

Análise do desempenho do Transporte Offshore de Suprimentos

Haroldo José Siqueira da Igreja,
Petrobrás, E&P, Brasil

Resumo

O presente trabalho apresenta um método para acompanhamento do desempenho das embarcações utilizadas nos processos produtivos do sistema de transporte de suprimentos "offshore". Utiliza-se itens de controle e cartas de controle para avaliar e atuar sobre os processos críticos do sistema de transporte "offshore".

Abstract

This paper shows a control method to monitor offshore supply vessels performance of offshore transport system. It is utilized control items and control charts to analyse critical processes of offshore supply system.

1 - Apresentação do problema

A repetição das tarefas nos processos de transporte de suprimentos "offshore" propicia a obtenção de dados de tempos dispendidos e quantidades manuseadas, que permitem as medições do desempenho existentes para cada tipo de embarcação. Estes dados indicarão os processos com maiores variações e com maiores desperdícios de tempos. Indicarão também quais os melhores e piores performances de embarcações e processos como um todo.

Para cada processo crítico acompanhado, é necessário definir o que precisa ser controlado, os fatores externos e internos que geram variações no resultado de cada processo, estudar as variações dos fatores e identificar as causas das variações do fator responsável pelas

Rui Carlos Botter, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, EPUSP, Brasil,

E-Mail: rebotter@spider.usp.br

IPIN XV COPINAVAL Meeting
Montevideo - Uruguay
11 - 14 Nov. 1997



variações significativas do processo analisado.

Como exemplo, é necessário acompanhar os estados de mar, para avaliar os tempos de navegação, de manobras de aproximação, os casos onde não houveram atracações por condições de mar adversas, os tempos aguardando sonda e aguardando guindaste, para que o sistema de transporte de suprimentos seja melhor monitorado.

Quando determinado processo não está controlado, ou seja, existem muitas variações nos seus resultados, torna-se complicado planejá-lo de maneira eficiente para obter determinado resultado. No caso do sistema de transporte de suprimentos "offshore", que possui vários processos, um dependente do outro ou um é interligado ao outro, onde as variações nos resultados de seus processos irão influir no resultado final do sistema. Desta forma, o produto final, ou seja, a carga transportada dentro de determinadas condições de custo e prazo ficará afetada pelo desempenho de cada processo ou componente do sistema.

No presente trabalho busca-se controlar cada um dos processos críticos de modo que os seus resultados sejam previsíveis. Com os processos sob controle, se terá um elevado nível de confiança de que os resultados dos processos serão próximos dos resultados planejados.

A Tabela 1 mostra alguns processos críticos do sistema que precisam ser controlados, os itens de controle possíveis de cada processo e os fatores que precisam ser acompanhados.

Os fatores variam afetando um ou mais processos. Quando ocorrem variações significativas no processo precisa-se

00001

identificar o fator responsável e a causa da variação.

Apenas com o acompanhamento estatístico dos processos e os fatores que os afetam, pode-se monitorar a performance de um sistema de transporte "offshore" com rapidez e eficiência. A carta de controle é um método eficaz de acompanhamento de processos à nível operacional e gerencial.

2 - O embasamento científico

Os estatísticos mostram que muitas distribuições de probabilidade observadas nos sistemas em geral, possuem um formato que pode ser representado pela distribuição normal ou Gaussiana (Monk,1991).

Esses estudos consideram que para uma curva de distribuição normal, a probabilidade de um valor fora dos limites dos 3s (três vezes o desvio padrão da amostra), para cada lado da média, ocorrer de modo ocasional não é significativa. Significa dizer que ao repetir-se os testes, o evento deverá mostrar um valor semelhante ao anterior. Portanto, utilizam por convenção, os limites $UCL = \bar{X} + 3s$ e $DCL = \bar{X} - 3s$, onde UCL é chamado **limite de controle superior** e DCL é o **limite de controle inferior**. Fora destes limites resta a probabilidade de 0.05, ou seja, 0.02275 de probabilidade para cada extremo depois dos limites UCL e DCL na distribuição normal. (Monk,1991).

A distribuição estatística das variações de uma característica medida em um processo possui muitas causas. O princípio de Pareto define que poucas destas causas são responsáveis pelos maiores efeitos na variação total (Juran,1988).

A Figura 1 ilustra no Diagrama de Pareto, a relativa magnitude do efeito (Y) de cada uma das causas (x) da variação de um processo. Mas, cada causa varia a sua magnitude como mostra as distribuições estatísticas, ou seja a causa x_1 está fazendo a característica Y mover-se em uma

direção, enquanto as outras, x_2 e x_3 estão movendo Y na direção oposta, com magnitude diferentes a cada momento. A dispersão de cada uma destas distribuições é medida pelo seu desvio padrão (σ) e a variação total da característica é dada por $\nabla x = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}$. Se $x_1 = 5$ e $x_3 = 1$, então $x_1^2 = 25$ enquanto que $x_3^2 = 1$. O efeito total de x_1 na variação é 25 vezes o efeito de x_3 , mesmo sendo x_1 somente 5 vezes maior do que x_3 . A causa x_1 é chamada Causa Fundamental ("red X") e a x_2 (a segunda maior causa) é chamada "pink X" (Juran,1988).

Existem várias ferramentas gráficas utilizadas para apresentar dados de variáveis analisadas em processos que se pretende verificar e controlar as variações.

A carta de controle é uma dessas ferramentas com a vantagem de ter embasamento estatístico na análise e apresentação de dados, permitindo visualizar as medidas das dispersões (desvio padrão ou a amplitude) e a tendência central (média dos valores). A montagem de uma carta de controle segue os seguintes passos:

- Traçam-se duas cartas, uma para a medida de tendência central (a média) e outra para a medida de dispersão (desvio padrão s ou amplitude R). A Figura 2 mostra um exemplo de carta **Xbarra-R** (carta de amplitudes) para a "velocidade de ida" para as UM's de uma embarcação chamada Arraia. Cada ponto lançado na carta superior é a média de 5 medidas de velocidade. Cada ponto lançado na carta inferior é a amplitude (R) dessas 5 medidas.
- Os grupos de amostras são coletados segundo uma seqüência que obedece intervalos constantes de tempo. Na Figura 2 foram coletadas cinco medições por mês, durante seis meses, de julho/96 a dezembro/96 na Baía de Campos;
- A carta deverá ter como eixo vertical a linha graduada com intervalos

00002

correspondentes à magnitude das amostras à lançar;

- Para cada grupo de amostras calcula-se a média e lança-se na carta das médias. Faz-se o mesmo para o desvio padrão ou para a amplitude e lança-se na carta de medidas de dispersão.

A utilização da carta de controle serve aos seguintes propósitos :

- Prover informações de determinada característica ou item de controle do processo em análise;
- Prover informações visando determinar a capacidade do processo em análise;
- Prover informações visando decisões concernentes à especificação do processo em questão;
- Prover informações para decisões contínuas sobre o processo em questão, de modo a se decidir quando um patamar normal de variações ocorre e pode ser deixado fluir sem ações corretivas e também quando um patamar de variações não é normal e deve-se procurar as causas assinaláveis.

A utilização da carta de controle permite :

- eliminar as anomalias devido as “**causas assinaláveis ou especiais**”(Besterfield,1988), nas quais a atuação imediata é através de “ação corretiva”;
- isolar os resultados indesejáveis devido as “**causas aleatórias**, comuns ou sistêmicas”;
- avaliar a **dispersão**, de tal forma a reduzi-la à níveis economicamente viáveis, aumentando a confiabilidade e reduzindo custos.

Quanto maior a dispersão dos resultados de um processo medido em uma carta de controle, menor a confiabilidade do processo.

Existem normas para a coleta de amostras de um processo, visando **controlar** os erros amostrais. Duas delas são as MIL-STD-414 e MIL-STD -105D (DOD,1997) que visam as inspeções por variáveis e atributos, respectivamente, de um produto qualquer, definindo o tamanho

das amostras e o plano de aceitação do resultado obtido.

3 - Seqüência do acompanhamento do processo

Após as explicações anteriores pode-se fazer um fluxograma da seqüência do acompanhamento do processo.

A Figura 3 mostra o fluxograma com as principais etapas do acompanhamento de um processo. A carta de controle mede os resultados do processo. Havendo resultado indesejável, analisa-se os fatores externos e internos para identificar qual deles apresenta variações significativas que perturbaram o processo. Busca-se as causas para as variações e identifica-se a causa fundamental. Elimina-se a causa fundamental e acompanha-se o processo para assegurar-se que o processo está sob controle. Cria-se procedimentos operacionais que assegurem a não repetição do resultado indesejável.

Quando ocorre uma variação significativa verifica-se qual dos fatores externos e internos apresentou variações que geraram a variação do processo, comparando-se os dados históricos com os dados coletados no período da variação significativa. Aplica-se um método para identificar e eliminar a causa da variação. Na Figura 3 é indicado o MASP, Método de Análise e Solução de Problemas (Campos,1994).

4 - Exemplo de aplicação nas variações da “Velocidade de Ida”

A velocidade de ida da embarcação, corresponde ao processo de navegação entre a base marítima da Petrobras e as unidades de prospecção e produção de petróleo, que é executado, em geral, quando a embarcação está carregada com suprimentos para serem entregues.

Na carta de controle mostrada na Figura 4, o processo está fora de **especificação** por que :

00003

- Os pontos 7, 10, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 27 e 29 estão com valores acima da linha do limite de especificação superior (USL), definido como 8 nós (linha tracejada horizontal superior);
- Os pontos 1, 2, 4, 5, 6 e 28 estão com valores abaixo da linha do limite de especificação inferior (DSL), definido como 7 nós (linha tracejada horizontal inferior);

4.1 - Identificando o problema que leva as variações anormais da “Velocidade de Ida”

Na Figura 4 verificamos também que o processo está fora de **controle** por que :

- Os pontos 2, 4, 5 e 6 estão abaixo ou sobre a linha do limite de controle inferior (DCL) (6.397);
- Os pontos 17 e 25 estão acima do limite UCL (8.93);

O problema do processo está identificado. No caso, é a variação acima do tolerável para a velocidade da embarcação Arraia

4.2 - Verificação das Causas Prováveis das variações anormais na “Velocidade de Ida”

O próximo passo consiste em identificar as causas da variação da velocidade. É necessário concentrar atenção nos pontos mais discrepantes, mostrados na Figura 4, ou seja :

- Naqueles pontos fora dos limites de controle (UCL/DCL);
- Nos pontos 1, 2, 3, 5 e 6 por que representam os pontos de menor velocidade da embarcação. O ponto 2 está mais afastado do limite DCL e deverá ser o primeiro ponto a ser estudado. O ponto 2 corresponde ao mês de agosto de 1996;
- Comparar as medições atuais dos fatores com as medições históricas dos mesmos fatores;

As informações sobre fatores externos e internos deverão ser levantadas, dando ênfase a :

- Checagem das alturas de ondas do período :

Os registros da Figura 5 mostram certa regularidade das alturas de ondas, com variação entre 1.78 e 1.27 metros, para o mesmo período dos pontos visados (1, 2, 3, 5 e 6) da Figura 4, ou seja, agosto de 1996. Os dados históricos da Figura 6 para altura de ondas são maiores que as medições atuais da Figura 5. Portanto, a causa não é altura de ondas.

- Checagem das velocidades de ventos no período :

Os registros de velocidades de ventos da Figura 7 (medições atuais) mostram certa regularidade das velocidades de ventos, com maior valor (UCL) de 26 nós enquanto que os registros de ventos da Figura 6 (dados históricos) mostram valor máximo de 30 nós em novembro/96, portanto, a causa não é velocidade de ventos.

- Checagem das condições de casco e calado de viagem :

Os calados registrados nas saídas de viagens, estão na tabela 1 e não denotam valores anormais.

A embarcação tem 6 anos de construída e os dados coletados para rugosidade também foram lançados na tabela 2.

Os registros da tabela 2 mostram certa regularidade para a rugosidade (135) com valores abaixo dos limites (350), mostrados na tabela 3. Portanto, a causa não é a rugosidade do casco.

- Checagem da potência dos motores propulsores.

Os registros de potência da tabela 2 estão com três valores (1301, 1250 e 1210) muito baixos em relação aos demais. A causa fundamental pode ser o motor da embarcação. Para se ter certeza, é necessária a coleta de dados dos motores propulsores, visando encontrar a causa da

.. 00004

perda de potência e fazer novas avaliações da velocidade da embarcação após a eliminação da Causa Fundamental.

5 - Conclusões e recomendações

Partindo do pressuposto que em termos de eficiência, o serviço de transporte pode ser tratado de forma semelhante aos processos produtivos, o presente trabalho, identifica características específicas dos processos de transporte de suprimentos "offshore", expõe os seus processos críticos e propõe um roteiro para aplicar a carta de controle, identificar anomalias e buscar suas causas.

Com a finalidade de demonstrar a aplicabilidade dos conceitos e métodos propostos foi realizado um estudo de caso para a navegação, mais especificamente com o processo "velocidade de ida" para as Unidades Marítimas, para as embarcações operando na Baía de Campos/RJ.

Os resultados alcançados mostram a eficiência desse método de controle e como sua aplicação é fácil a nível operacional e gerencial da empresa.

Os dados necessários, as coletas e organização destes, para uma perfeita análise do processo do transporte offshore de suprimentos, ainda se mostram como a grande restrição. Recomenda-se que mais ênfase nessa questão, com o desenvolvimento de procedimentos sistemáticos de aquisição de dados sobre os fatores externos e internos que afetam os processos desse sistema de transporte.

As análises das anomalias dos processos darão ensejo à necessidade de classificação das anomalias, por processo pesquisado. Por esta razão, recomenda-se que se investigue as anomalias dos processos de transporte classificando-as.

6 - Referências Bibliográficas

Ballou, Ronald H.- Logística Empresarial. Ed. Atlas, 1995.

EPEN XV COPINAVAR Meeting
Montevideo - Uruguay
11 - 14 Nov. 1997

Beck, Robert - Oil Industry Outlook. 1996-2000. Projection to 2004. 1996.

Besterfield, Dale H. - Quality Control. Ed. Prentice-Hall do Brasil Ltda. Rio de Janeiro.

Campos, Vicente Falconi - TQC - Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia-UFGM, 1994.

EIA - Energy Information Administration of United State of America. Anual Energy Review 1993. Informações também contidas no endereço internet <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ico95/tables/tb13.txt>.

DOD - U.S. Department of Defense, 1997. Informações também contidas na página 8 do texto existente no endereço internet <http://tecnet0.jcte.jcs.mil:9000/htdocs/teinfo/directives/soft/spec3.html>.

Juran, J.M. - Juran's Quality Control Handbook. Ed. MacGraw-Hill, 1988.

Juran, J.M. - Juran na Liderança pela Qualidade. Ed. MacGraw-Hill, 1988.

Kume, Hitoshi, Métodos Estatísticos Para Melhoria da Qualidade. Trad. de "Statistical Methods for Quality Improvement" publicado pela AOTS - The Association for Overseas Technical Scholarship. Japão, 1988.

Lascelles, D.M.; Dale, B.G. Examining the barriers to Supplier development. International Journal of Quality and Reliability Management, v.&n.2.p.46, 1990.

Monk, Andrew - Exploring Statistics with Minitab. Ed. John Wiley & Sons, New York, 1991.

Manning, George C. - Teoria e Técnica do projeto do navio. Centro de Publicações Técnicas da Aliança. Rio de Janeiro, 1964.

Revista Petrobrás. Publicação de maio/1996.

PETROBRÁS. Dados internos pertencentes ao CEMPES/DIPREX não divulgados. 1988.

Global Waves Statistics. US Department of Commerce. National Oceanic and

00005

Atmospheric Administration.
Environmental Information
Services,1997. Informações também

contidas endereço internet http:
//www.noaa.gov

.. 00006

Tabela 1. Exemplo de processos críticos e os fatores que os afetam

Processos Críticos	Item de controle	Fatores externos	Fatores Internos
Navegação para a UM	Velocidade de ida	Alturas de ondas Velocidade de ventos Velocidade de Correntes	Calado, Potência e rugosidade do casco
Manobra de aproximação da UM	Tempo de manobra	Idem	Idem
Bombeio de granéis	Vazão de bombeio Tempo de conexão	-----	Perda de carga na UM Perda de carga na embarcação
Içamento de cargas	Tempo de içamento	Altura de ondas Velocidade de ventos	-----
Fundeio da embarcação	Tempo de fundeio Tempo de içamento de âncora	Profundidade Alterações na programação	-----
Programação de cargas	Número de atendimentos a fazer	Distâncias entre UM's da programação da embarcação escolhida	-----

Tabela 2. Registros de controle da rugosidade, potência e calados

Item	rugosidade	data	IHP	data	Calado
1	112	01/10/95	1450	01/03/96	3.1
2	135	01/10/96	1301	01/04/96	3.2
3			1440	01/05/96	3.1
4			1445	01/06/96	3.2
5			1445	01/07/96	3.3
6			1250	01/08/96	3.4
7			1450	01/09/96	3.3
8			1445	01/10/96	3.2
9			1210	01/11/96	3.3
10			1445	01/12/96	3.2

00007

Tabela 3.- Medições de rugosidade de embarcações de diferentes anos de idade (Fonte : Petrobrás)

CONDIÇÃO	AHR (μm)
Embarcação nova durante sua construção, colocação da quilha e tinta primer	40-60
Embarcação nova com recobrimentos anti-corrosivo e anti-incrustante	80-180
Embarcação depois de três anos de serviço	melhor 110 pior 350
Embarcação depois de seis anos de serviço	melhor 130 pior 650
Embarcação depois de quatorze anos de serviço	melhor 380 pior 1100

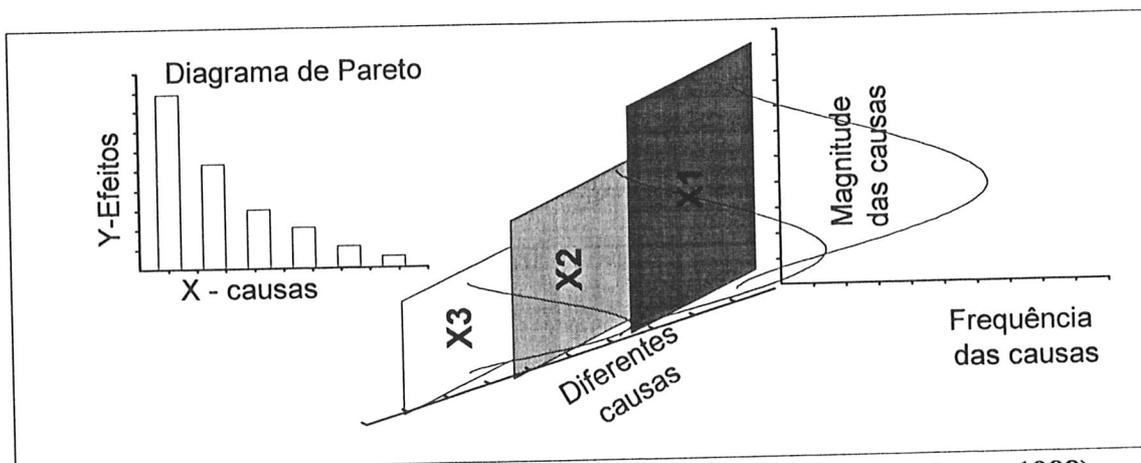


Figura 1. Diagrama de Pareto e a distribuição das causas (Fonte : Juran,1988)

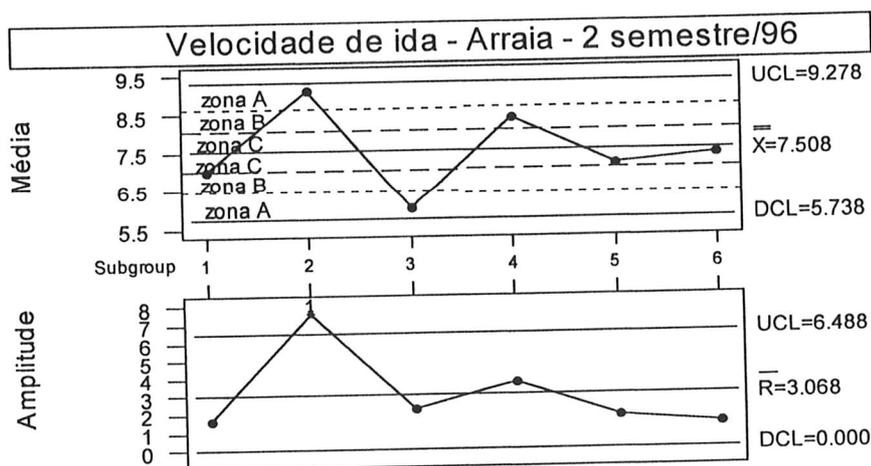


Figura 2. Carta de Controle Xbarra-R.

00008

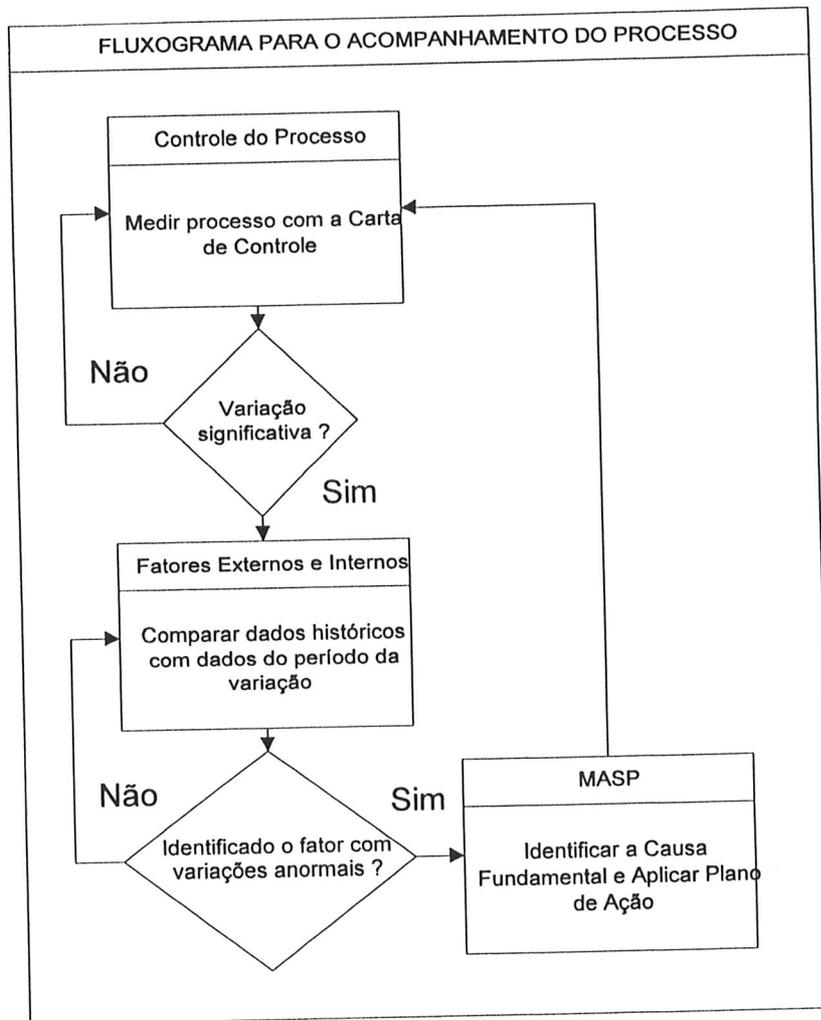


Figura 3. Fluxograma para o acompanhamento do processo

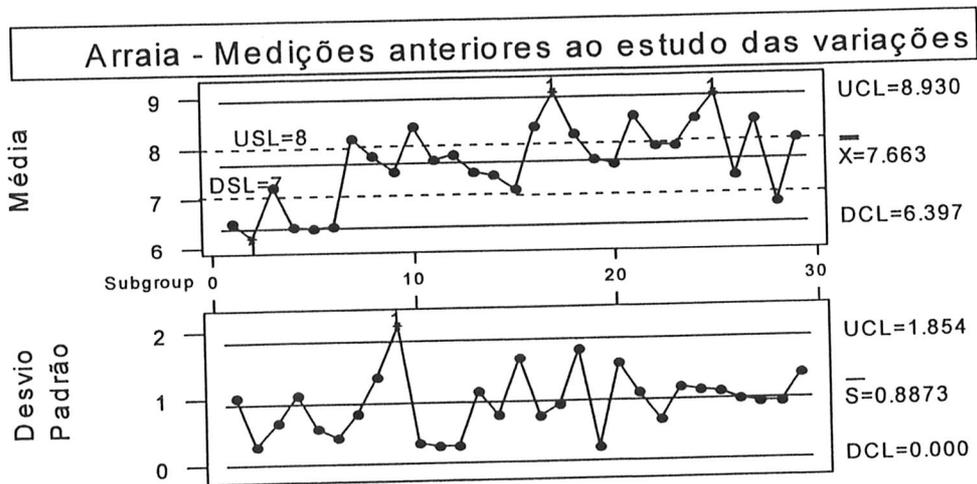


Figura 4. Medições da velocidade da embarcação (Fonte : PETROBRÁS)

00009

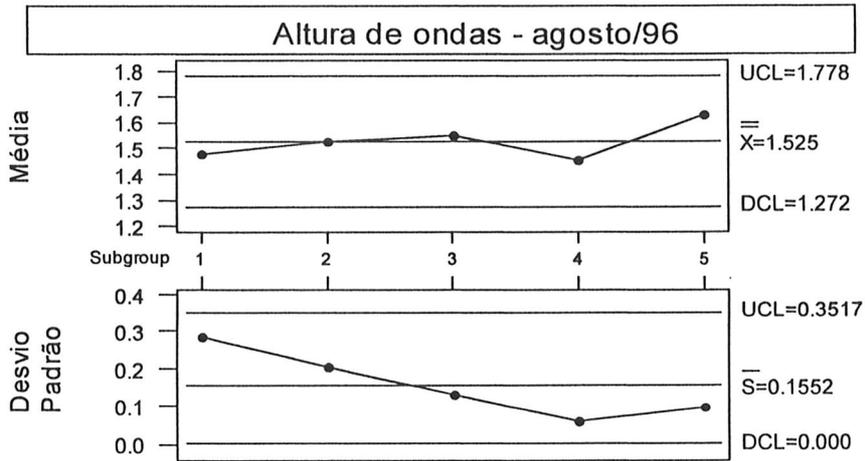


Figura 5.Registro das alturas de ondas

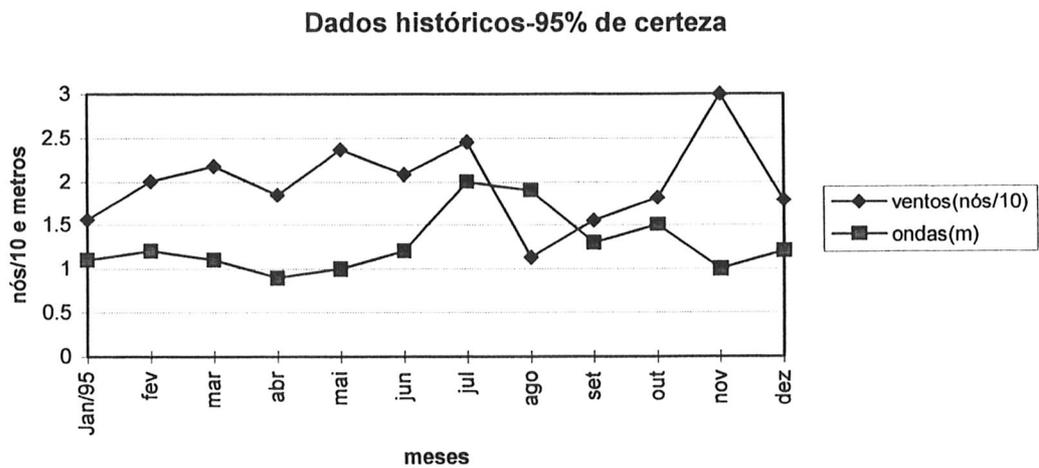


Figura 6. Velocidades de ventos e alturas de ondas do ano de 1995 (Fonte : PETROBRÁS)

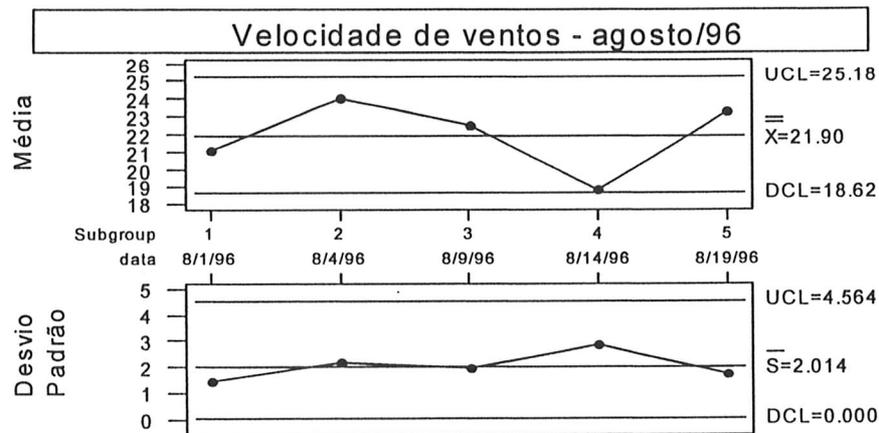


Figura 7. Registro de velocidades de ventos

00010