

Título: Estratégia de Manutenção da Infra-Estrutura Industrial: aplicação do monitoramento da Confiabilidade Operacional de *Facilities*

AUTORES

ROBSON QUINELLO

Universidade de São Paulo

rquinello@ig.com.br

JOSÉ ROBERTO NICOLETTI

Fundação Armando Alvares Penteado - FAAP

nicotech@uol.com.br

Resumo

A proposta deste artigo é demonstrar uma estratégia de monitoramento aplicando os conceitos de confiabilidade operacional em *facilities* numa multinacional do setor automobilístico, localizada no Grande ABC – Estado de São Paulo, Brasil. A indústria automotiva é uma das atividades industriais de maior importância para a geração de emprego, renda e produtos no Brasil, além de importadora e exportadora de tecnologias de manufatura. Uma das grandes preocupações das plantas industriais brasileiras, especialmente as automobilísticas, têm sido a sustentabilidade operacional da infra-estrutura, permitindo ou não ganhos contínuos e manutenção das vantagens competitivas. Por meio de experimentação da curva de confiabilidade, utilizando a distribuição de *Weibull*, constatou-se a baixa confiabilidade na entrega de utilidades aos clientes internos, colocando em risco a continuidade dos negócios em um alto patamar de desempenho. Este estudo indicou a possibilidade uso da distribuição de *Weibull* como métrico de desempenho e monitoramento à longo prazo nas áreas responsáveis pela gestão estratégica de facilidades, e a importância da interpretação multidisciplinar deste indicador.

Abstract

This article proposes to demonstrate monitoring strategy by application of concepts from operational reliability in facilities. The study was carried on in a multinational company located in a region called Great ABC, near São Paulo, Brazil. One of the most questions that worry Brazilian industrial plants, specially the automotive ones, are if the operational sustainability of the facilities permits or not to give gains and to keep the competitive advantages already conquered. By means of experiments using reability curves and Weibull distribution, was detected low levels of reability in giving the facility to internal clients, facing the company to the risks that could be decrease the current high performance levels. The findings indicates the possibility of the use Weibull distribution as performance metrics, and even a tool for monitoring operations in a long term inside the responsible areas in charge of strategic maintenance, and the relevance of the multidisciplinary interpretation for those metrics.

Palavras-chave: Infra-estrutura, facilities, confiabilidade.

Key words: Infrastructure, facilities, reliability.

1. Introdução

A palavra facilidade vem do latim *facilitas-átis*, e já era utilizada no século XVI para denominar o ato de auxiliar e tornar mais fácil alguma ação. Seguindo esse conceito, poderíamos dizer que a Gestão de Facilidades – GF, é a combinação otimizada de esforços visando facilitar as atividades de todas as áreas de uma organização. Para Porter (1990), dentro da cadeia de valores, essa é a área responsável pelas atividades de suporte e de infraestrutura, sendo mais um entre os elos da dinâmica organizacional, na busca de vantagem competitiva e sobrevivência das organizações. Algumas atividades administradas pela GF na visão de diversos autores (Alexander, 1996; Quinello e Nicoletti, 2006; Kincaid, 1996; Ho *et al.*, 2000) são: propriedade (aluguéis, seguros etc.), serviços das instalações (manutenção predial, manutenção fabril, manutenção de jardins, alterações de espaços, limpeza, segurança, decorações internas etc.), serviços de suporte aos negócios (arquivamento, fotocópias, papelaria, correio, portaria, transportes, viagens, mobílias, etc.), serviços de suporte ao *staff* (restaurante, academia de ginástica, serviço de saúde ocupacional, gerenciamento de *helpdesk* etc.), gerenciamento de utilidades (água, energia elétrica, gás, vapor e ar comprimido) e serviços de segurança, saúde e meio ambiente.

Pela definição do *International Facilities Management Association* - IFMA, gestão de facilidades é “*a profession that encompasses multiple disciplines to ensure functionality of the built environment by integrating people, place, process and technology*”, ou seja, é uma profissão que engloba múltiplas disciplinas, para assegurar a funcionalidade do ambiente, por meio da integração de pessoas, locais, processos e tecnologia. Essa denominação demonstra a abrangência da área dentro das organizações e a necessidade de captação de novos conhecimentos, pois se trata de uma atividade dinâmica e agregadora, centrada em serviços.

Segundo Lord *et al.* (2001), o termo gestão de facilidades originou-se por volta de 1960, nos Estados Unidos da América, para descrever o crescimento de práticas de terceirização dos serviços bancários, responsáveis pelo processamento de cartões de créditos e outras transações. Ainda, de acordo com os mesmos autores, sua definição é controversa tanto na Inglaterra como nos EUA – países pioneiros nas práticas de *facilities* – pois poderia abranger uma série de atividades, dependendo da complexidade do negócio envolvido.

Difícilmente poderíamos estabelecer com precisão quando a percepção ou a necessidade pela obtenção de facilidades surgiu. Se imaginarmos que a ocupação do homem foi direcionada, ao longo dos tempos, para as áreas geográficas mais nobres como aquelas providas de água, de solo fértil, de alimentos e de outras comodidades, o surgimento informal do conceito nos segue desde os primórdios. Mesmo em tempos recentes, podemos verificar, por exemplo, pelos dados demográficos do Brasil, que a concentração da população é mais intensa nas regiões costeiras ou nos grandes centros. Isso demonstra que o ser humano, naturalmente, busca facilidades.

A transformação do ambiente de trabalho, assunto tratado em demasia na metade do século XX em diante, foi fundamental para a construção dos alicerces definidores da disciplina no ocidente. Como toda área em desenvolvimento, a gestão de facilidades vem, nesses países, ganhando importância enquanto disciplina a partir de 1970. No Brasil, como veremos, o assunto é novo e controverso dentro da gestão de operações. A dificuldade para consolidação do conceito talvez se dê pela ausência de pesquisadores na área, falta de associações profissionais consolidadas (a *British Institute of Facilities Management* - BIFM foi fundada em 1993 e a Associação Brasileira de *Facilities* - ABRAFAC em 2004), de profissionais interessados em relatar suas experiências, da ausência de cultura “centrada em serviços”, da

não normatização da atividade, dos altos custos envolvidos ou até dos próprios profissionais de facilidades atuantes nas organizações (Quinello e Nicoletti, 2006).

2. Contextualização do caso: a indústria automobilística

A indústria automotiva é uma das atividades industriais de maior importância para a geração de emprego, renda e produtos no Brasil, além de importadora e exportadora de tecnologias de manufatura. A reconstrução industrial japonesa, que teve grande impulso na década de 1950, criou relevantes modificações nos sistemas de produção industrial em geral, mais especificamente no setor automotivo, neste difundido e conhecido como Sistema Toyota de Produção. Basicamente, esse modelo tinha como pressuposto a produção de massa flexível de artigos diferenciados, inserindo operações fundamentadas em novos conceitos de desempenho, qualidade e produtividade, revolucionando o sistema fordista de divisão do trabalho, onde o trabalhador polivalente e autônomo tem papel fundamental (Lima *et al.*, 2000).

O modelo de organização, chamado também de ohnoísmo devido ao executivo da Toyota, rompeu com o modelo tradicional por apresentar quatro grandes características: a) trabalho em equipe ou em células, b) autonomia aos grupos de trabalho, c) redução dos níveis hierárquicos, e d) reaproximação funcional dentro das empresas.

Com os resultados positivos apresentados pela indústria japonesa e sua posterior entrada no mercado americano na década de 1980, a indústria americana reagiu e imitou, num processo também conhecido como isomorfismo (Powell e DiMaggio, 1991), o modelo do qual foi criadora, estendendo as práticas às suas filiais européias, asiáticas e latino-americanas. Para que esse modelo fosse bem sucedido, as empresas européias e americanas adotaram novas posturas com relação aos seus fornecedores e compradores, envolvendo todos os agentes integrantes da cadeia de valores da indústria. Iniciaram um complexo processo de implementação de sistemas de interdependência e transferência de inovações de natureza tecnológica e organizacional, objetivando uma auto-sustentação mediante riscos compartilhados no longo prazo. Esse novo modelo se opunha ao modelo fordista com fornecedores independentes e concorrentes entre si. A base desse novo padrão de relacionamento está na aplicação de técnicas gerenciais, tais como "*kanban*" (cartões que identificam quanto será produzido e quando ocorrerá o reabastecimento), "*just-in-time*" (visa atender a demanda instantaneamente, com qualidade e sem desperdício), "*kaizen*" (uma série de procedimentos que objetivam a melhoria contínua do processo) entre outros (Castro, 1993).

No Brasil, de acordo com Lima *et al.* (2000), apesar do nascimento da indústria remontar ao início do século XX e contar com um ambiente favorável no período do governo Kubistchek (década de 1950), uma profunda reestruturação automotiva chegou na década de 1990, quando incentivos ao segmento foram intensificados com o Regime Automotivo Brasileiro, em 1996. Este programa, que integrava uma estratégia de política governamental, articulou diferentes estágios e instrumentos de política econômica visando a maior competitividade das empresas já estabelecidas, como também acirrou a concorrência definindo regras e estímulos a empreendimentos de origem externa. Esta política já inseria em seu eixo principal o foco no longo prazo e na abertura para o setor expandir as exportações com concessões gradativas às importações. Em 1997, por exemplo, o governo decidiu direcionar os investimentos do setor para regiões menos desenvolvidas (Norte, Sul, Nordeste e Centro-Oeste) com o objetivo de acelerar ao mesmo tempo o crescimento e a desconcentração da produção setorial, em voga ao

longo das décadas passadas. Situação que era confortável para o oligopólio estabelecido por quase todo o século XX.

As mudanças organizacionais, tecnológicas, políticas, econômicas e sociais alteraram a produtividade da indústria automotiva brasileira, em especial nos segmentos das montadoras e de autopeças, inaugurando um novo padrão tecnológico e concorrencial nas empresas estabelecidas, influenciadas ainda mais pela “abertura” às importações de veículos, e de novos concorrentes, tendo em vista a alteração de barreiras protecionistas aos tradicionais fabricantes e montadoras.

Tal modificação do padrão concorrencial pôde ser sintetizada pela relação entre a força de trabalho empregada e o comportamento da produção, o que em termos relativos abrange a consolidação de novos modelos de gestão, principalmente aqueles originados da *Total Quality Management* - TQM e da modificação do nível de competitividade dessa indústria, principalmente depois de 1990. Aliada à presença de novos entrantes no país, emprestando o termo de Porter (1990), a indústria automobilística mundial mudou definitivamente seu eixo geográfico e deslocou não só suas unidades manufatureiras como também de pesquisa e desenvolvimento – P&D para os países periféricos, na tentativa de equilíbrio financeiro e sobrevivência. Como desafios para o século XXI, estão, por exemplo, os passivos trabalhistas e ambientais, além de uma forte desinstitucionalização da imagem das indústrias automobilísticas americanas perante suas sociedades. São entraves geradores de muitas discussões e tomadas de decisão pela cúpula estratégica (Mintzberg, 2003). Por outro lado, um grande volume de investimentos tende a ser alocado para os países do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) nas próximas décadas, indicando que o futuro das automobilísticas americanas pode não estar no país de origem.

3. Confiabilidade operacional

O termo “confiabilidade” surgiu na indústria eletrônica dos Estados Unidos, na década de 1950, devido à preocupação com as constantes ocorrências de falhas e conseqüentes diminuições de disponibilidade e à complexidade dos sistemas eletrônicos, principalmente militares (VILLEMEUR, 1992, p.6 *apud* CRUZ, 2004). Esses fatos levaram o Departamento de Defesa Norte-Americano e as indústrias eletrônicas da época a criarem um grupo de pesquisa para conduzir estudos sobre confiabilidade.

Como resultados desse grupo de pesquisa, em 1956 a empresa americana RCA lançou o relatório TR-1100, “*Reliability Stress Analysis for Eletronic Equipment*”, que apresentou os modelos matemáticos para a estimativa das taxas de falhas de componentes eletrônicos. O relatório mostrava as dificuldades associadas com a correlação estatística entre causa e efeito, o qual foi o precursor do *Military Handbook* MH-217 (DENSON, 1998, *apud* CRUZ, 2004).

A Agência Espacial Norte-Americana (NASA) vem desenvolvendo sistematicamente requisitos quantitativos de confiabilidade, adotando critérios específicos no projeto de novos sistemas, de modo a assegurar que tais sistemas irão atingir a durabilidade e a vida útil especificados para as missões projetadas (NASA, 2007).

O conceito de confiabilidade operacional vem sendo aplicado, predominantemente, na gestão estratégica da indústria e na área de sistemas. No que diz respeito à área de facilidades, Schuman e Brent (2006) indicam a importância do conceito da confiabilidade operacional para se atingir a melhor utilização dos recursos, por meio da utilização plena desses recursos durante todo o ciclo de vida da facilidade em questão. A utilização mais intensa de instalações faz parte da sinergia operacional citada por Ansoff (1977, p.67), sendo um dos componentes

para que o retorno combinado dos recursos da empresa seja superior à soma de suas partes, freqüentemente apresentado pela expressão “ $2 + 2 = 5$ ”.

O grande desafio da gestão de facilidades, nesse aspecto, é o de suavizar a “curva U” da taxa de falhas ao longo da vida útil das instalações (ou dos produtos), principalmente as falhas que ocorrem no início ou no final da vida útil, conforme apresentado na Figura 1.

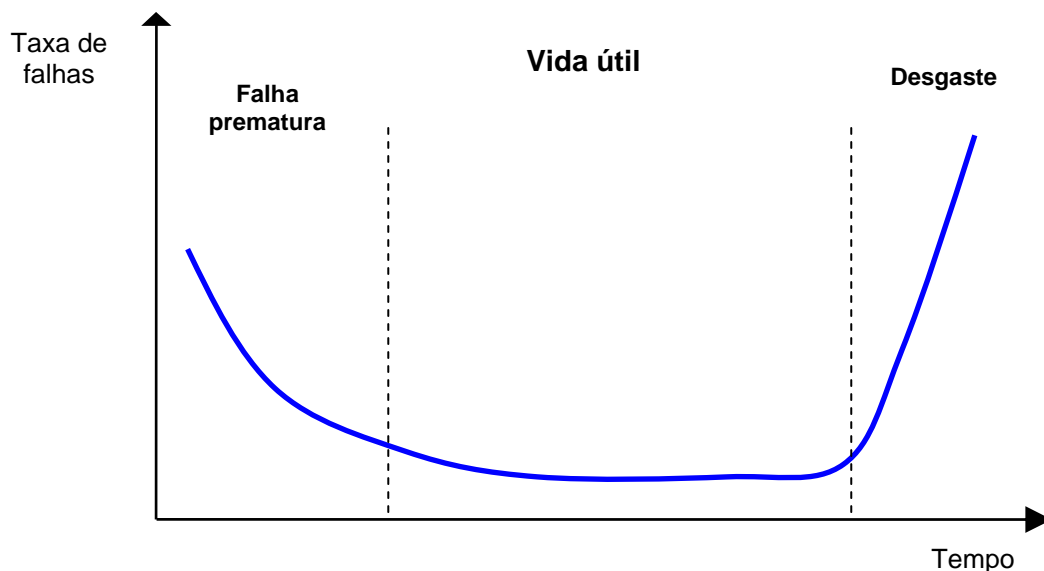


Figura 1: Taxa de falhas ao longo da vida útil. Fonte: Tavares (1999).

Por outro lado, de acordo com Quinello e Nicoletti (2006), a Gestão de Facilidades também pode agregar valor, em vez de ser vista tradicionalmente como consumidora de recursos. A agregação de valor pode ser realizada por meio de investimento em projetos chave, em produtividade e pela visão econômica não exclusivamente reducionista. O investimento em projetos deve focar a redução dos custos de capital, como, por exemplo, pela melhoria da manutenibilidade, diminuindo o tempo médio para reparos. O investimento em produtividade poderia ser posto em prática por meio do aumento da confiabilidade, ou seja, aumentando o tempo médio entre falhas. A visão econômica é proporcionada pela eliminação ou racionalização de investimentos não-estratégicos, que não gerem lucros que justifiquem o investimento de capital, como o custo de estoque e o de burocracias.

Pode parecer que, uma vez tomada uma decisão, ocorrerá uma ação. De acordo com Hall (2004), a situação é mais complexa. Eventos externos podem provocar decisões, ou seja, de executar, postergar a ação ou não agir.

Um fator adicional, apontado por Ansoff (1977, p.27) é o conflito existente entre pressões de longo e curto prazo sobre os recursos da empresa. Se a rentabilidade em curto prazo for o principal objetivo da empresa, o resultado poderia ser uma ameaça à sua própria sobrevivência à longo prazo.

A confiabilidade operacional está relacionada com o índice de falhas da facilidade, ou seja, com sua probabilidade de falhas. Xie *et al.* (2006) publicaram estudos recentes a respeito da previsão de probabilidade de falhas em grupos geradores de energia elétrica movidos a óleo diesel. Uma vez que um evento gerador de falhas na facilidade pode destruir todo o trabalho de prevenção e colocar em perigo a política de gerenciamento de riscos da empresa, uma previsão acurada da probabilidade de falhas torna-se de grande importância.

Um paradoxo interessante apontado pelos autores é a necessidade de dados históricos das falhas para o aprimoramento e melhoria da acuracidade das previsões. Não havendo dados históricos suficientes a respeito de certas falhas específicas da facilidade que está sendo estudada, o grau de incerteza da estimativa estatística se torna maior. Assim, eventos resultantes de falhas gerais experimentados por outros sistemas, ou por sistemas análogos, seriam os únicos dados disponíveis para se estudar a facilidade em questão. Uma maneira de se diminuir a incerteza, apontada pelos mesmos autores, é a “garimpagem” de informações a partir da experiência operacional.

4. Metodologia

Inaugurada no florescer da industrialização do Brasil, na década de 1950, a empresa analisada faz parte do complexo automobilístico do Grande ABC – Estado de São Paulo. Produtora de veículos e caminhões, hoje ela ocupa uma área de mais de 1.070.000 m² (dos quais 406.000 m² construídos) com uma população atual de 5.000 funcionários, em uma estrutura organizacional formalizada, de acordo com os modelos de Mintzberg (2003). Para manter a operacionalidade da planta, conta com uma equipe de aproximadamente 300 funcionários de manutenção, 2600 da produção e 2100 das áreas administrativas e contratadas. Intensiva no uso das utilidades, consome anualmente em média de 140.000 m³ de gás natural, 9.000 MWh de energia elétrica e 40.000 m³ de água, estrutura que atenderia uma pequena cidade. Ela prepara-se para receber um novo projeto, no qual vem trabalhando desde 2005.

É fundamental a apresentação do método utilizado em uma pesquisa. Desta maneira, por meio de classificação apresentada por Cooper e Schindler (2000), a pesquisa levou em consideração os seguintes critérios: i) é um estudo de caso exploratório com o intuito de ampliar e descobrir futuras tarefas de pesquisa, apresentando a utilização da curva de confiabilidade como indicador de gestão de facilidades; ii) o método de coleta é o de monitoramento de dados do fornecimento de energia elétrica ao longo de três anos; iii) para controle das variáveis utilizou-se o planejamento *ex post facto*, ou seja, os pesquisadores não tiveram controle sobre as variáveis e não as manipularam; iv) é um estudo descritivo com a preocupação de saber como, onde e quando utilizar o indicador proposto; v) em relação a dimensão do tempo é do tipo longitudinal, fazendo uso de um espaço de tempo longo (três anos); vi) o ambiente de pesquisa é o de campo e a percepção das pessoas quanto à pesquisa é o de rotina real, sem modificação. Os dados foram processados em uma planilha eletrônica do tipo - *Windows Excel*.

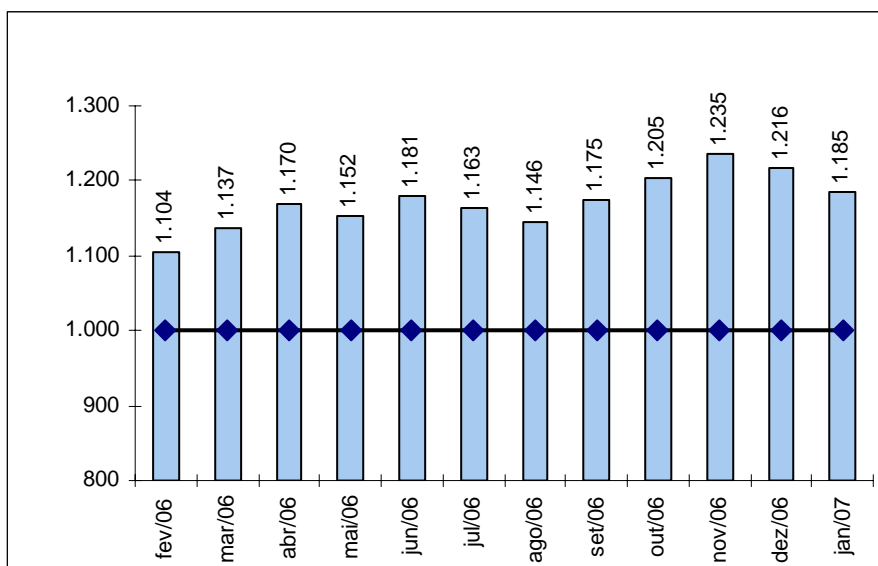
A coleta dos dados foi realizada ao longo de três anos, entre 2003 e 2006, pelo departamento de *Facilities*, apontando quaisquer falhas que pudessem suspender parcial ou totalmente o fornecimento de energia elétrica para a planta. A empresa conta com mais de 30 subestações elétricas (acima de 20 anos de idade) espalhadas por toda a planta. A falta de energia elétrica impacta diretamente na continuidade dos processos produtivos.

Na coleta dos dados, indicou-se o MTTR – tempo médio para o reparo (em minutos), MTBF – tempo médio entre as falhas (em horas), porcentagem da disponibilidade das utilidades e a equação da curva de confiabilidade (grifos nossos). Para a NASA (1998) o MTTR é um medidor básico da capacidade em se reabilitar um componente ou sistema sem considerar tempo de operações logísticas. Ainda, segundo o órgão, o MTBF também demonstra a confiabilidade dos sistemas reparados não apresentarem falhas em um determinado período de tempo. A disponibilidade é a probabilidade que um item tem em funcionar quando requisitado, diferentemente da confiabilidade que é a probabilidade que um item tem em

desempenhar suas funções para um específico intervalo de tempo sob determinadas condições.

O Gráfico 1 expõe dados dos últimos doze meses, porém são valores acumulados ao longo de três anos, onde o objetivo de se obter um tempo médio entre falhas – MTBF de, no mínimo 1000 horas, foi alcançado.

Gráfico 1 – Resultados da coleta de dados, para o tempo (em horas) entre falhas - MTBF. O objetivo foi alcançado (MTBF mínimo de 1000 horas).



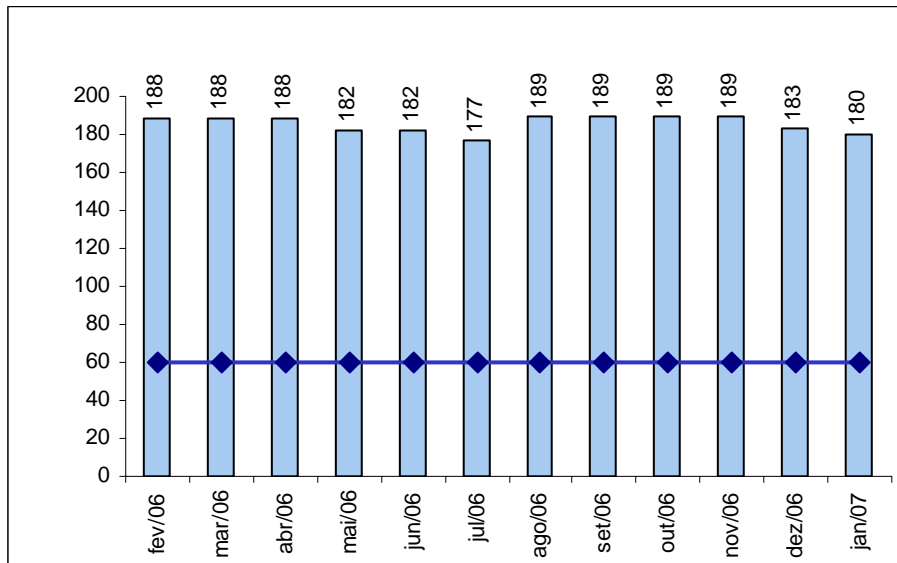
Fonte: elaborado pelos autores

O valor referente a janeiro de 2007, apresentado no Gráfico 1, indica um MTBF acumulado de 1185 horas, dentro dos objetivos traçados pela empresa (1000 horas). Este valor representa aproximadamente 50 dias sem falhas (as subestações elétricas trabalham 24 horas por dia).

À respeito do método de *Weibull*, um estudo elaborado por Chih (2004) demonstrou que falhas de processo continuam existindo até mesmo para certos produtos vendidos como “sem reparos”, ou seja, livres de manutenção durante sua vida útil. Chih argumentou também que, em muitas situações práticas, os processos industriais apresentam um aumento da taxa de falhas ao longo do período de produção dos itens. Os resultados indicaram que o processo de produção está sujeito a uma degradação das condições de controle, passando da situação “sob controle”, para uma situação “fora de controle”, cujo comportamento segue uma curva exponencial de distribuição de falhas.

O Gráfico 2, representa o tempo médio para o reparo – MTTR acumulado, cujo objetivo fixado pela empresa é de, no máximo, 60 minutos para restabelecer o sistema.

Gráfico 2 – Resultados da coleta de dados, para o tempo (em minutos) de reparos - MTTR. O objetivo de 60 minutos nunca foi alcançado durante o período analisado.

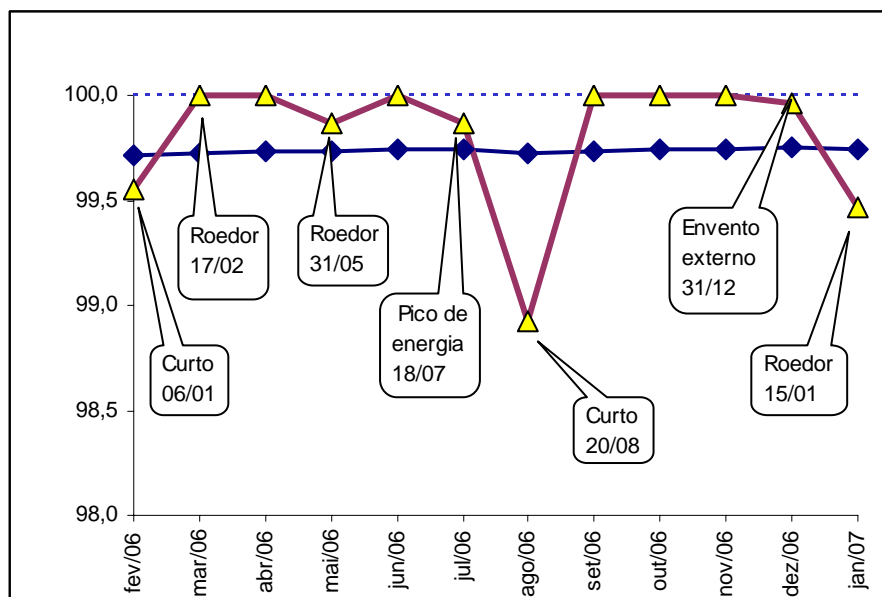


Fonte: elaborado pelos autores

Quanto à disponibilidade atual das instalações (Gráfico 3), os valores chegam a ultrapassar o objetivo de 99,7%, bem acima da média nacional de 87% (ABRAMAN, 2006).

Alguns dos principais motivos para a queda da disponibilidade do sistema estão identificados no próprio Gráfico 3, representando predominância da ação de roedores, curto-circuitos internos, e fatores externos.

Gráfico 3 – Resultados da coleta de dados para a disponibilidade do sistema, em percentual. O objetivo de 100% chega a ser alcançado em alguns períodos.



Fonte: elaborado pelos autores

A confiabilidade entendida, segundo Smith (1976), como a probabilidade de um equipamento ou de um sistema operar sem falhas quando colocado em serviço, determina a capacidade da Gestão de Facilidades em oferecer segurança operacional à planta. A confiabilidade é definida por meio do cálculo $R(t) = e^{-\lambda \cdot t}$ ($t \geq 0$) onde:

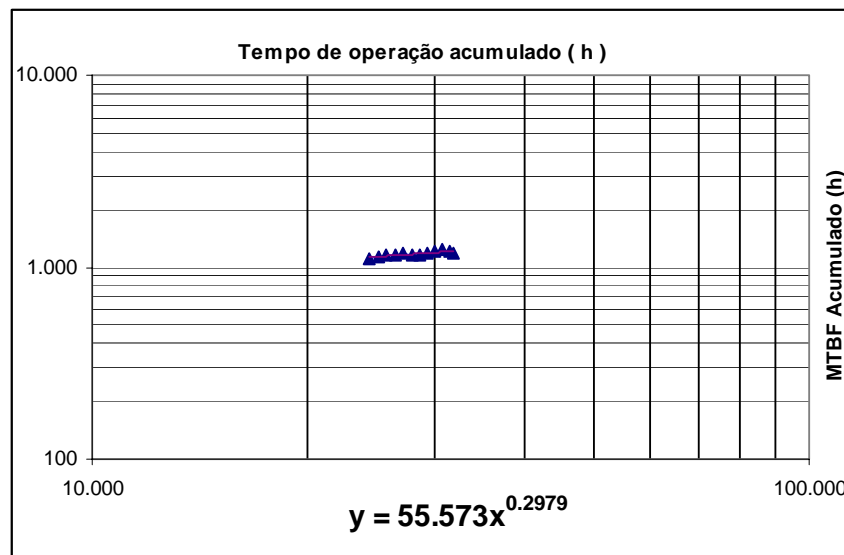
- $R(t)$ é a chance de sobrevivência além do tempo t ;
- λ é a taxa de falha

Kapur (1988) destaca que, no caso da função de confiabilidade ser determinada pelo MTBF (como no caso analisado), o valor da confiabilidade será igual a 0,368 ou, em outras palavras, há 36,8% de chance de sobrevivência além do tempo t . O coeficiente acima de 0,3 é considerado bom, indicando crescimento da curva de confiabilidade. O estudo apontou coeficiente de 0,29.

5. Discussão e análise dos dados coletados

O método utilizado para a coleta de dados foi adequado, mas tem suas limitações. A área de *facilities* da empresa analisada utiliza uma planilha em *Windows Excel* para consolidar dados de paradas e horas disponíveis no fornecimento de energia elétrica. Como a planta dispõe de equipamentos de redundâncias que lhe permite manobras entre as subestações elétricas, o resultado acabou sendo beneficiado, ou seja, caso houvesse coleta das paradas planejadas ou não dos equipamentos de redundâncias, ou os de *stand by*, o resultado poderia ser pior (coeficiente inferior a 0,30 na equação da curva de confiabilidade. Vide Gráfico 4).

Gráfico 4 – Resultados da coleta de dados para a variação acumulada do tempo médio entre falhas – MTBF.



Fonte: elaborado pelos autores

Conforme pode ser observado no Gráfico 4, o MTBF, em função das políticas de manutenção rigorosas da equipe de manutenção, se mantém estável e satisfatório, porém o MTTR é alto, por alguns fatores levantados em campo como: equipe extremamente enxuta, restrições legais para cumprimentos de horas-extras quando na ocorrência de um evento inesperado, equipamentos de acionamento com tecnologias obsoletas, falta de logística interna (veículos e

rádios de comunicação inadequados), conhecimento técnico da equipe heterogêneo, trabalhos com alto risco de acidentes, dificuldade no planejamento das execuções das atividades e pressão das áreas durante as manobras de religamento. Quanto aos motivos dos eventos que impactaram na disponibilidade, apresentados no Gráfico 3, aproximadamente 70% foram causados por fatores externos (roedores e problemas com a concessionária).

De acordo com funcionários, existe um programa de controle de pragas regular e estudos para utilização de repelentes eletrônicos contra roedores. Os fatores externos, segundo a concessionária, foram gerados por manobras e surtos na malha elétrica que alimenta a empresa. Os outros 30% foram decorrentes de curtos circuitos internos causados por elevação de carga, ou por baixo aterramento dos cabos elétricos. A confiabilidade está numa zona de risco (coeficiente menor que 0,30, conforme equação “y” apresentada no Gráfico 4) indicando riscos à sustentação dos negócios.

6. Considerações finais

A proposta deste artigo foi demonstrar uma aplicação dos conceitos de confiabilidade em *facilities* numa multinacional instalada no Brasil, por meio do monitoramento estratégico de indicadores de confiabilidade operacional. Uma das grandes preocupações das plantas industriais brasileiras tem sido a sustentabilidade operacional da infra-estrutura, permitindo ou não ganhos contínuos e manutenção das vantagens competitivas. Por meio de aplicação prática da curva de confiabilidade, constatamos que o método de coleta e o indicador são adequados e poderiam abranger as demais utilidades da empresa (água, gás, vapor, ar comprimido entre outros), ou seja, um só métrico indicando a confiabilidade geral da infra-estrutura operacional, orientando os agentes internos quanto à alocação de recursos, definição de estratégias a curto, médio e longo prazo e identificação de gargalos operacionais para mapeamentos de riscos.

A infra-estrutura da empresa analisada apresenta confiabilidade regular, demonstrando fragilidades estruturais para uma organização de grande porte. Contudo, o uso do indicador não exclui a interpretação múltipla com outros métricos como, por exemplo, o de eficiência global dos equipamentos, chamado de *overall equipment efficiency* – O.E.E, indicadores de custos e/ou satisfação dos clientes. A análise múltipla destes indicadores poderia indicar causalidades entre variáveis, facilitando o pesquisador e o gestor no entendimento da dinâmica complexa que é o estudo da confiabilidade operacional. O trabalho constatou a possibilidade da utilização da distribuição de *Weibull* como métrico de desempenho no longo prazo das áreas responsáveis pela gestão de facilidades, e a importância da interpretação multidisciplinar deste indicador pelos agentes envolvidos.

7. Referências Bibliográficas

- ABRAFAC – Associação Brasileira de Facilities. *Documentos*. Disponível em: <<http://www.abrafac.com.br>>. Acesso em: 20 mai. 2006.
- ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção. *Documento Nacional do 2º Congresso Brasileiro de Manutenção*. Minas Gerais - Brasil, 2005.
- ACKOFF, R. L. The meaning of strategic planning. *Management Review*, vol. 55, Summer 1966, pp. 20-24.
- ALEXANDER, K. *Facilities management: theory and practice*. Taylor & Francis: United Kingdom, 1996.

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. *Estatísticas*. São Paulo, 2004.

ANSOFF, I. *Estratégia Empresarial*. São Paulo: McGraw-Hill, 1977.

BIFM – British Institute of Facilities Management. *Rethinking facilities management: accelerating change through best practices*. DTI: England, 2004.

CARVALHO, E. G. Globalização e estratégias competitivas na indústria automobilística: uma abordagem a partir das principais montadoras instaladas no Brasil. *Gestão e Produção*, v.12, n.1, pp.121-133, jan.-abr., 2005.

CASTRO, N. A. *Impactos sociais das mudanças tecnológicas: organização industrial e mercado de trabalho*. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 1993. pp 2-10.

CHIH, H. W. The impact of a free-repair warranty policy on EMQ model for imperfect production systems. *Computers & Operations Research*, Oct.2004, Vol. 31, Issue 12, pp. 2021-2035, 13p.

CLETO, M. G. A gestão da produção nos últimos 45 anos. *Revista FAE Business*, n.4, dez, 2002, pp. 38-41.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. *Métodos de pesquisa em administração*. Tradução: Luciana de Oliveira de Rocha. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003, pp. 91-103.

CRUZ, Marco Aurélio da. *Confiabilidade de equipamentos de informática: estudo à partir de dados de manutenção*. 2004. 63 f. Monografia (MBA em Gerência de Produção e Tecnologia) – Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté.

DRUCKER, P. *Managing in a time of great change*. Truman Talley Books: New York, NY, 1995.

GOLDRATT, E.; COX, J. *A meta*. Trad. de Claudiney Fullmann. São Paulo: IMAM, 1992.

HALL, R.E. *Organizações: estruturas, processos e resultados*. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

HAMMER, M.; CHAMPY, J. *Re-engineering the corporation: a manifesto for business revolution*. Harper Business: New York, NY, 1993.

HO, D. C. W.; CHAN, E. H. W.; WONG, N. Y.; CHAN, M. Significant metrics for facilities management benchmarking in the Asia Pacific region. MCB University Press. *Facilities*, v. 18, n. 13/14, 2000, p. 545-555. ISSN 0263-2772.

KAPUR, K. C. Mathematical and statistical methods and model in reliability and life studies. In: IRESON, W> G.; COOMBS JR. *Handbook of reliability engineering and management*. McGraw-Hill: New York, 1988, pp.19-48.

KINCAID, D. G. Measuring Performance in Facility Management. MCB University Press. *Facilities*, UK, v. 12, n. 6, 1994, p. 17-20. ISSN 0263-2772.

LIMA, C. L *et al.* *Fornecedores da Ford: uma avaliação preliminar das oportunidades de investimento na Bahia*. Set. 2002. Disponível em: <<http://www.desenbahia.ba.gov.br>>. Acesso em: 20 set. 2004.

LORD, A. L.; PRICE I, S.; STEPHENSON, P. *Emergent behavior in a new market: facilities management in the UK*, 2001. Disponível em: <www.ifm.eng.cam.ac.uk/mcn/pdf_files/part7_1.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2006.

- MINTZBERG, H. *Criando organizações eficazes: estruturas em cinco configurações*. São Paulo: Atlas, 2003.
- MINTZBERG, H. *Mintzberg and management – inside our strange world of organizations*. Free Press: New York, 1989.
- MOUBRAY, J. *Reliability-Centered Maintenance*. Industrial Press: Oxford, 2 ed., 2001.
- NASA. National Aeronautics and Space Administration. *Quantitative Reliability Requirements Used as Performance-Based Requirements for Space Systems*. Disponível em: <<http://www.nasa.gov/offices/oce/lis/0827.html>> . Acesso em 13 jan. 2007.
- _____. Planning, developing and managing an effective reliability and maintainability (R&M) program, NASA-STD-8729.1, dec 1998. Disponível em:<<http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/87291.pdf>>. Acesso em: 15 jan 2007.
- OICA – Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles. *Statistics*. Disponível em:< <http://www.oica.net/htdocs/Main.htm>>. Acesso em: 02 jan 2007.
- PORTER, M. *The competitive advantage of nations*. The free press: New York, NY, 1990.
- POWELL, W. W.; DIMAGGIO, P. J. *The new institutionalism in organization analysis*. Chicago: The University of Chicago Press, 1991.
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review*, v. 68, n.3, pp.79-91, 1990.
- QUINELLO, R.; NICOLETTI, J.R. *Gestão de facilidades: aprenda como a integração das atividades de infra-estrutura operacional de sua empresa pode criar vantagem competitiva*. Novatec Editora: São Paulo, 2006.
- REHDER, R.R. Building cars as if people mattered: the Japanese lean system vs. Volvo's Uddevalla system. *The Columbia Journal of World Business*, Summer 1992.
- SCHUMAN, C. A.; BRENT, Alan C. Asset life cycle management: towards improving physical asset performance in the process industry. *International Journal of Operations & Production Management*; 2005, Vol. 25, Issue 6, p566-579, 14p.
- SHOHET, I. M.; LAVY-LEIBOVICH, S.; BAR-ON, D. Integrated maintenance monitoring of hospital buildings. *Construction management and economics*, n. 21, 2003, pp. 219-228.
- SMITH, C. O. *Introduction to reability in design*. McGraw-Hill Kogakusha: Tokyo, 1976.
- VALENCE, G.; LANGSTONT, C.; BEST, R. *The future of facilities management. Workplace strategies and facilities management: building in value*. London: BH, 2003, pp. 395-404.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *Machine that changed the world*. Scribner, USA, 1990.
- XIE, Liyang; ZHOU, Jinyu; YANG, Xiaofang; ZHANG, Mingchuan. Multiple-failure probability prediction of emergency diesel generator groups and general k-out-of-n systems. *International Journal of Reliability, Quality & Safety Engineering*; Aug. 2006, Vol. 13, Issue 4, pp. 311-322, 12p.