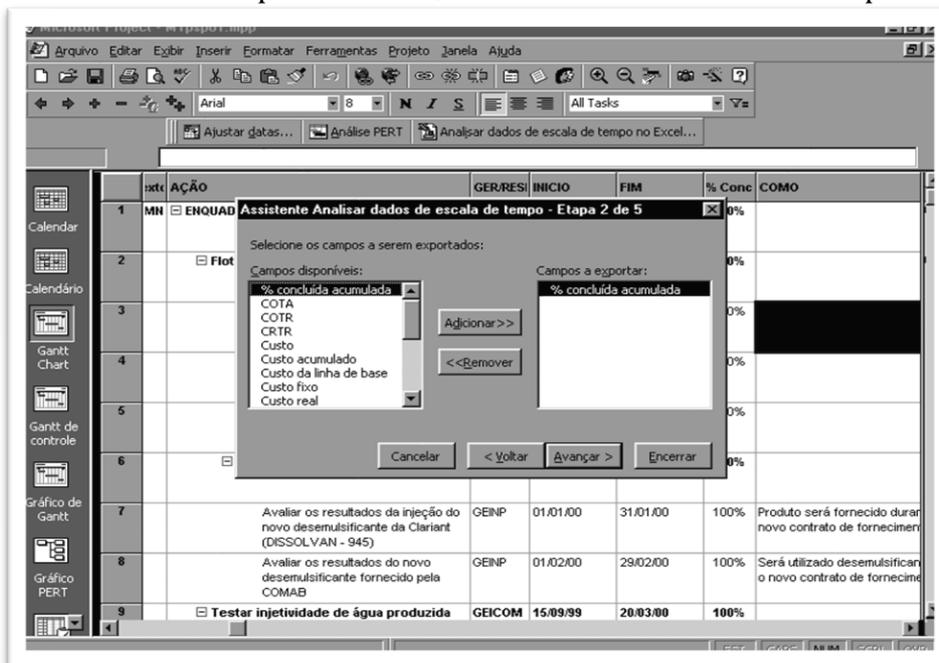


	CODIGO	ext	AÇÃO	GER/RES	INICIO	FIM	% Conc	COMO
1	M.2.5.2	MN	ENQUADRAR IAMA DE PPM-1 AO CONAMA-20	GPPM	01/01/99	31/12/00	100%	
2	M.2.5.2.1		Flotador Vertical	GEICOM	01/01/99	29/02/00	100%	
3			Instalar Flotador Vertical	GEICOM	01/01/99	05/05/99	100%	
4			Instalar medidor de água na entrada do V-00521	GEICOM	01/12/99	20/12/99	100%	
5			Instalar medidor de gás para otimização do Flotador Vertical	GPPM	30/09/99	20/12/99	100%	
6	M.2.5.2.1.1		Otimização do flotador vertical	GEINP	01/01/00	29/02/00	100%	
7			Avaliar os resultados da injeção do novo desmulsificante da Clariant (DISSOLVAN - 945)	GEINP	01/01/00	31/01/00	100%	Produto será fornecido pelo novo contrato de
8			Avaliar os resultados do novo desmulsificante fornecido pela COMAB	GEINP	01/02/00	29/02/00	100%	Será utilizado de acordo com o novo contrato de
9	M.2.5.2.2		Testar injetividade de água produzida	GEICOM	15/09/99	20/03/00	100%	

Preparando o plano para exportar p/ excel:

- Marcar no MS-Project a Linha, em seu Nível Maior da EAP que se deseja obter os Dados da Curva “S” .
- Clicar com o lado direito do mouse, em espaço vazio dentro da área das barras de ferramentas , escolher "**análise**". Aparecerá  Analisar dados de escala de tempo no Excel...
- Clicar neste ícone, e escolher as opções que aparecem (iniciará um processo e exportação de dados para o excel) :
 - a) Clicar "TAREFA SELECIONADA NO MOMENTO ", e avançar,
 - b) Clicar sobre "trabalho" do "campo a exportar", depois clicar sobre " <<Remove", para deslocar para o lado de "campos disponíveis".

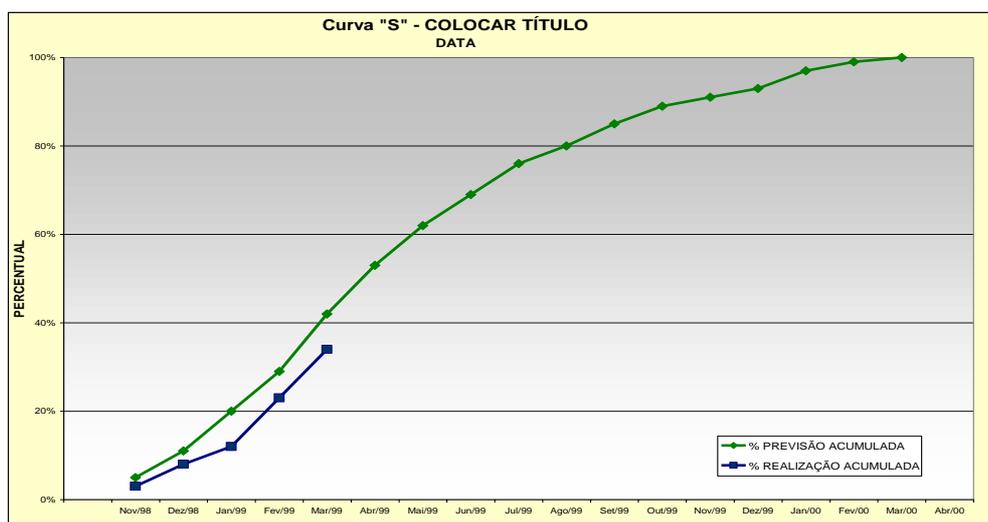
Proceder de maneira semelhante para levar "%concluída acumulada" de "campos disponíveis"



para "campo a exportar", clicando sobre "adicionar>>". A situação fica dessa maneira:

- Selecionando o campo % concluído acumulado
- Avançar, e na próxima tela alterar a unidade para meses.
- Clicar para não plotar gráfico, avançar, e clicar "exportar dados". Gerará dados em planilha Excel.
- Copiar desta planilha gerada, somente as linhas referentes a "meses" e "%concluída acumulada", que será utilizada na elaboração da curva S.

Levar os dados das duas linhas acima (selecionadas) para o gráfico padrão da Curva, devendo ser colados após as colunas MÊSES e % PERCENTUAL DE PREVISÃO ACUMULADA.



Meses	Nov/98	Dez/98	Jan/99	Fev/99	Mar/99	Abr/99	Mai/99	Jun/99	Jul/99	Ago/99	Set/99	Out/99	Nov/99	Dez/99	Jan/00	Fev/00	Mar/00
% PREVISÃO ACUMULADA	5%	11%	20%	29%	42%	53%	62%	69%	76%	80%	85%	89%	91%	93%	97%	99%	100%
% REALIZAÇÃO ACUMULADA	3%	8%	12%	23%	34%												