



CONTROLE DA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO ATRAVÉS DE CURVAS “S” APLICADO NA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS

André Chiodelli Scopel (1); Luciana Londero Brandli(2); Juliana Kurek(3); Adalberto Pandolfo(4) Amauri Gomes Moraes (5)

(1) Faculdade de Engenharia e Arquitetura – UPF – Universidade de Passo Fundo, Brasil – e-mail: scopel@tpo.com.br

(2) Faculdade de Engenharia e Arquitetura – UPF – Universidade de Passo Fundo, Brasil – e-mail: brandli@upf.br

(3) Faculdade de Engenharia e Arquitetura – UPF – Universidade de Passo Fundo, Brasil – e-mail: juliana.kurek@gmail.com

(4) Faculdade de Engenharia e Arquitetura – UPF – Universidade de Passo Fundo, Brasil – pandolfo@upf.br

(5) Faculdade de Engenharia e Arquitetura – UPF – Universidade de Passo Fundo, Brasil – amauri@upf.br

RESUMO

Proposta: Para apresentar bons resultados todo o projeto necessita de gerenciamento. Este artigo tem como objeto o estudo do gerenciamento do tempo de projetos sob a problemática de ser o tempo gerenciável efetivamente ou não através das curvas S para monitorar e controlar a mudança dos prazos no decorrer do projeto facilitando a tomada de decisões. **Método de pesquisa/Abordagens:** São apresentados para a construção das curvas os métodos (i) da experiência prévia, (ii) da tabela de distribuição normal de Gauss e (iii) da determinação pela equação. A partir dos conceitos básicos da revisão bibliográfica foi utilizado o método da experiência prévia para construção das curvas de um contrato de fornecimento de estruturas metálicas para uma mina de bauxita em Paragominas-PA, onde, para cada prédio integrante do escopo foi desenvolvida uma curva contendo previsto, real e tendência e assim comparando-as. **Resultados:** Destaca-se que as curvas S podem ser utilizadas em várias áreas sendo que na construção civil é utilizada por algumas empresas no planejamento e controle de obras com ênfase no gerenciamento de projetos; a execução da curva sumária permite controlar o cumprimento dos marcos contratuais. **Contribuições/Originalidade:** Como ferramenta para o gerenciamento a curva S é confiável, pois mapeia o andamento do projeto facilitando a tomada de decisões.

Palavras-chaves :Gerenciamento de projetos; curva S; curvas de agregação

ABSTRACT

Propose: To get good results all the project needs management. This paper has as object the study of the management of the time of projects under the problematic one of being the manage time effectively or not through curves S to monitor and to control the change of the stated periods in elapsing of the project facilitating the taking of decisions. **Methods:** The methods (i) of the previous experience, (ii) of the table of normal distribution of Gauss and (iii) of the determination for the equation are presented for the construction of the curves. From the basic concepts of the bibliographical revision the method of the previous experience for construction of the curves of a contract of supply of metallic structures for a bauxite mine was used in Paragominas-Pará, where, for each integrant building of the target a curve was developed contends foreseen, real and trend thus and comparing them. **Findings:** It is distinguished that curves S can be used in some areas being that in the civil construction is used by some companies in the planning and control of workmanships with emphasis in the management of projects; the execution of the summary curve allows to control the fulfilment of contractual landmarks. **Originality/value:** Tool for the management curve S is trustworthy, therefore the course of the project facilitating the taking of decisions.

Keywords: management of projects; curve S; aggregation curves.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Gerenciamento de projetos

O *Project Management Institute* - PMI (Instituto de administração de projetos), define que projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto ou serviço único, implicando em prazo limitado, uma data para conclusão e um resultado diferente daquele produzido no curso da rotina operacional (KEELLING, 2002).

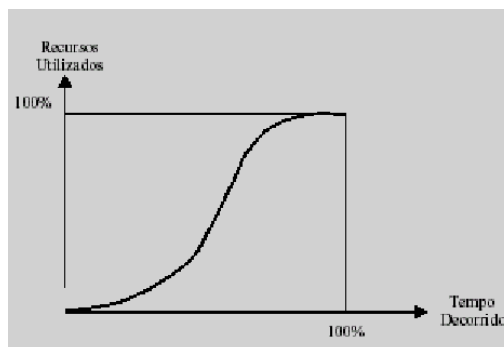
Segundo Dinsmore (2003), um projeto é um empreendimento único, com início e fim determinados, que utiliza recursos e é conduzido por pessoas, visando atingir objetivos predefinidos, passando por algumas fases que se costuma chamar de ciclo de vida do projeto (VALERIANO, 1998), sendo elas: (a) Conceitual: atividades que vão desde a idéia inicial, passam pela elaboração de uma proposta e vão até a aprovação desta; (b) Planejamento e organização: o projeto é planejado e organizado em minúcias necessárias à execução e ao controle; (c) Implementação: é executado por uma equipe controlada pelo gerente de projeto até atingir o objetivo, compreendendo a execução das tarefas e o controle das mesmas; (c) Encerramento: ocorre a transferência dos resultados do projeto, com a aceitação do cliente, seguida de uma avaliação geral do projeto e, por fim, a desmobilização dos meios utilizados na implantação.

Segundo Dinsmore (2003), a gestão de um projeto é composta por nove gerenciamentos distintos: I - Gerenciamento do Escopo; II – Gerenciamento do Tempo; III - Gerenciamento do Custo; IV – Gerenciamento da Qualidade; V - Gerenciamento dos Recursos Humanos; VI - Gerenciamento da Comunicação; VII - Gerenciamento dos Riscos; VIII - Gerenciamento das Aquisições; IX - Gerenciamento da Integração.

1.2 Conceito da Curva “S”

A Curva S é uma forma gráfica de acompanhar a implantação de um projeto ou empreendimento. Sua principal qualidade é a de sintetizar dados diversos em uma representação única do andamento do processo. O progresso ou grau de conclusão do projeto é ilustrado e quantificado em termos percentuais (DINSMORE, 2004, p. 49).

Em Gaspar, (2000); PMBOK, (1996); Vargas, (2002) *apud* Prikladnicki (2003), a Curva S é representação gráfica para: custos, horas trabalhadas ou outras quantidades acumuladas e plotadas em função do tempo. O nome da curva deriva do formato da curva ser similar à letra S, produzido por um projeto que se inicia lentamente, acelera e depois reduz seu ritmo, como mostrado na Figura 1.



Fonte: Prikladnicki, 2003, p. 48

Figura 1- Representação da curva S

1.3 Aplicações da Curva “S”

Por se tratar de uma técnica simples e de fácil entendimento são encontrados vários usos e finalidades para seu emprego ao longo dos processos de um projeto. Essa ferramenta pode ser utilizada tanto na escala macroeconômica para programação e controle de obra quanto em níveis microeconômicos como afirma Heineck (1989) para orçamentação, programação e gerencia de obra, administração financeira de obras e empresas.

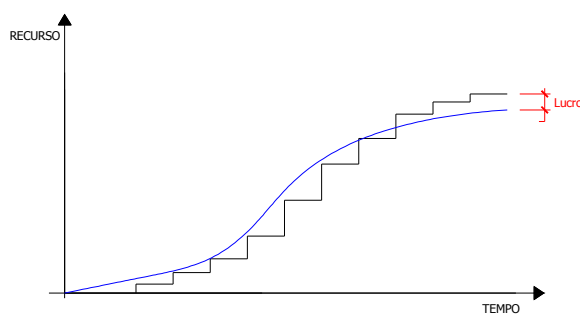
Sendo mais voltado ao gerenciamento de projetos Dinsmore (2004) considera a Curva S aplicável ao detalhamento de engenharia por homens/hora ou por documentos emitidos; desenhos ou documentos por quantidades ou valores ponderados; requisições por quantidade ou valores monetários; pedidos de compra por quantidades ou valores monetários; construção, instalação ou montagem por homens/hora ou unidades de serviços executados; desembolsos ou fluxos de caixa em valores monetários; e acompanhamento de todo e qualquer processo por mais complexidade que apresente.

Por representar graficamente o resultado da acumulação das distribuições percentuais, parciais, relativas à alocação de determinado fator de produção ao longo do tempo conforme afirma Silva (2005), a Curva S se mostra aplicável a qualquer processo onde se tenha uma variável cumulativa ao longo do tempo que se comporte conforme a distribuição estatística de Gauss.

Dentre as várias aplicações para a Curva S são mencionadas a seguir aquelas que são utilizadas a fins de gerenciamento de projetos:

1.3.1 Orçamentação:

Uma das aplicações da curva S na orçamentação de obras é a visualização no gráfico do momento em que a obra passa de deficitária à superavitária. Conforme afirma Heineck (1989) depois de feito o orçamento da obra e aplicada a taxa de benefício e despesas indiretas (BDI) pode-se dispor imediatamente da margem de lucro embutida neste. Por servir tanto para receitas quanto para despesas, as curvas situam o ponto exato onde os lucros começam a ser gerados.



Fonte: Adaptado de: Heineck, 1989, p. 25.

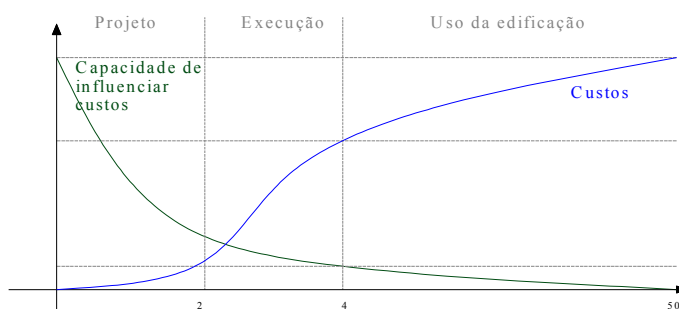
Figura 2 - Curva S dos custos ao longo da vida útil de um projeto.

1.3.2 Programação de obra:

O processo de construção possui várias fases que podem ser simplificadas em projeto, execução e uso da edificação. As duas primeiras com prazos que variam de dois a quatro anos e a terceira que se estende por aproximadamente 50 anos. Segundo Heineck (1989) em todas essas incorrem custos sendo eles na fase de projetos em torno de 5% do valor total da obra distribuídos muitas vezes em um espaço

de tempo quase igual ao da construção. Durante o uso da edificação os custos de manutenção e operação chegam muito próximos ao de construção, porém dissolvidos em um tempo muito maior.

Os gastos incorridos ao longo da vida útil de um projeto são representados na Figura 3.



Fonte: Adaptado de: Heineck, 1989, p. 20

Figura 3 - Curva S dos custos ao longo da vida útil de um projeto.

1.3.3 Gerenciamento de obras:

Existem muitas aplicações para as curvas S no gerenciamento de obras. O foco deste trabalho é o controle de empreendimentos. Segundo Heineck (1989) os gráficos gerados por essa técnica de controle apresentam a curva característica que deve ser objetivada, a curva real que vem sendo seguida e o ritmo de trabalho que é necessário para recuperar o desvio. Além de representar os desvios ocasionados por problemas de produção, essa técnica permite analisar impactos ocasionados por eventos tais como greves, falta de materiais, indecisões do projeto e acúmulo de trabalho em determinadas tarefas.

1.4 Elaboração da Curva “S”

1.4.1 Baseado em experiência prévia

Dinsmore (2004) discorre sobre a preparação da Curva S formando uma seqüência de passos: (a) traçar o cronograma de barras indicando o prazo previsto para cada atividade principal; (b) ao longo de cada barra, distribuir os percentuais de progresso previsto, baseado em dados provenientes de projetos anteriores, geralmente em forma de curva de Gauss; (c) determinar o peso relativo de cada item no cronograma. Utilizar critérios de custo tempo gasto; (d) o cálculo do progresso ou grau de andamento previsto no final de cada mês, ou outra fração de tempo.

1.4.2 Baseado na tabela de distribuição normal

Na ausência de experiência prévia, usam-se tabelas de distribuição normal para elaborar a Curva S. Esta tabela tem por base as experiências práticas de diversos projetos, aplicando-se também à ciência da estatística. Existem grupos de curvas do tipo Gauss que representam a distribuição normal de algum parâmetro de uma atividade específica de projetos no decorrer do tempo (DINSMORE, 2004). Com base nessas distribuições elaboram-se Curvas S mostrando o desenvolvimento de homens/hora acumulado nas atividades principais de compras, engenharia e construção de um projeto típico.

1.4.3 Determinação da curva pela equação

Utilizada para fazer um pré-planejamento, visa elaborar a curva que determinará o andamento do projeto utilizando a equação indicada por Limmer (1997):

$$y = C \times e^{-k \cdot x^2} \quad (a)$$

onde: C e K são constantes a serem determinadas em função dos pontos obrigatórios de passagem da curva.

2 OBJETIVO

Aprimorar a utilização de Curva S para o monitoramento e controle de mudanças dos prazos no decorrer de um projeto, proporcionando ao gestor fácil visualização do processo para a tomada de decisões.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho adotou-se a metodologia a seguir delineada:

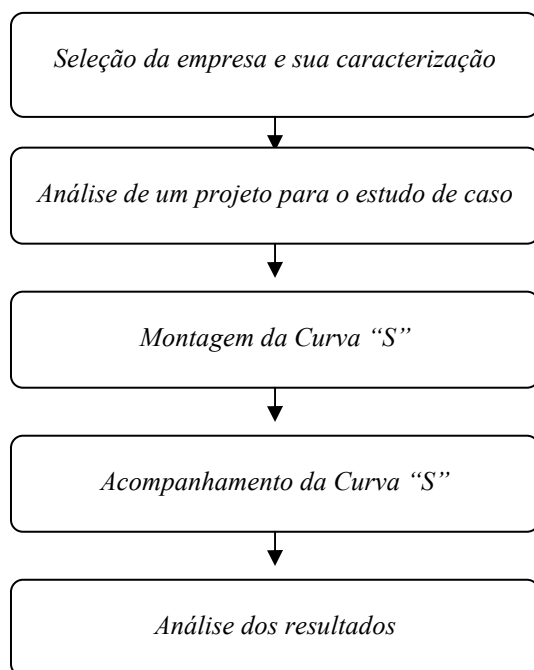


Figura 4 – Delineamento da Pesquisa

3.1 Caracterização da empresa e obra

A empresa analisada tem suas atividades voltadas à metalurgia, e focaliza seus negócios em estruturas metálicas para sustentação de equipamentos, prédios de processos, pontes, armazéns e construção civil. Inserida no setor metalúrgico, tem como principais produtos na divisão comercial de componentes perfis soldados, dobrados e chapas. Já na divisão comercial de estruturas fabrica principalmente pavilhões industriais, edifícios de múltiplos andares, *shoppings centers*, pontes, torres de transmissão, e *pipe racks*.

3.2 Análise do projeto

O projeto a ser estudado é de estrutura metálica para uma mina de bauxita, de propriedade da Companhia Vale do Rio Doce, a mina está localizada em Paragominas no estado do Pará de onde será extraído o minério a partir do qual é produzido a Alumina, matéria prima para a produção do Alumínio.

Ao analisar o projeto e sua estrutura analítica pode-se observar que o mesmo era composto por vários prédios independentes que compõem a mina de bauxita. Do ponto de vista de planejamento cada prédio corresponde a um percentual dentro do total do projeto. Para a obtenção desses percentuais foi feita uma comparação entre os pesos individuais das estruturas metálicas e o peso total das estruturas da obra.

3.3 Montagem das curvas

Para a montagem das curvas S foi utilizado o método da experiência prévia referenciado por Dinsmore (2004). Traçado o cronograma de barras indicando o prazo previsto para cada atividade principal. Para cada barra, foi distribuído o percentual de progresso previsto, baseado em dados provenientes de projetos anteriores, utilizando séries históricas de produção para produtos semelhantes. Determinado o peso relativo de cada item utilizando um critério de custo orçado para cada atividade.

3.4 Acompanhamento das Curvas

As curvas geradas a partir do acompanhamento e controle do projeto durante a execução, são apresentadas juntamente com a curva prevista. Desta maneira é possível o traçado de uma terceira curva chamada de linha de tendência, utilizada para redimensionar o prazo para cumprir possíveis atrasos ou para indicar pontos onde a produção está além do previsto. Na sequência são traçadas as curvas S para cada um dos prédios integrantes do projeto.

O acompanhamento era realizado mensalmente. Assim foi possível replanejar mensalmente a obra e alterar a curva de tendência conforme a necessidade de estruturas no canteiro. Para tal atualização foi inserido na planilha os percentuais concluídos acumulados. Planilhas e controles internos de processos de produção foram utilizados para a obtenção dos percentuais realizados no mês e acumulados.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

No projeto, existem prédios de diferentes aspectos, funções e tamanho, dentre eles estão desde galpões para armazenagem, torres de processo, estruturas de suporte para fornos e caldeiras até *pipe-rack*. O contrato de fornecimento era inicialmente de aproximadamente 1700 toneladas de aço carbono, devido à várias revisões de projeto e incremento de estruturas em alguns prédios esse número tem aumentado e a previsão é que totalize 2300 toneladas. Os prédios integrantes do contrato de fornecimento de estruturas para a mina estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 - Relação de prédios e respectivos pesos.

PRÉDIO	Peso (t)
Moagem	1409,3
Estocagem e preparação de leite de Cal	6,8
Est. De Bombeamento de Miltônia 3	206,5
Oficina de manutenção geral	444,1
Oficina de caldeiraria leve	60,1
Almoxarifado	163,7
Oficina de veículos leves	12,1
Área externa das tubulações de polpa	81,3

Para elaborar o gráfico contendo a curva S foi utilizada a Tabela 3 (como exemplo a tabela para o prédio de moagem) que contém os percentuais por etapa, e o percentual a que o prédio representa no projeto como um todo

Tabela 2 - Dados para a elaboração da curva S – Moagem

Atividades	%		PERÍODO														
				D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
Moagem	100%	A	P	-	3	6	10	15	38	74	83	89	99	100	100	100	100
			R	-	-	0	0	3	10	40	60	69	77	-	-	-	-
			T	-	3	6	10	15	38	74	77	83	77	100	100	100	100
		M	T	-	3	3	4	5	23	36	3	6	(6)	23	0	-	-
			P	-	3	3	4	5	23	36	9	6	10	1	-	-	-
			R	-	-	0	-	3	7	30	20	9	8	(77)	-	-	-
ENGENHARIA	20%	P	-	15	30	50	73	80	80	90	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	2	2	16	36	67	75	80	84	-	-	-	-	
		T	-	15	30	50	73	80	80	75	80	84	100	100	100	100	
lista de material para compra	10%	P	-	50	50	50	80	80	80	100	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	4	4	80	80	80	80	97	100	-	-	-	-	
detalhamento	35%	P	-	10	50	50	80	80	80	100	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	4	4	20	37	70	75	81	86	-	-	-	-	
revisão	15%	P	-	45	50	50	80	80	80	90	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	4	4	4	31	65	75	80	82	-	-	-	-	
envio de desenhos p/ aprovação	5%	P	-	-	-	50	80	80	80	80	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	4	4	-	28	65	75	77	80	-	-	-	-	
aprovação	5%	P	-	-	-	50	80	80	80	80	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	28	65	75	77	80	-	-	-	-	
conformação	20%	P	-	-	-	50	60	80	80	80	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	27	60	75	75	80	-	-	-	-	
envio para a fábrica	10%	P	-	-	-	50	50	80	80	80	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	27	60	75	75	80	-	-	-	-	
FABRICAÇÃO	75%	P	-	-	-	-	-	29	75	80	85	98	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	4	34	57	66	75	-	-	-	-	
		T	-	-	-	-	-	29	75	80	85	75	100	100	100	100	
Eng. Produção	5%	P	-	-	-	-	-	80	80	80	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	22	55	75	71	79	-	-	-	-	
Estamparia (corte e dobra)	10%	P	-	-	-	-	-	55	80	80	98	100	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	15	37	62	71	75	-	-	-	-	
Preparação (furação, chanfros)	25%	P	-	-	-	-	-	40	80	80	90	100	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	6	37	59	69	75	-	-	-	-	
Montagem	20%	P	-	-	-	-	-	30	80	80	80	100	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	-	32	59	67	75	-	-	-	-	
Solda	25%	P	-	-	-	-	-	15	75	80	80	100	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	-	30	59	64	75	-	-	-	-	
Pintura	10%	P	-	-	-	-	-	1	60	80	80	90	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	-	30	45	60	72	-	-	-	-	
Expedição/carregamento	5%	P	-	-	-	-	-	-	45	80	80	84	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	-	30	37	60	72	-	-	-	-	
TRANSPORTE	5%	P	-	-	-	-	-	-	30	98	100	100	100	100	100	100	
		R	-	-	-	-	-	-	27	37	60	69	-	-	-	-	
		T	-	-	-	-	-	-	30	37	60	69	92	100	100	100	

Com os dados de tabelas como a Tabela 2 foram geradas as curvas S para cada um dos prédios que englobaram o projeto. As Figura 6 a 12 representam as cursas.

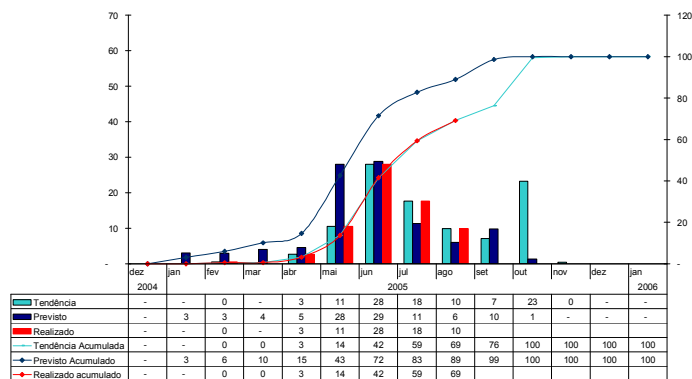


Figura 6 - Curvas “S” do prédio da Moagem, contendo previsto, realizado e tendência.

Observa-se um atraso significativo nos primeiros quatro meses, originado por recebimento tardio dos projetos básicos. Depois de superada a inércia inicial os trabalhos começaram a acontecer conforme planejado, isso é indicado pelo paralelismo das curvas de previsto e realizado.

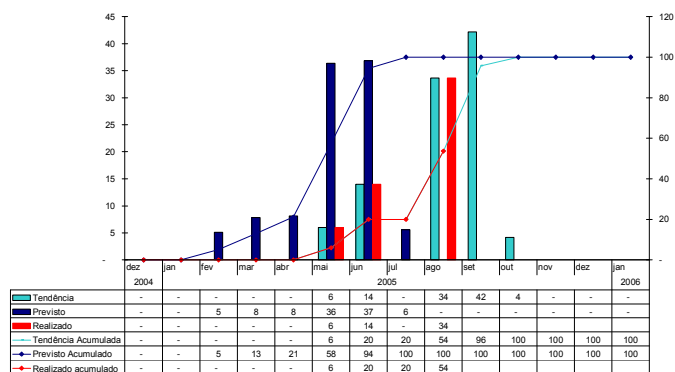


Figura 7 - Curvas “S” do prédio da Estação de Bombeamento de Miltônia, contendo previsto, realizado e tendência.

Observando a Figura 7 observa-se o mesmo atraso inicial visto no prédio anterior. Entre os meses de junho e julho o processo de produção permaneceu parado pois estava concluída a parte da engenharia e a fabricação não foi iniciada. A linha de tendência mostra que no final do projeto será aplicado um ritmo de trabalho acima do planejado.

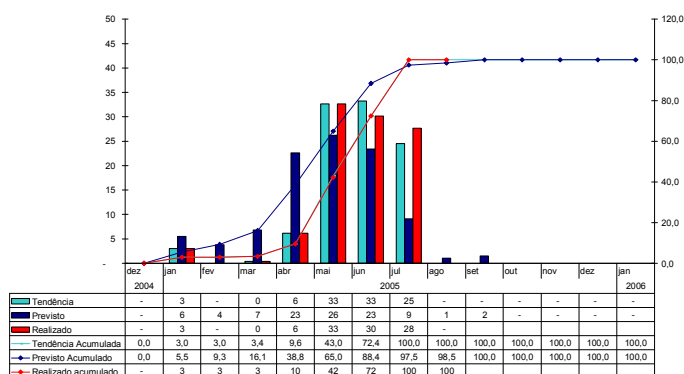


Figura 8 - Curvas “S” do prédio da Oficina de Manutenção Geral, contendo previsto, realizado e tendência.

Observando a Figura 8, observa-se que início seguiu o previsto. Após concluída a etapa da engenharia ocorreu um intervalo de tempo onde o projeto permaneceu parado até ser iniciada a sua fabricação. Após iniciada a fabricação a mesma ocorreu dentro do prazo previsto.

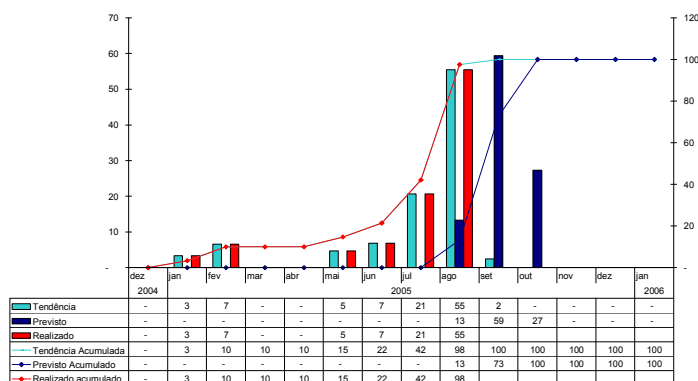


Figura 9- Curvas “S” do prédio da Oficina de Caldeiraria Leve, contendo previsto, realizado e tendência

Antecipou-se o início dos trabalhos. Após concluída a etapa da engenharia ocorreu um intervalo de tempo no qual os trabalhos foram paralisados até ser iniciada a sua fabricação. Após iniciada a fabricação a mesma ocorreu com o prazo planejado, porém com antecipação, isso fica visível quando se observa o paralelismo das curvas de previsto e realizado.

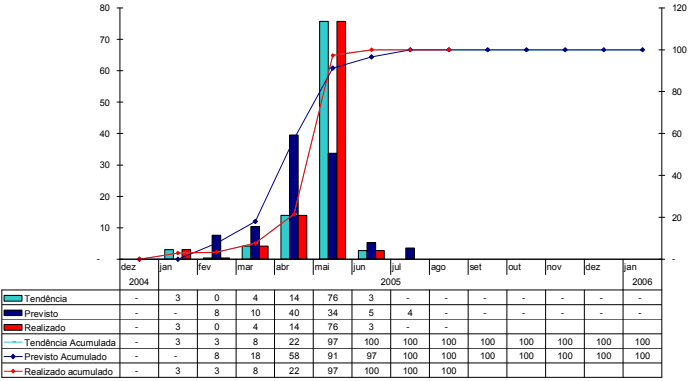


Figura 10 - Curvas “S” do prédio do Almoxarifado, contendo previsto, realizado e tendência.

Observações a partir da Figura 10, que a curva de realizado encontra a de previsto duas vezes, ou seja, os trabalhos são antecipados, depois entram em uma fase de atraso para depois superar novamente o previsto no final dos trabalhos. A fase de engenharia teve seus progressos muito lentos, o que ocasionou em uma recuperação do prazo na parte de fabricação para cumprir os prazos da linha de base.

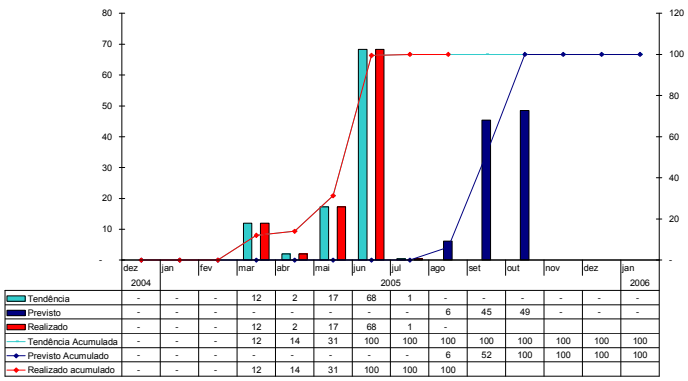


Figura 11 - Curvas “S” do prédio da Oficina de Veículos Leves, contendo previsto, realizado e tendência

Observações sobre a Figura 11, a produção ocorreu dentro do prazo previsto, porém antecipadamente, isso é evidenciado pelo paralelismo das curvas de previsto e realizado.

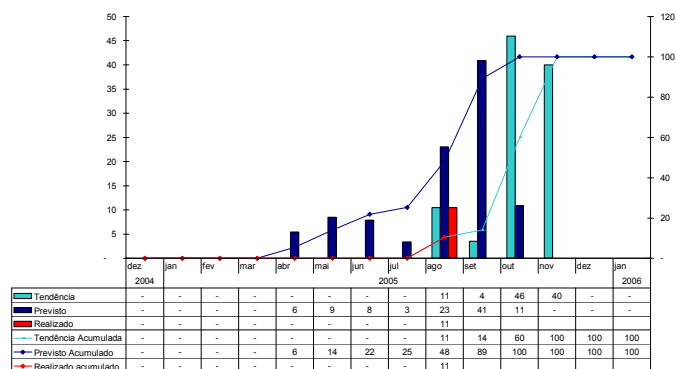


Figura 12 - Curvas “S” do prédio da Área Externa das Tubulações de Polpa, contendo previsto, realizado e tendência

Observa-se que o prazo foi mal dimensionado, as curvas de previsto e realizado são bem distintas, principalmente na parte da engenharia, foram previsto 5 meses para a execução de 20% sendo que o mesmo percentual foi realizado em 2 meses.

Em termos gerais o projeto teve um bom planejamento, isso é evidenciado quando se compara as curvas de previsto e real, ambas ocorrem no mesmo prazo, porém deslocadas devido ao atraso inicial. No final do projeto está ocorrendo uma pequena recuperação do atraso inicial. O atraso inicial do projeto é da ordem de quatro meses, o término ocorrerá dois meses após o previsto, sendo assim a recuperação é de dois meses.

Conclui-se que as curvas consistem em uma ferramenta confiável, pois, permitem observar e mapear o andamento do projeto ao longo do tempo visualizando os atrasos podendo assim replanejar e redimensionar as equipes para atingir as metas e os marcos contratuais.

5 REFERÊNCIAS

DINSMORE, Paul Campbell. (Supervisão) **Como se tornar um profissional em gerenciamento de projetos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

DINSMORE, Paul Campbell. **Gerenciamento de Projeto: Como Gerenciar seu Projeto com Qualidade, dentro do Prazo e Custos Previstos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

HEINECK, Luiz Fernando M. **Curvas de Agregação de Recursos no planejamento e Controle da Edificação – Aplicações a Obras e Programas de Construção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989.

KEELLING, Ralph. **Gestão de projetos: uma abordagem global**. São Paulo: Saraiva, 2002.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997. 225 p.

PRIKLADNICKI, Cecílio. **Gerenciamento de Projetos Aplicado em Pequenas e Médias Indústrias de Bens de Capital Sob Encomenda**. 2003 Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2003.

VALERIANO, Dalton L. **Gerenciamento estratégico e administração por projetos**. São Paulo: Makron Books, 2002.