

MARIO YOSHITO ONO

Indicadores de desempenho em *Data Center*

São Paulo
(2014)

MARIO YOSHITO ONO

Indicadores de desempenho em *Data Center*

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Especialista em
Gerenciamento de Facilidades – MBA/USP

Orientador: Prof. Dr. Moacyr E. A. da Graça

São Paulo

(2014)

MARIO YOSHITO ONO

Indicadores de desempenho em *Data Center*

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Especialista em
Gerenciamento de Facilidades – MBA/USP

Área de concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Moacyr E. A. da Graça

São Paulo
2014

Catlogação-na-publicação

Ono, Mario Yoshito
Indicadores de desempenho para Data Center / M.Y. Ono. --
São Paulo, 2014.
67 p.

Monografia (MBA em Gerenciamento de Facilidades) – Uni -
versidade de SãoPaulo. POLI.INTEGRA.

1.Indicadores de produtividade 2.Infra-estrutura 3.Tecnolo-
gia da informação I.Universidade de São Paulo. POLI.INTEGRA II.t.

RESUMO

Tecnologia da Informação (TI) tem ganhado relevância dentro das empresas, tanto pelo volume financeiro envolvidos em sua operação quanto pela dependência das áreas de negócios pelos serviços de TI para a consecução de seus objetivos. Estes serviços de TI, utilizados para automatizar e prover suporte aos processos de negócio da empresa são desenvolvidos e processados em ambientes físicos chamados de *Data Center*. Este tipo de instalação específica de TI tem como principal missão a hospedagem segura e confiável de equipamentos, dados e conexões para garantir o processamento dos dados de negócio nas condições de segurança, confiabilidade, sustentabilidade, lucratividade e disponibilidade requeridas. Para que esta missão seja comprovadamente alcançada, as áreas de TI utilizam indicadores de desempenho e de performance para medir, avaliar e otimizar os resultados da administração das instalações de TI. As empresas e os profissionais encarregados deste processo podem fazer uso das definições e indicadores deste processo para se comparar com o mercado e ter uma avaliação do desempenho. Os indicadores sobre objetivo e performance são ferramentas importantes para tomadas de decisões gerenciais baseadas em fatos e números, evitando desta forma análises subjetivas e que não demonstrem os benefícios e resultados da boa administração das instalações e ambientes físicos de TI. A aplicação destes indicadores devem ser administrados por um processo de gestão implementado para atingir os objetivos da empresa e proporcionar uma melhoria contínua de desempenho. Os resultados desta aplicação proporcionam não somente benefícios econômicos como também benefícios para um planejamento de capacidade, tomadas de decisões e avaliação de riscos. Neste estudo serão tratados os principais indicadores voltados para administração do ambiente de *Data Center* considerando o modelo Cobit 4.1.

Palavras-chave: *Data Center*. Infraestrutura. Indicadores. Tecnologia da Informação.

ABSTRACT

Information Technology (IT) has gained importance within companies both by the financial volume involved in its operation, as well as by the dependence of the business areas on IT services to achieve their goals. These IT services are used to automate and provide support to the company's business processes are developed and processed in physical environments called Data Centers. This specific type of IT facility has as its main mission the secure and reliable hosting of equipment, data and connections to ensure the data processing of the business in conditions of safety, reliability, sustainability, profitability and required availability. To prove that this mission is achieved, IT areas use performance indicators to measure, evaluate and optimize the results of the management of IT facilities. The companies and professionals in charge of this process may make use of the definitions and indicators of this process to compare with the market and have a review of the performance. The indicators of objective and performance are important tools for making managerial decisions based on facts and figures, thus avoiding subjective analyses and which do not demonstrate the benefits and results of good management of facilities and physical IT environments. Application of these indicators should be administered by a management process implemented to achieve the company's goals and provide continuous performance improvement. Applying results not only provide economic benefits as well as benefits for capacity planning, decision making and risk assessment. This study will address the main indicators facing administration of the Data Center environment considering the model Cobit 4.1.

Keywords: *Data Center. Infrastructure. Indicators. Information Technology.*

INDICE DAS FIGURAS

Figura 1 - Resumo da classificação Uptime.....	19
Figura 2 - Resumo da Norma TIA 942	18
Figura 3 - UPS (<i>Uninterruptible Power Supply</i>)	20
Figura 4 - <i>Chiller</i>	20
Figura 5 - Leitor de crachá e leitor biométrico	21
Figura 6 - Cilindros de gás Inergen ²	22
Figura 7 - Modelo Tradicional de Gerenciamento de Facilidades	24
Figura 8 - Interação do Gerenciamento de Facilidades	25
Figura 9 - Percepção do cliente da qualidade do serviço	29
Figura 10 - Modelo Conceitual de Qualidade de Serviço (SERVIQUAL)	30
Figura 11 - Processos.....	32
Figura 12 - Funcionamento do Cobit.....	38
Figura 13 - Esquema de funcionamento do Cobit.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abrafac	<i>Associação Brasileira de Facilidades</i>
AI	<i>Acquisition & Implementation</i>
BEM	<i>Business Excellence Model</i>
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CADE	<i>Corporate Average Data Efficiency</i>
CAFM	<i>Computer Aided Facility Management</i>
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System</i>
Cobit	<i>Control Objectives for Business Information and related Technology</i>
CPD	<i>Centro de Processamento de Dados</i>
CRAC	<i>Computer Room Air Conditioning</i>
DCiE	<i>Data Center infrastructure Efficiency</i>
DS	<i>Delivery & Support</i>
GAS	<i>Grupo de Administradores de Serviços</i>
GB	<i>Giga Byte</i>
Grupas	<i>Grupo de Profissionais Administradores de Serviços</i>
HVAC	<i>Heating, Ventilation and Air Conditioning</i>
IFMA	<i>International Facility Management Association</i>
Isaca	<i>Information System Audit and Control Association</i>
ITGI	<i>Information Technology Governance Institute</i>
Itil	<i>Information Technology Infrastructure Library</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KGI	<i>Key Goal Indicator</i>
KMI	<i>Key Maturity Indicator</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
ME	<i>Monitoring & Evaluation</i>

<i>MTBF</i>	<i>Mean Time Between Failures</i>
<i>MTTI</i>	<i>Mean Time To Identify</i>
<i>MTTR</i>	<i>Mean Time To Repair</i>
<i>OLA</i>	<i>Operation Level Agreement</i>
<i>PDCA</i>	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
<i>PO</i>	<i>Planning & Organization</i>
<i>PUE</i>	<i>Power Usage Effectiveness</i>
<i>Risc</i>	<i>Reduced Instruction Set Computer</i>
<i>ROI</i>	<i>Return On Investment</i>
<i>TI</i>	<i>Tecnologia da Informação</i>
<i>TIA 942</i>	<i>Telecommunications Industry Association 942</i>
<i>UPS</i>	<i>Uninterruptible Power Supply</i>

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	10
2 - OBJETIVO	13
3 - METODOLOGIA	14
4 - AMBIENTE DE APLICAÇÃO - <i>DATA CENTER</i>	15
4.1 - Classificação de Data Centers	15
4.1.1 - Classificação Tier.....	16
4.1.2 - Normatização e Classificação para Data Center.....	16
4.1.2.1 - Norma ANSI/EIA/TIA 942.....	16
4.1.2.2 - Classificação Uptime Institute	18
5 - GERENCIAMENTO DE FACILIDADES	23
5.1 - <i>Escopo da gestão dos serviços de facilidades</i>	25
5.2 - <i>Características dos Serviços</i>	27
5.3 - <i>Qualidade na prestação de serviços</i>	28
5.3.1 - <i>Modelo de qualidade SERVQUAL</i>	29
5.4 - <i>Gestão por processos</i>	31
5.4.1 – <i>Processos</i>	31
6 - INDICADORES E METRICAS	34
6.1 - <i>Indicadores</i>	34
6.2 - <i>Métricas</i>	35
7 – GUIA DE GESTÃO - COBIT 4.1.....	37
7.1 - <i>Domínios do COBIT</i>	40
7.2 - <i>Objetivos de Controle</i>	42
7.3 - <i>KGI – Key Goal Indicator</i>	42
7.4 - <i>KPI – Key Performance Indicator</i>	42
7.5 - <i>KMI – Key Maturity Indicator</i>	43
8 – INDICADORES RECOMENDADOS	44
8.1 - <i>Planilha de distribuição dos KPIs (Key Performance Indicator)</i>	48
8.2 - <i>Indicadores utilizados em Data Centers</i>	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1 - INTRODUÇÃO

O processo de administração de instalações de TI (Tecnologia da Informação) permite que as empresas possam definir, operar, manter e/ou aperfeiçoar o funcionamento e as características de seus ambientes operacionais de tecnologia ou Centros de Processamentos de Dados (CPD), locais onde são concentradas as ações de hospedagem e controle dos equipamentos e dos dispositivos de processamento de dados. Também chamados de *Data Centers*, os CPDs necessitam ser periodicamente analisados sob a visão de eficiência e lucratividade que trazem aos negócios das empresas, deste modo o custo operacional ou o custo de propriedade tecnológica pode ser cada vez mais trabalhado e reduzido contribuindo para o tão esperado retorno dos investimentos em TI (Tecnologia da Informação) ou *ROI (Return On Investment)*.

Segundo Silva (2009) os recursos de um *Data Center* podem ser classificados como:

- Serviços: Visão da Aplicação
 - Vazão/Segurança/Disponibilidade da aplicação
- Tempo de execução: Visão dos componentes que suportam os serviços
 - Processamento/Armazenamento/Comunicação
- Básicos: Visão da infraestrutura
 - Espaço/Energia Elétrica/Refrigeração

O presente trabalho utilizará esta classificação e focará nos recursos básicos, visto que estes recursos são os que possuem uma participação significativa nos custos de operação de um *Data Center* e também por serem foco do gerenciamento de facilidades.

Diversas técnicas de mensuração e análise de indicadores e materiais de melhores práticas para o gerenciamento de recursos são utilizadas pelas empresas para o gerenciamento dos recursos componentes da administração de *Data Centers*. Por melhores práticas entendem-se materiais e conceitos que já foram testados no mercado e que se mostraram eficientes quando empregados na administração de recursos e instalações de TI (Tecnologia da Informação).

Modelos de melhores práticas de TI (Tecnologia da Informação), tais como o *ITIL (Information Technology Infrastructure Library)* e o *Cobit (Control Objectives for Business Information and related Technology)*, adotados mundialmente para administração e controle de processos de TI, possuem boas referências sobre os itens de controle e ajuste para otimizar as instalações de um *Data Center*.

Em um *Data Center* o gerenciamento de facilidades recai sobre os recursos de controle e ocupação do ambiente e que é tratada como Gestão de Instalações tecnológicas e normalmente está sob incumbência das áreas de Operação e Produção da TI, que desenvolvem rotinas e atividades específicas para dispor, configurar, alterar e substituir os recursos e equipamentos de TI (Tecnologia da Informação) utilizados no processamento das informações de negócio, de acordo com o consumo de eletricidade, geração de calor, consumo de água e outras características críticas.

O gerenciamento de facilidades trata da gestão de ativos construídos e do controle dos serviços necessários para a operação destas instalações em atendimento aos negócios da organização. O gerenciamento de facilidades tem como objetivo não só simplesmente reduzir os custos de funcionamento como também o aumento da eficiência destas instalações.

Segundo *Sarel Lavy, John A. Garcia, Manish K. Dixit (2010)*, as principais práticas de medições de desempenho de uma instalação incluem *dashboard*, *benchmarking*, *Balanced Scorecard*, avaliação pós-ocupação e medições através de *KPIs (Key Performance Indicator)*.

A utilização destes KPIs (*Key Performance Indicator*) apresentados neste trabalho tem por finalidade auxiliar na melhoria de performance dos recursos e/ou garantir metas operacionais estabelecidas para o atendimento da missão. As medições destes KPIs (*Key Performance Indicator*) deverão trazer também melhor eficiência operacional e qualidade do serviço viabilizando desta forma o objetivo da gerência de facilidades no controle dos custos e dos recursos (ativos) de TI (Tecnologia da Informação) relacionados à infraestrutura.

2 - OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo identificar uma relação de indicadores que permita avaliar o desempenho dos recursos ou sistemas de um *Data Center* relacionados ao gerenciamento do ambiente físico e considerando que as utilizações destes indicadores podem variar conforme as necessidades e especificidade de cada instalação.

Estes indicadores poderão ser utilizados para o alcance das metas definidas pela organização e avaliar se os processos são conduzidos corretamente de forma a atender a estratégia da organização.

Estes indicadores poderão ser utilizados para uma avaliação do desempenho e se comparar com o mercado, visto que alguns indicadores são amplamente utilizados pelos principais institutos especializados em *Data Center*, tais com *Green Grid* e *Uptime institute*, para tomadas de decisões gerenciais baseadas em fatos e números para garantir bons resultados na administração das instalações, transmitir necessidades de adequação de processos e viabilizar desdobramentos das metas organizacionais.

3 - METODOLOGIA

Para a apresentação dos KPIs (*Key Performance Indicator*) a infraestrutura do Data Center será segmentada nas áreas de Energia, Refrigeração e Espaço com a definição de objetivos de aprimoramento para cada segmento através da seleção do KPI (*Key Performance Indicator*) mais apropriado.

A pesquisa e a seleção dos KPIs (*Key Performance Indicator*) serão procedidas através de referências literárias, internet e criação baseada na vivência e experiência profissional neste assunto.

O trabalho discorre sobre o gerenciamento de facilidades e os sistemas ou subsistemas objetos de formulação dos indicadores.

É apresentado o conceito dos indicadores, seguidos da explanação da metodologia Cobit (*Control Objectives for Business Information and related Technology*).

A seguir é apresentada uma relação de indicadores de mercado e alguns indicadores são demonstrados a sua utilização, particularmente os indicadores que atendem os itens que a eficiência de consumo de energia, ar e água.

As atividades deste trabalho foram definidas conforme segue:

- Identificação das principais áreas de infraestrutura básica de um *Data Center* (Energia Elétrica, Refrigeração e Ocupação de Espaço);
- Revisão bibliográfica para levantamento dos principais indicadores focados na infraestrutura básica;
- Descrição dos principais indicadores relacionados à infraestrutura de um *Data Center*.

4 - AMBIENTE DE APLICAÇÃO - DATA CENTER

Os *Data Centers* corporativos são projetados para o processamento de uma grande quantidade de informações, hospedando e provendo condições mais favoráveis de temperatura, umidade, energia elétrica, controle de acesso e outros fatores referentes à instalação para o suporte ao processamento dos dados de negócio. Seja em uma operação contínua (24X7) ou com funcionamento reduzido (Horário Comercial) este ambiente de TI (Tecnologia da Informação) é composto por equipamentos eletrônicos de computação (Servidores, Unidades de armazenamento, roteadores, cabeamentos, mainframes, dentre outros) e de recursos e equipamentos de infraestrutura, tais como unidades geradoras de energia, estabilizadores, filtros, caixas de comunicação de dados, sistemas de refrigeração, sistemas aplicativos, sistemas de gerenciamento, sistemas de detecção e combate a incêndios, controle de acesso, etc.

Um *Data Center* é um ambiente específico e com diversas particularidades em relação a um ambiente corporativo tradicional, construído para assegurar o processamento de dados de forma ininterrupta e com segurança, os *Data Centers* representam um papel fundamental no sucesso e no resultado da administração de recursos e finanças de TI (Tecnologia da Informação).

4.1 - Classificações de *Data Centers*

Atualmente a infraestrutura dos *Data Centers* são implementadas seguindo normas de construção específicas, tal como a TIA 942 (*Telecommunications Industry Association*) que estabelece um conjunto de critérios para avaliação da instalação de *Data Center* e depois a classificação deste quanto ao nível de resiliência operacional ou *Tier*¹, e a entidade *Uptime Institute* divulga padrões e normas de classificação de configurações dos equipamentos a serem instalados em *Data Centers*.

¹Tier é uma classificação criada para descrever o nível da infraestrutura para manter as operações de um Data Center de acordo com a disponibilidade requerida.

4.1.1 - Classificação Tier

A classificação Tier se destina a mensurar o nível da infraestrutura quanto à característica do sistema de infraestrutura instalado no *Data Center* para suportar as operações quanto à disponibilidade e é subdividido em quatro níveis:

- *Tier I* - Infraestrutura básica (Não redundante)
Disponibilidade igual ou superior a 99,671% por ano;
- *Tier II* - Infraestrutura com componentes redundantes
Disponibilidade igual ou superior a 99,741% por ano;
- *Tier III* - Infraestrutura para manutenção concorrente
Disponibilidade igual ou superior a 99,982% por ano;
- *Tier IV* - Infraestrutura tolerante à falha
Disponibilidade igual ou superior a 99,995% por ano;

4.1.2 - Normatização e Classificação para *Data Center*

As normas ou padrões utilizados atualmente são:

- Norma ANSI/EIA/TIA 942
- Uptime Institute

4.1.2.1 - Norma ANSI/EIA/TIA 942

Esta norma indica os requerimentos de telecomunicações desde a construção até a ativação do *Data Center* e estipula quatro níveis de infraestrutura de acordo com a disponibilidade esperada durante o ano:

Tier 1 – Básico: neste modelo não existe redundância nas rotas físicas e lógicas para Telecomunicações. Prevê uma distribuição de energia elétrica para atender a carga elétrica sem redundância. A falha elétrica pode causar interrupção parcial ou total das operações. *Downtime*¹: 28.8 hs/ano.

Tier 2 – Componentes Redundantes: Os equipamentos de telecomunicações do *Data Center* e também os equipamentos de telecomunicações da operadora assim como os dispositivos da LAN-SAN² devem ter módulos redundantes. O cabeamento do *backbone* principal LAN e SAN das áreas de distribuição horizontal para os switches do *backbone* deve ter cabos de cobre ou fibras redundantes. No *Tier 2* devem-se ter duas caixas de acesso de telecomunicações e dois caminhos de entrada até a sala de entrada. Devem-se prover módulos UPS (*Uninterruptible Power Supply*) redundantes para N+1. É necessário um sistema de gerador elétrico para suprir toda a carga. Não é necessário redundância na entrada do serviço de distribuição de energia. Os sistemas de ar condicionado devem ser projetados para operação contínua 24 x 7 e incorporam redundância N+1. *Downtime*¹: 22 hs/ano.

Tier 3 – Sistema Auto Sustentado: Deve ser atendido por no mínimo duas operadoras de telecomunicações com cabos distintos. Devem-se ter duas salas de entrada com no mínimo 20 metros de separação. Estas salas não podem compartilhar equipamentos de telecomunicações e devem estar em zonas de proteção contra incêndios, sistemas de energia e ar-condicionado distintos. Deve-se prover pelo menos uma redundância elétrica N+1. *Downtime*¹: 1.6 hs/ano.

*Downtime*¹ período de tempo de inatividade

LAN-SAN² Local Area Network – Storage Area Network

Tier 4 – Sem Tolerância a Falhas: Todo o cabeamento deve ser redundante, além de protegido por caminhos fechados. Os dispositivos ativos devem ser redundantes e devem ter alimentação de energia redundante. O sistema deve prover comutação automática para os dispositivos de backup. Deve-se prover disponibilidade elétrica $2(N+1)$. O prédio deve ter pelo menos duas alimentações de energia de empresas públicas a partir de diferentes subestações. O sistema de *HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning)* deve incluir múltiplas unidades de ar condicionado com a capacidade de resfriamento combinada para manter a temperatura e a umidade relativa de áreas críticas nas condições projetadas. *Downtime*: 0.4 hs/ano.

Figura 1 - Resumo da Norma TIA 942

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Disponibilidade	99,67%	99,75%	99,98%	100,00%
Downtime	28,8h	22,0h	1,6h	0,4h
Centro de Operações	Não requerido	Não requerido	Requerido	Requerido
Redundância (Energia, Refrigeração, etc)	N	N + 1	N + 1	2(N + 1)
Sistema de extinção de incêndio por gás	Não requerido	Não requerido	FM200 ou Inergen	FM200 ou Inergen
Caminhos redundantes de energia e dados	Não requerido	Não requerido	Requerido	Requerido

Fonte: Norma TIA 942

4.1.2.2 - Classificação *Uptime Institute*

O *Uptime Institute* é uma entidade que trabalha com pesquisas e consultorias em Data Centers e a mesma desenvolveu um padrão de classificação de Data Centers equivalente ao TIA (*Telecommunication Industry Association*). O padrão de classificação do *UpTime Institute* versa prioritariamente sobre os recursos de energia elétrica e ar condicionado, enquanto que o TIA versa também sobre o aspecto de telecomunicações.

Figura 2 - Resumo da classificação *Uptime*

	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Active Capacity Components to Support IT Load	N	N+1	N+1	N after any failure
Distribution Paths	1	1	1 active and 1 alternate	2 simultaneously active
concurrently Maintainable	No	No	Yes	Yes
Fault tolerance (single event)	No	No	No	Yes
Compartmentalization	No	No	No	Yes
continuous Cooling	load density dependent	load density dependent	load density dependent	Yes

Fonte: *White Paper – Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance – Uptime Institute* By W. Pitt Turner IV, John H. Seader, PE, Vince Renaud, PE, and Kenneth G. Brill – 2008

4.2 - Características importantes em um *Data Center*

O projeto, montagem e manutenção de um *Data Center*, devem considerar algumas características que contemplem a segurança, disponibilidade, facilidade de operação dentre outros, representados nos itens abaixo relacionados:

- Sala exclusiva e com paredes de alvenaria resistentes a fogo e água;
- Piso elevado para passagem e organização do cabeamento de dados e elétricos;
- Segurança 24 horas;
- Sistema de detecção e combate a incêndio;
- Sistema elétrico e de ar condicionado dedicado;

4.3 - Recursos e sistemas de infraestrutura

Os recursos ou sistemas de infraestrutura dos *Data Centers*, administrados pelos gerentes de facilidades para suportar estas instalações de TI são:

- Energia – Sistema de alimentação elétrica, grupos geradores, sistema de alimentação ininterrupta (UPS – *Uninterruptible Power Supply*);

Figura 3 - UPS (*Uninterruptible Power Supply*)



Fonte: acervo do autor

- Refrigeração – *Chillers*¹, Torres de refrigeração, *Fancoils*², *Self contained*³;

Figura 4 - *Chiller*



Fonte: acervo do autor

¹*Chiller* – Equipamento que retira o calor de um líquido através de um ciclo de refrigeração.

²*Fancoils* – Equipamento dotado de ventiladores para refrigeração ou aquecimento.

³*Self Contained* – Equipamento de refrigeração que reúne todas as unidades dentro de um só aparelho.

- Consumo de recursos – água, combustível, carbono;
- *Lay out* – Espaço para montagem dos equipamentos e racks, disposição física;
- Segurança física – Controle de acesso, Câmeras de segurança, Central de segurança;

Figura 5 - Leitor de crachá e leitor biométrico



Fonte: acervo do autor



Fonte: acervo do autor

- Combate e Prevenção contra Incêndio – Sistema de detecção precoce de fumaça, extintores a gás, *sprinklers*¹;

Figura 6 - Cilindros de gás Inergen²



Fonte: acervo do autor

- Geração de resíduos – gás carbônico, toxinas, fluídos, materiais não degradáveis, radiação, campos magnéticos.

Os recursos citados compõem os sistemas que suportam as operações de um *Data Center* e são administrados pelo gerenciamento de facilidades para garantirem o desempenho requerido.

¹Sprinklers – Dispositivo utilizado para combate a incêndio, formado por um bulbo que expande um líquido em seu interior a partir de uma temperatura, rompendo o mesmo e liberando água para atuar no combate.

²Gás Inergen – Gás inerte, não corrosivo e não combustível. Extingue o fogo reduzindo o nível de oxigênio no ambiente abaixo do ponto de sustentação da combustão.

5 - GERENCIAMENTO DE FACILIDADES

O gerenciamento de facilidades tem como objetivo o gerenciamento das instalações com a prestação de serviços para atendimento aos objetivos da organização. E para esta prestação de serviço é necessário o conhecimento dos serviços ou suporte a ser prestado e que tragam maior resultado para a organização, pois conforme *Heskett* (1994) não existe definição de conceito de serviço sem a determinação de seu mercado alvo.

Pela definição do IFMA – *International Facilities Management Association* é “a profession that encompasses multiple disciplines to ensure functionality of the built environment by integrating people, place, and technology”, ou, uma profissão que abrange múltiplas disciplinas com o objetivo de dotar o ambiente construído de funcionalidade através da integração de Pessoas, Propriedades e Processos e Tecnologias.

O IFMA é uma associação dos profissionais de gerenciamento de facilidades fundada em 1980 e hoje com mais de 23.000 associados em 85 países. O IFMA atua na Certificação de gerentes de facilidades, condução de pesquisas e provisão de treinamentos, conferências e exposições para os profissionais de gerenciamento de facilidades.

O gerenciamento de facilidades passou a ganhar importância nos últimos anos no mercado de prestação de serviços, levando à criação de várias entidades para troca de experiências, administração de pesquisas, criação de programas educacionais, representarem os profissionais da área, etc., tais como o IFMA, GAS (Grupo de Administradores de Serviços), GRUPAS (Grupo de Profissionais Administradores de Serviços) e a ABRAFAC (Associação Brasileira de Facilidades).

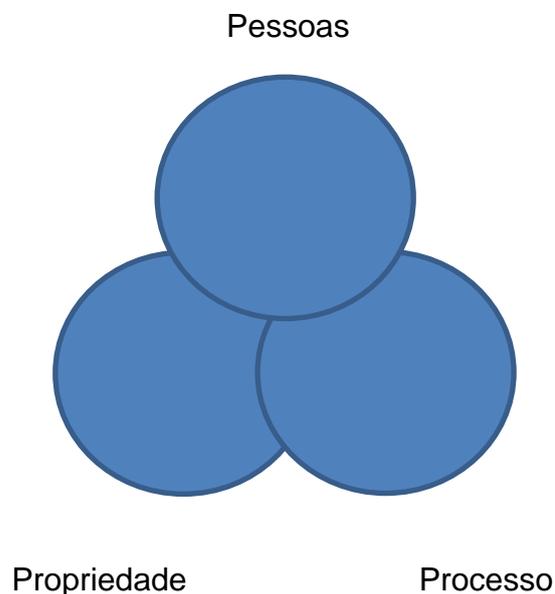
A ABRAFAC foi fundada em 2004 e tem por objetivo representar e congrega os interesses dos profissionais de gerenciamento de facilidades e hoje conta com mais de 400 associados e cuja Visão é: “Promover o desenvolvimento contínuo e a difusão do conhecimento de gerenciamento de facilidades no Brasil e no exterior, buscando a integração com entidades estrangeiras congêneres. Desenvolver, divulgar, apoiar, incentivar atividades de natureza econômica e cultural, inclusive a

realização de eventos, boletins, normas e recomendações técnicas, revistas e livros relacionados ao Gerenciamento de *Facilities*".

Para o *Centre for Facilities Management* (Centro de pesquisas em gerenciamento de facilidades da Dinamarca) é o Processo pelo qual uma organização fornece serviços com qualidade para satisfação de necessidades estratégicas das organizações.

O fornecimento dos serviços com qualidade implica necessariamente em medições, melhores práticas, conhecimento dos objetivos da organização, perfil dos usuários e comparações contínuas para a manutenção ou melhora desta qualidade e para tanto depende da administração das relações entre Pessoas, Propriedades e Processos que estão envolvidos no esquema abaixo (Figura 1).

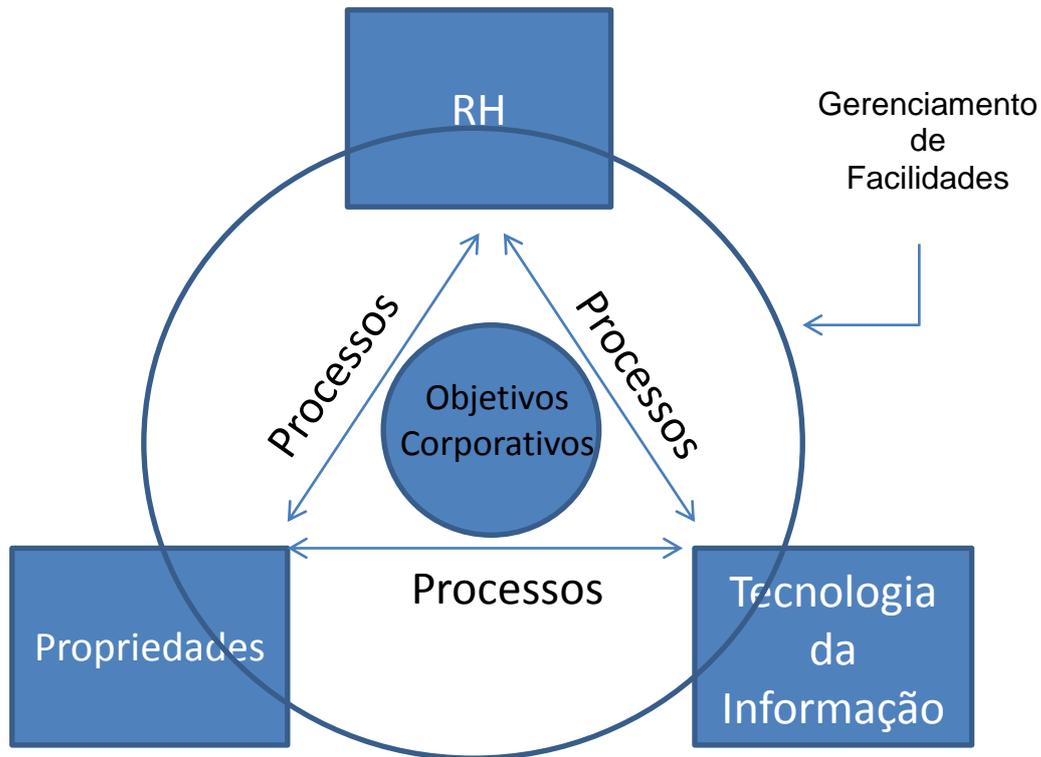
Figura 7 - Modelo Tradicional de Gerenciamento de Facilidades



Fonte: Anotação de aula GF 101 - Gerenciamento de Facilidades

O gerenciamento de facilidades interage através dos processos com os recursos (Instalações, pessoas e tecnologias) para atingir os objetivos corporativos.

Figura 8 - Interação do Gerenciamento de Facilidades



Fonte: Anotação de aula GF 101 - Gerenciamento de Facilidades: Conceitos e Práticas

5.1 - Escopo da gestão dos serviços de facilidades

O escopo da gestão de facilidades está relacionado à infraestrutura, utilidades e patrimônio e segundo Robson Quinello e Jose Roberto Nicoletti (2006) o escopo do gerenciamento de facilidades é constituído pelas Gerencias de Utilidades, Engenharia de Construções e Instalações, Manutenção da Infraestrutura e Engenharia Ambiental.

- Gerenciamento de utilidades:
Monitoramento e controle do uso das utilidades e conservação de energia (água, energia elétrica, gás, circuitos hidráulicos, vapor e ar comprimido).

- Engenharia de instalações e construções:
Gerenciamento das atividades de construção civil (novos projetos, reformas, gerenciamento de espaços, mobiliários, negociação de imóveis e terrenos da empresa, layout de áreas operacionais, vias de acessos, novas instalações, etc.).

- Engenharia de manutenção da infraestrutura:
Atividades de manutenção, conservação e reparo dos equipamentos e máquinas geradoras de utilidades, nas especialidades de mecânica, elétrica, hidráulica e pneumática. Gerencia ainda contratos de zeladoria nas limpezas técnicas e convencional, manutenção predial, manutenção preditiva, inspeções legais como vasos sob pressão e limpeza de dutos de ar-condicionado, controle de pragas, limpeza de redes em geral e programas relacionados à segurança, saúde e higiene dos empregados.
 - Manutenção Preditiva
Manutenção que indica as condições reais dos equipamentos em funcionamento através de técnicas como termografia, ultrassom, análise de vibração, controle microbiológico de água, ruído, análise de óleo, inspeção visual, etc. para avaliar os desgastes, aquecimentos inadequados ou contaminação, ou seja, intervenções baseadas nas condições dos equipamentos e realizadas após estas monitorações ou inspeções que indicaram que atingiram limites previamente estabelecidos.

 - Manutenção Preventiva
Esta manutenção é programada e objetiva corrigir os defeitos **antes** que se manifestem ou que causem danos maiores. Realizada com periodicidade pré-estabelecida. São manutenções que substituem os componentes dos equipamentos ou sistemas, tais como troca de óleo, troca de filtros, etc.

- Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva objetiva corrigir os defeitos dos equipamentos e recuperar a capacidade produtiva do equipamento ou da instalação. Esta manutenção pode ser programada caso seja identificada a iminência da ocorrência do defeito ou não programada, quando ocorre após a ocorrência do defeito e é realizada de forma emergencial, não permitindo a sua programação.

O controle para a realização destas manutenções (preditiva e preventiva) e a periodicidade de execução de cada item podem ser programadas através de um sistema CMMS, CAFM ou simplesmente por uma planilha eletrônica e cabe ao GF abastecer estas informações no sistema considerando as especificações técnicas dos equipamentos, normas e criticidade do sistema.

- Engenharia ambiental

Gerenciamento das atividades ligadas ao meio ambiente, como gerenciamento da estação de tratamento de efluentes, certificações e monitoramentos ambientais, atendimento a normas e leis governamentais, gerenciamento de resíduos, programas de conscientização e outros.

5.2 - Características dos Serviços

Os serviços de facilidades apresentam algumas características distintas de produtos e que são necessários os entendimentos para facilitar a administração da prestação de serviços. Segundo Zeithaml, Parasuraman e Berry – 1990 as características dos serviços são diferentes das características de produtos e são:

Intangibilidade: característica que não possibilita as medições, testes e verificações anteriores para assegurar a qualidade, diferente de produtos onde se pode medir e testar.

Heterogeneidade: variações nos serviços prestados que dependem das pessoas que fornecem, locais do serviço, forma de fornecimento e quando é fornecido o

serviço. Para assegurar uma uniformidade nesta característica é necessária a criação de processos, treinamentos e medições de satisfação junto aos clientes.

Inseparabilidade: a produção e o consumo do serviço são inseparáveis, ou seja, o serviço é prestado para o consumo do cliente. A percepção da qualidade do serviço ocorre durante a produção do serviço.

Percibilidade: os serviços são consumidos simultaneamente com a prestação, não tendo como estocar.

O entendimento destas características é importante para a definição da estratégia de trabalho e também para a execução dos serviços, para que atinja os objetivos organizacionais.

5.3 - Qualidade na prestação de serviços

Visto que os serviços são intangíveis, heterogêneos e a produção e o consumo são inseparáveis, a avaliação da prestação de serviço é bastante complexa.

Segundo Fitzsimmons & Fitzsimmons (2000) a qualidade percebida não se limita ao resultado final do serviço, mas também ao processo que conduz ao resultado. Sendo assim, a compreensão de que uma das partes ativa do processo é o cliente é fundamental para a prestação de serviço.

Heskett, 1994 diz que “A percepção da qualidade do serviço recebido é baseada nos resultados obtidos e na maneira pela qual eles são alcançados”.

Na equação de qualidade de Heskett:

QUALIDADE = Serviço prestado – Serviço esperado

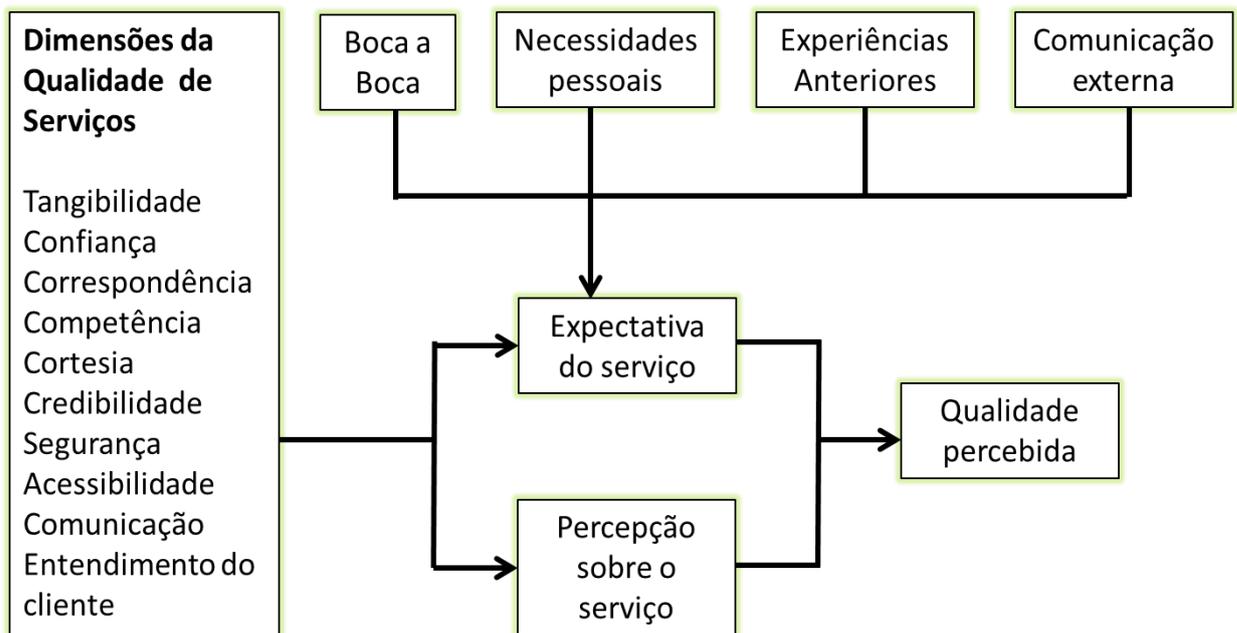
Ou seja, a avaliação da qualidade é o serviço recebido pelo cliente em relação ao que este cliente esperava.

Heskett ainda formulou uma equação para o valor do serviço para o cliente:

VALOR = Qualidade do serviço (resultado + processo) / preço

Segundo Zeithaml, Parasuraman & Berry (1990) a diferença entre as expectativas do cliente e sua percepção sobre o serviço recebido é que define a qualidade do serviço prestado. Para avaliar esta qualidade de serviço foram identificadas as características ou dimensões citadas na figura abaixo:

Figura 9 - Percepção do cliente da qualidade do serviço



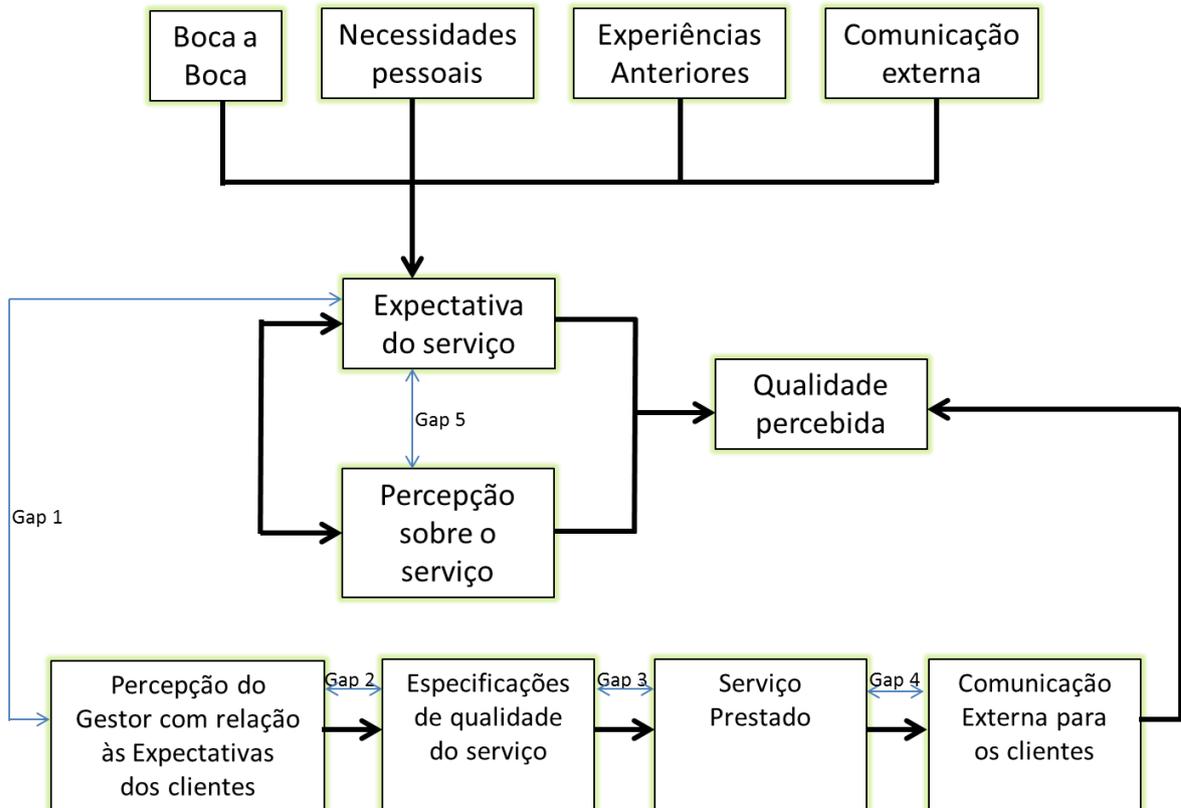
Fonte: Zeithaml, Parasuraman & Berry (1990)

Para a entrega de serviços com qualidade, as dimensões da qualidade de serviços citadas acima deverão estar presentes no planejamento e execução das atividades, com o entendimento da percepção da qualidade pelo cliente.

5.3.1 - Modelo de qualidade SERVQUAL

Um modelo conceitual designado SERVQUAL foi desenvolvido para tratar as estratégias e processos para utilização nas prestações de serviços para identificação das expectativas dos clientes e redução das possibilidades de falha na entrega do serviço.

Figura 10 - Modelo Conceitual de Qualidade de Serviço (SERVIQUAL)



Fonte: Zeithaml, Parasuraman & Berry (1990)

Gap 1 – É a diferença entre expectativas dos clientes sobre o serviço e a percepção dos gestores sobre as expectativas dos clientes.

Gap 2 – É a diferença entre a percepção dos gestores sobre as expectativas dos clientes e as especificações de qualidade do serviço.

Gap 3 – É a diferença entre as especificações de qualidade do serviço e o serviço prestado.

Gap 4 – É a diferença entre o serviço prestado e a comunicação exterior com os clientes.

Gap 5 – É a diferença entre a expectativa do serviço e a percepção sobre o serviço prestado.

A proposta do modelo é a identificação dos pontos de falhas (Gaps) a serem corrigidos para que a prestação de serviço atinja o objetivo de excelência no atendimento ao cliente.

5.4 - Gestão por processos

As organizações possuem várias atividades para a consecução de seus objetivos e estas atividades são constituídas por processos, que é uma estrutura para uma atuação de forma a gerar um resultado definido.

A gestão de facilidades também tem como base os processos das atividades, a sua estruturação e o fluxo das informações. O gerenciamento através destes processos objetivam a otimização de recursos, definição de estratégias e a melhoria da qualidade dos serviços.

Segundo a ISO 9000 a gestão por processos é eficaz, pois busca a satisfação do cliente e do aperfeiçoamento contínuo do sistema de gestão da qualidade, ajuda e facilita o planejamento, a organização, a liderança e o controle de tudo o que é realizado na organização e além disso, facilita a comunicação e o trabalho em todos os setores.

Para o aperfeiçoamento contínuo é necessária a utilização do feedback como input para os processos.

Na gestão por processos é utilizado o ciclo PDCA (Plan – Do – Check - Act) que é um método interativo de gestão desenvolvido por Walter A. Shewart e popularizado por Deming.

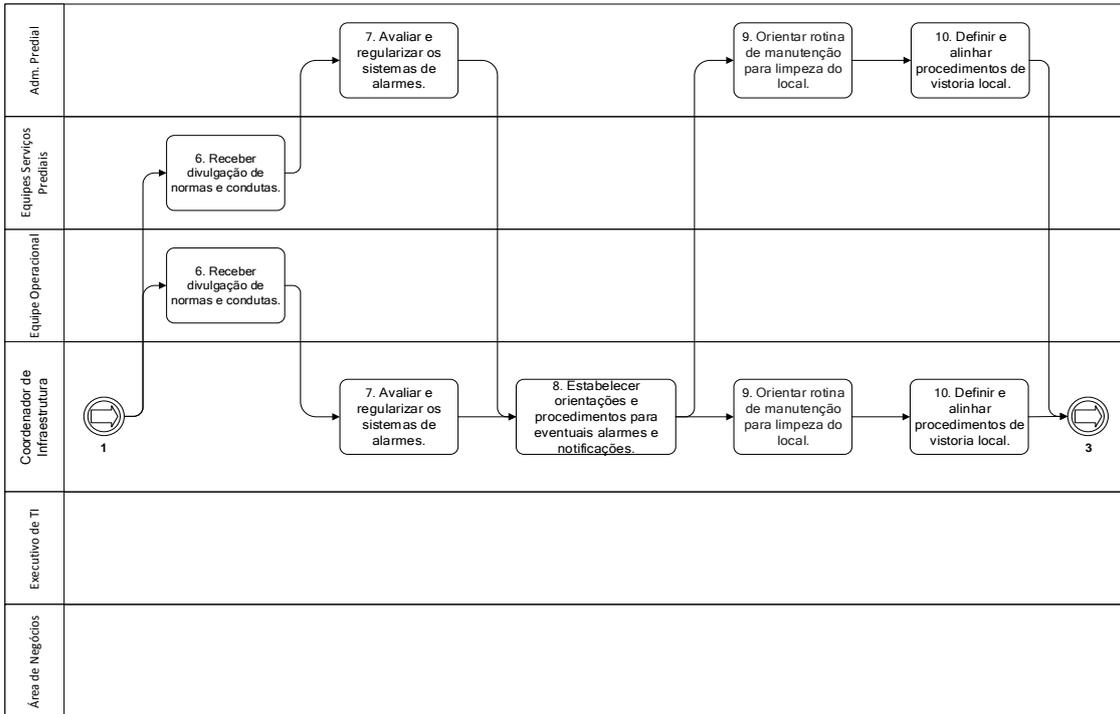
5.4.1 – Processos

Na sequência, apresenta-se um modelo de fluxo do Cobit denominado DS12 (Gerenciamento do ambiente físico). O gráfico abaixo exemplifica um processo de execução de uma atividade:

Figura 11 - Processos

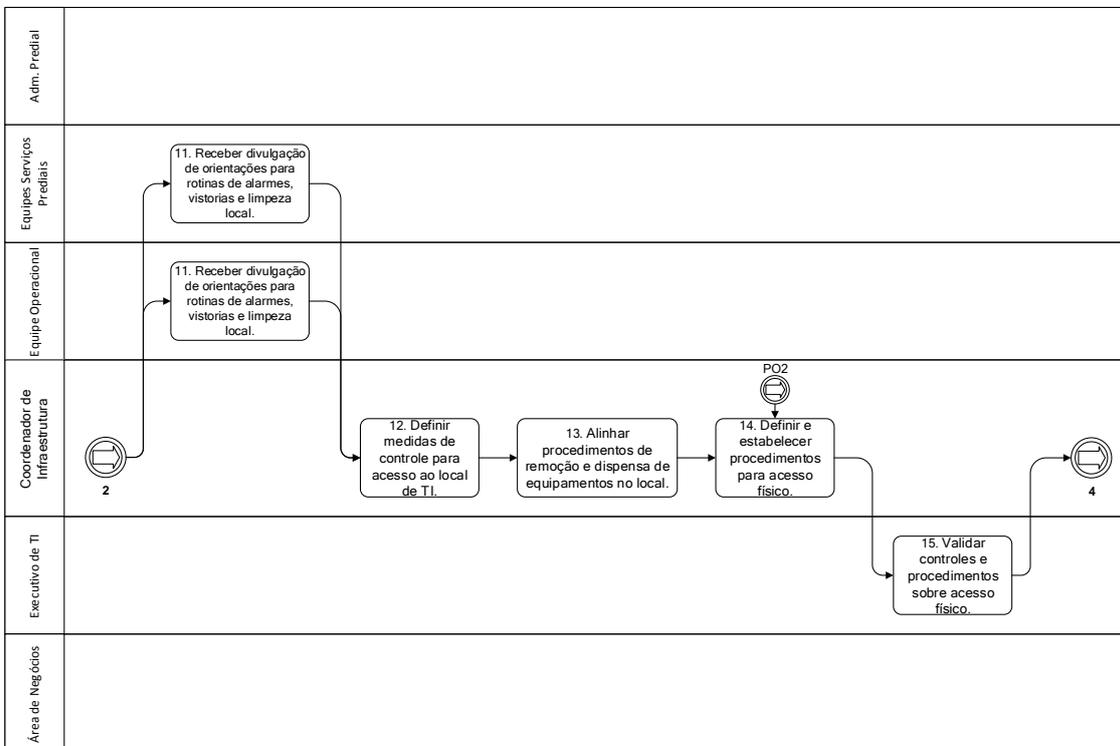
DS12 Gerenciar o Ambiente Físico

Modelo do Processo



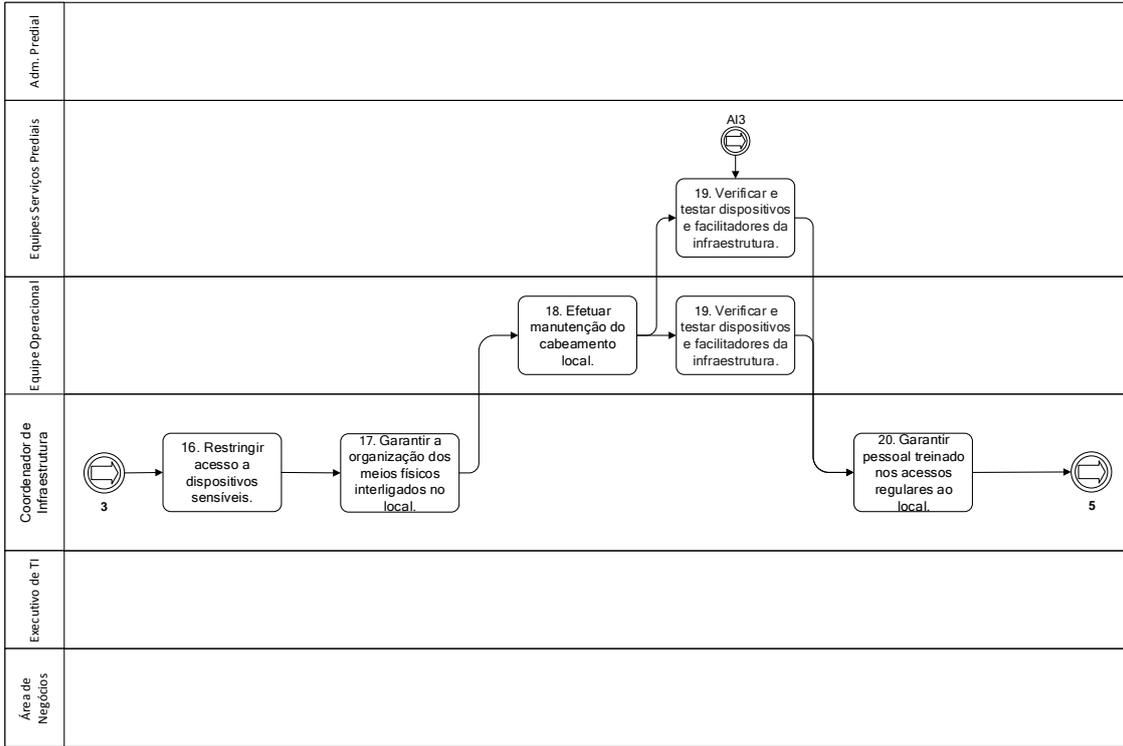
DS12 Gerenciar o Ambiente Físico

Modelo do Processo



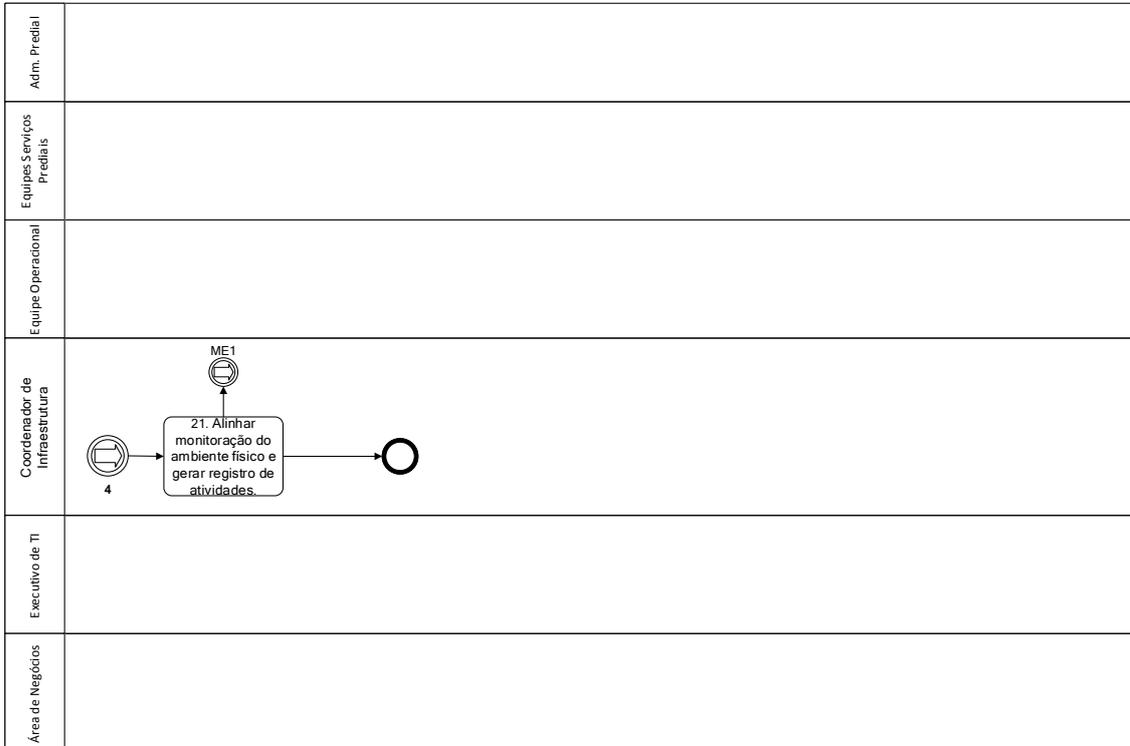
DS12 Gerenciar o Ambiente Físico

Modelo do Processo



DS12 Gerenciar o Ambiente Físico

Modelo do Processo



Fonte: Cobit 4.1

6 - INDICADORES E METRICAS

Indicadores e métricas são medições que avaliam as atividades de uma organização e compõem os aspectos necessários para uma gestão e acompanhamento destas atividades.

6.1 - Indicadores

Indicadores definem medidas que aferem as execuções dos processos e fornecem informações para tomadas de decisões. Os indicadores devem estar alinhados com os objetivos estratégicos das organizações, tendo estruturas e processos para as medições e divulgação dos resultados.

Para a definição de um valor ou taxa desejada, os indicadores podem se utilizarem de *benchmarking*, metas, índices divulgados por associações ou históricos.

O benchmarking possibilita a avaliação da empresa em relação às demais organizações do setor e também avalia o seu próprio desenvolvimento em relação aos índices divulgados por organizações ou associações.

Segundo Dilanthi Amaratunga e David Baldry (2002) o desempenho das instalações influenciam as atividades em que são realizadas, portanto devem-se formular técnicas capazes de avaliar estes desempenhos em termos de qualidade, custo e eficácia. Para atender as necessidades de avaliações os mesmos sugerem a utilização de modelos que formulem uma visão holística dos sistemas de medições de performance que envolve os indicadores de performance de facilidades e os negócios organizacionais tal como o BSC – Balanced ScoreCard.

Ainda segundo Amaratunga e Baldry (2002), embora existam muitas técnicas de medições de desempenho, o foco da maior parte destas técnicas é essencialmente nos aspectos técnicos e financeiros.

Existem diferentes tipos, formatos e objetivos de indicadores para o gerenciamento e controle dos serviços e para melhor aferir os esforços e resultados e que atendam as expectativas de custo/benefício, adota se algum modelo de

administração tais como Cobit, Itil e outros, juntamente com softwares e equipamentos para este fim.

Este trabalho objetiva apresentar os indicadores relacionados à Tecnologia da Informação e serão utilizados os conceitos da metodologia Cobit.

Dentre os indicadores existem os indicadores de desempenho e indicadores de performance,

- Indicador de desempenho mostra o cumprimento de uma atividade
- Indicador de performance mostra o resultado do cumprimento da atividade

Segundo o ITGI (*Information Technology Governance Institute*) um indicador deve ser objeto de um controle formal e medido por uma fórmula ou régua com critérios e fatores devidamente definidos e passíveis de aferição. E controle entende-se por uma estrutura organizacional de monitoração para subsidiar ações corretivas e incluem políticas, procedimentos, práticas, tecnologias e alarmes.

Um indicador é utilizado no mínimo para a comprovação da realização do serviço ou processo, através de um indicador de cumprimento de objetivo.

6.2 - Métricas

Métrica é um mecanismo utilizado para verificação, ajuste ou controle dos indicadores, ou seja, é o resultado comparativo de um critério ou conjunto de critérios medidos ou resultados em comparação com um determinado objetivo.

Etapas para implantação dos Indicadores e Métricas:

Como os indicadores e métricas são objetos de um controle formal e são medidos por formulas ou régua com critérios e fatores, devem ter sua implementação cuidadosamente planejada e monitorada para que se tenha precisão, objetividade e comprovação dos resultados das medições. As etapas para esta implementação está relacionada abaixo:

- Indicadores:
 - Definição dos objetivos das medições;
 - Definição das estruturas das medições;
 - Implementação dos Indicadores.

- Métricas:
 - Definição das Metas;
 - Definições dos Comparativos;
 - Tomadas de decisões.

Check List para criação de Indicadores e Métricas:

A criação de indicadores e métricas objetiva prover uma avaliação de que os objetivos definidos sejam atingidos, provendo subsídios para ações corretivas ou para comprovar a execução de uma atividade, para tanto, os itens abaixo devem ser criteriosamente planejados para garantir este objetivo formalmente:

- Objetivos da medição ou controle;
- Tipos de controles a serem utilizados;
- Formas de obtenção dos dados dos controles para conversão em indicadores;
- Periodicidade das medições e controle;
- Avaliadores dos indicadores.

Os Indicadores e as Métricas compõem os aspectos necessários para uma gestão e acompanhamento das atividades dos negócios de uma organização e será utilizado o modelo Cobit (*Control Objectives for Business Information and Related Technology*) como referência.

7 – GUIA DE GESTÃO - COBIT 4.1

Cobit (*Control Objectives for Business Information and Related Technology*) é um modelo de boas práticas direcionado para o gerenciamento e a governança de TI (Tecnologia da Informação), ou seja, um modelo que auxilia no gerenciamento, controle e demonstração de resultados e tendências de TI.

O Cobit é utilizado como controles gerais de TI por possuir a maioria das respostas às necessidades de controle e gestão baseadas em requisitos de negócios.

Estruturado em um Framework de PDCA (Modelo de ciclo de vida) com foco em planejamento, aquisição, execução e controle dos processos da área de TI, foi desenvolvido pelo ISACA (*Information System Audit and Control Association*).

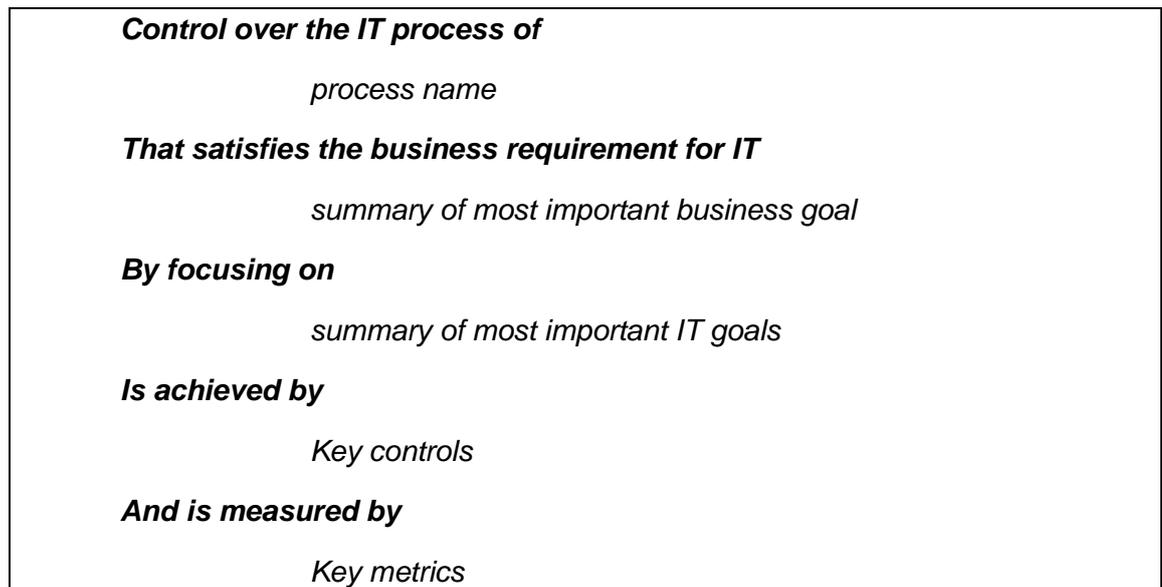
É um modelo criado para controle, gestão e governança de TI que permite atuar na gestão estratégica, tática, operacional e no acompanhamento e controle, ou seja, os objetivos são os controles dos gestores para que os benefícios sejam gerados para as áreas de negócio.

As informações geradas pelos processos do Cobit através de indicadores atendem a vários públicos:

- Gerentes de TI que administram os recursos e os investimentos de TI;
- Gestores de negócios que dependem dos serviços de TI para seus clientes;
- Auditores para avaliar e certificar as atividades de TI.

Segundo o Cobit, “A fim de fornecer as informações que a organização necessita para atingir os seus objetivos, os recursos de tecnologia precisam ser administrados por um conjunto de processos de TI vinculados aos objetivos de negócio”, conforme descrito no quadro da figura 12:

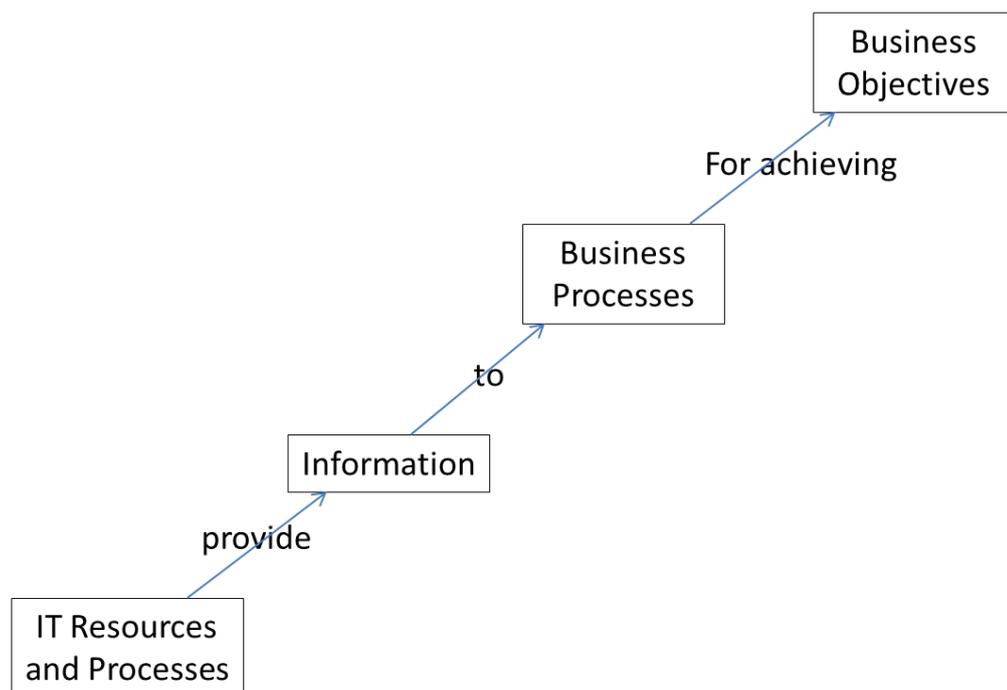
Figura 12 - Funcionamento do *Cobit*



Fonte: Apostila de treinamento em Cobit da empresa IPLC (2013)

Esquemáticamente o funcionamento pode ser representado pela figura abaixo:

Figura 13 - Esquema de funcionamento do Cobit



Fonte: o autor

A estrutura do Cobit é baseada Domínios de gestão de TI e em modelos de processos, onde os domínios são áreas ou disciplinas de TI compostas por um conjunto de processos que objetivam a finalidade de negócio e os processos são relacionados com o Planejamento, Implantação, Operação e Monitoração. Os processos são controlados pelos indicadores de performance e de objetivos.

O Cobit apresenta também um modelo de maturidade que demonstra o estágio da evolução do uso da TI para os negócios.

O funcionamento do Cobit está baseado em:

- Requisito de Negócios
- Recursos de TI
- Processos de TI

É importante a delimitação formal do uso, da capacidade, do desempenho e dos custos que serão monitorados para que se tenha condições de ajustes e manutenções de registros sobre as medições.

Os requisitos de negócios são os critérios de informações:

- Eficiência
- Eficácia
- Confidencialidade
- Integridade
- Disponibilidade
- Conformidade
- Confiabilidade

Estes itens compõem as principais necessidades dos gestores para alcançar a excelência operacional.

Os recursos de TI são:

- Aplicações
- Informações
- Infraestrutura
- Pessoas

O foco da gestão do Cobit está no controle dos ativos que dão sustentação à operação de TI.

As estruturas de Administração são:

- Domínios
- Processos
- Atividades

O Cobit está estruturado em 4 domínios e possuem 34 processos que possuem 1 objetivo de negócio para cada processo e 318 objetivos de controle e gestão no total, com um mínimo de 3 e um máximo de 21 objetivos de controle e gestão para cada processo definido.

7.1 - Domínios do COBIT

- *Planning & Organization (PO)* – Planejamento e Organização

Este domínio compreende a estratégia e a tática do uso da informação e tecnologia para atingir os objetivos ou metas da organização. Utilizam-se do planejamento, organização, comunicação e gerenciamento de TI.

- *PO1 – Define a strategic IT plan*
- *PO2 – Define the Information architecture*
- *PO3 – Determine Technological Direction*
- *PO4 – Define the IT Processes, Organization and Relationships*
- *PO5- Manage the IT Investment*
- *PO6 – Communicate Management Aims and Directions*
- *PO7 – Manage IT Human Resources*
- *PO8 – Manage Quality*
- *PO9 – Assess and Manage IT Risks*
- *PO10 – Manage Projects*

- *Acquisition & Implementation (AI) – Aquisição e Implementação*
Tem como objetivo a identificação, desenvolvimento ou aquisição, a implementação e a integração das soluções de TI.
 - *AI1 – Identify Automated Solutions*
 - *AI2 – Acquire and Maintain Application Software*
 - *AI3 – Acquire and Maintain Technology Infrastructure*
 - *AI4 – Enable Operation and Use*
 - *AI5 – Procure IT Resources*
 - *AI6 – Manage Changes*
 - *AI7 – Install and Accredite Solutions and Changes*

- *Delivery & Support (DS) – Entrega e Apoio*
Entrega dos serviços de TI, incluindo o gerenciamento da segurança, continuidade, dados, gestão de facilidades de TI e serviços de suporte a usuários, o que corresponde à operação de TI.
 - *DS1 – Define and Manage Service Level*
 - *DS2 – Manage Third-party Services*
 - *DS3 – Manage Performance and Capacity*
 - *DS4 – Ensure Continuous Service*
 - *DS5 – Ensure Systems Security*
 - *DS6 – Identify and Allocate Costs*
 - *DS7 – Educate and Train Users*
 - *DS8 – Manage Service Desk and Incidents*
 - *DS9 – Manage the Configuration*
 - *DS10 – Manage Problems*
 - *DS11 – Manage Data*
 - *DS12 – Manage the Physical Environment*
 - *DS13 – Manage Operations*

- *Monitoring & Evaluation (ME) – Monitoração e Avaliação*
Gerenciamento de performance, monitoração dos controles internos e compliance e governança.

- *ME1 – Monitor and Evaluate IT Performance*
- *ME2 – Monitor and Evaluate Internal Control*
- *ME3 – Ensure Regulatory Compliance*
- *ME4 – Provide IT Governance*

7.2 - Objetivos de Controle

O objetivo de controle do Cobit é a geração de benefícios ou resultados para os negócios através dos itens e processos de TI que devem ser controlados e contribuindo para:

- Relacionamento da TI com os requisitos de negócios;
- Definição dos recursos de TI que devem ser controlados;
- Definição dos controles gerenciais.

Os indicadores denominados *KPIs (Key Performance Indicators)* se destinam a medir e avaliar os processos e atividades de TI e os *KGIs (Key Goal Indicators)* medem os benefícios dos processos e serviços de TI para os gestores de negócios.

7.3 - KGI – Key Goal Indicator

Indicador de desempenho que mostra o **cumprimento de uma atividade** ou alcance de um objetivo, ou seja, descreve os resultados da execução dos processos, também conhecido como *Outcome Measure* no COBIT.

7.4 - KPI – Key Performance Indicator

Indicador de performance que mostra o **resultado do cumprimento** da atividade ou a avaliação do processo ou serviço. Estes indicadores auxiliam no aprimoramento dos processos de gestão e devem ser medidos durante a execução dos processos e serviços e contribuem para o alcance do KGI. É uma forma de medir o quanto bem o processo ou serviço está sendo executado.

7.5 - KMI – *Key Maturity Indicator*

Indicador de Maturidade avalia a maturidade dos processos ou serviços com a identificação dos riscos ou deficiências e devem ser medidos antes, durante e depois da execução de controle e contribuem para o alcance dos KPIs (*Key Performance Indicator*), ou seja, como o processo ou serviço deve ser controlado ou aprimorado para alcançar o desempenho pretendido e atingir os objetivos.

Critérios de Maturidade:

- Conhecimento (*Aware*)
- Habilidade (*Skill*)
- Responsabilidade (*Count*)
- Padronização/Documentação (*Stand*)
- Controle/Administração (*Management*)
- Melhoria contínua (*Automation*)

Escala de Maturidade:

0 – Inexistente - Quase não existe a aplicação de processo de gestão;

1 – Inicial - Existem processos naturais e sem organização;

2 – Instintivo - Os processos seguem uma política ou padrão;

3 – Definido - Os processos são documentados e difundidos;

4 – Gerenciado - Os processos são avaliados e monitorados;

5 – Otimizado - As melhores práticas são seguidas e automatizadas.

A escala acima auxilia no mapeamento da maturidade atual da empresa, da posição padrão de mercado e o objetivo estratégico.

Os indicadores deste trabalho estão baseados nos processos do Cobit que versa sobre o gerenciamento físico de ambiente (DS12 – *Manage the Physical Environment*).

8 – INDICADORES RECOMENDADOS

Os indicadores do ambiente físico de um *Data Center* objetivam a eficiência dos ativos e abrangem várias áreas de interesse da organização. O aumento da eficiência dos ativos é uma das formas mais eficazes de melhorar a eficiência energética. Os indicadores apontados neste trabalho deverão ser selecionados para cada instalação e adequando-os às suas condições e necessidades.

As denominações dos indicadores serão utilizadas em inglês, pois é praticado desta forma no mercado de *Data Center* para troca de informações, benchmark etc.

Os principais indicadores estão relacionados abaixo:

- 1- *PUE - Power Usage Effectiveness*
- 2- *DCiE - Data Center infrastructure Efficiency*
- 3- *CADE - Corporate Average Data Efficiency*
- 4- *% of servers located in Data Center*
- 5- *Data Center Bypass %*
- 6- *Data Center Recirculation %*
- 7- *MTTP – Mean Time To Provision*
- 8- *Disponibilidade*
- 9- *Power draw % by network*
- 10- *Power draw % by storage*
- 11- *Power draw % by systems*
- 12- *Humidity % of Data Center*
- 13- *Data Center floor usage %*
- 14- *Unit costs of IT services*
- 15- *Average network round trip latency*
- 16- *MTTI - % of incident that lost OLA in identify process*
- 17- *% of outage due to incidents (unplanned unavailability)*
- 18- *% of outage due to changes (planned unavailability)*
- 19- *Energy related cost as % of overall Data Center expenditures*
- 20- *Storage Asset Efficiency %*
- 21- *Network Asset Efficiency %*
- 22- *Server Asset Efficiency %*

Para facilitar a interpretação foi incluído o significado em Português para cada indicador:

- 1- *PUE - Power Usage Effectiveness*
Eficiência no uso da energia
- 2- *DCiE - Data Center infrastructure Efficiency*
Eficiência no uso da energia em porcentagem
- 3- *CADE - Corporate Average Data Efficiency*
Eficiência no uso do *Data Center*
- 4- *% of servers located in Data Center*
Porcentagem de servidores instalados no *Data Center*
- 5- *Data Center Bypass %*
Porcentagem do volume de ar condicionado que não passa pelo equipamento em relação ao volume de ar condicionado fornecido para a sala de equipamentos
- 6- *Data Center Recirculation %*
Porcentagem de ar quente de equipamentos de TI que retorna para a entrada dos equipamentos
- 7- *MTTP – Mean Time To Provision*
Tempo médio para provisionar um novo componente no ambiente
- 8- Disponibilidade
Porcentagem do tempo total do serviço disponível
- 9- *Power draw % by network*
Porcentagem do consumo de energia pela rede de dados
- 10- *Power draw % by storage*
Porcentagem do consumo de energia pelos equipamentos de armazenamento de dados
- 11- *Power draw % by systems*
Porcentagem do consumo de energia por cada sistema
- 12- *Humidity % of Data Center*
Porcentagem de umidade do ar no *Data Center*

13-Data Center floor usage %

Porcentagem de utilização de espaço (Lay out)

14-Unit costs of IT services

Custo de casa serviço de TI disponibilizado no catálogo

15-Average network round trip latency

Latência media de transmissão na rede de dados

16-MTTI - % of incident that lost OLA in identify process

Porcentagem de incidentes que descumprem Acordos de Nível Operacional

17-% of outage due to incidents (unplanned unavailability)

Porcentagem de indisponibilidade gerados por incidentes

18-% of outage due to changes (planned unavailability)

Porcentagem de indisponibilidade gerados por intervenções no ambiente

19-Energy related cost as % of overall Data Center expenditures

Porcentagem dos custos de energia em relação às despesas totais

20-Storage Asset Efficiency %

Porcentagem de utilização do equipamento de armazenamento de dados em relação a capacidade total

21-Network Asset Efficiency %

Porcentagem de utilização do equipamento de rede de dados em relação à capacidade total

22-Server Asset Efficiency %

Porcentagem de utilização do servidor em relação à capacidade total

Os indicadores atendem várias áreas de interesse e estão distribuídos conforme abaixo:

- Sustentabilidade;
- Segurança;
- Incidentes e Problemas;
- Mudanças;
- Configurações;
- Capacidade;
- Finanças;
- Continuidade;
- Disponibilidade;
- Arquitetura;
- Serviços;
- Níveis de Serviços;
- Atendimento (Service Desk e Suporte Técnico);
- Riscos;

A segmentação proposta para a identificação dos indicadores objetivou o atendimento ao gerenciamento de facilidades específico para um *Data Center*, conforme abaixo:

- Serviços: Visão da Aplicação
 - Vazão/Segurança/Disponibilidade da aplicação
- Tempo de execução: Visão dos componentes que suportam os serviços
 - Processamento/Armazenamento/Comunicação
- Básicos: Visão da infraestrutura
 - Espaço/Energia Elétrica/Refrigeração

O presente trabalho utilizará esta classificação e focará nos recursos básicos, visto que estes recursos são os que possuem uma participação significativa nos custos de operação de um *Data Center* e também por serem foco do gerenciamento de facilidades.

8.1 - Planilha de distribuição dos KPIs (Key Performance Indicator)

Para melhor visualização das áreas de interesses que os indicadores atendem, foi estabelecido o relacionamento apresentado abaixo. A planilha apresenta os indicadores voltados para o consumo de energia seguido por indicadores de ocupação de espaço e indicadores de ar condicionado. Outros indicadores de disponibilidade e relacionados com a prestação de serviços, eficiência dos serviços e custos também são apresentados.

	Sustentabilidade	Segurança	Incidentes	Riscos	Atendimento	Níveis de Serviços	Serviços	Arquitetura	Disponibilidade	Capacidade	Mudanças	Configurações	Continuidade	Finanças
<i>PUE - Power Usage Effectiveness</i>	x							x		x		x		x
<i>DCiE - Data Center infrastructure Efficiency</i>	x							x		x		x		x
<i>Energy-related costs as % of overall data center expenditures</i>	x													x
<i>Power draw % by network</i>	x					x						x		x
<i>Power draw % by storage</i>	x					x						x		x
<i>Power draw % by systems</i>	x					x						x		x
<i>CADE - Corporate Average Data Efficiency</i>	x							x		x		x		
<i>% of servers located in dataCenter</i>	x	x		x						x	x		x	x
<i>Data center floor usage %</i>	x							x		x	x			
<i>Data center bypass %</i>	x	x	x	x		x						x		
<i>Data center recirculation %</i>	x									x		x		
<i>Humidity % of data center</i>	x							x		x		x		
<i>Disponibilidade</i>		x		x	x	x		x	x	x		x	x	
<i>MTTI - % of incident that lost OLA in identify process</i>					x	x	x		x		x			x
<i>% of outage due to incidents (unplanned unavailability)</i>			x			x	x		x					
<i>% of outage due to changes (planned unavailability)</i>						x	x		x		x			
<i>MTBF Mean-time between failure</i>						x	x		x					
<i>MTTP -Mean time to provision</i>				x	x	x	x		x					
<i>Average network round trip latency</i>								x	x	x		x		
<i>Unit costs of IT service(s)</i>							x							x
<i>Network Asset Efficiency %</i>	x							x		x				
<i>Storage Asset Efficiency %</i>	x							x		x				
<i>x86 Asset Efficiency %</i>	x							x		x				
<i>RISC Asset Efficiency %</i>	x							x		x				

Fonte: o autor

No capítulo a seguir estão exemplificados os principais indicadores.

8.2 - Indicadores utilizados em Data Centers

Os indicadores da relação acima estão descritos a seguir com as respectivas fórmulas e significados:

8.2.1 – PUE – *Power Usage Effectiveness*

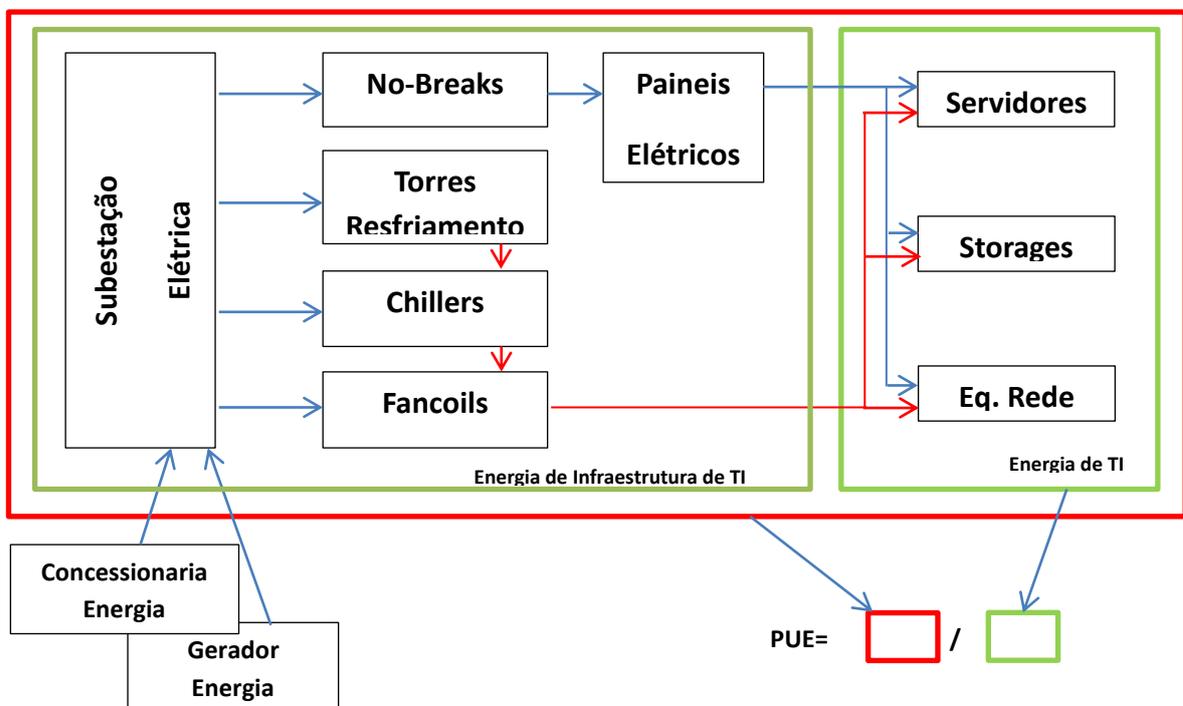
O indicador PUE mede a eficiência da entrega de energia para os equipamentos de TI.

Fórmula: $PUE = [Energia\ de\ infraestrutura + Energia\ de\ TI] / [Energia\ de\ TI]$

Energia de infraestrutura = Geradores, UPS (*Uninterruptible Power Source*), *Chillers*, Painéis elétricos, etc.

Energia de TI = Computadores, *Storages*, Equipamentos de rede, etc.

Quanto mais próximo de 1, melhor é o PUE.



Fonte: o autor

O PUE pode sinalizar necessidade de melhorias operacionais ou adequação da arquitetura caso seja um número elevado, porém não fornece indicativos para atuação em recursos individuais. As intervenções devem ser realizadas nos maiores consumidores de energia, tais como, ar condicionado e equipamentos antigos.

A média de mercado para grandes *Data Centers* está entre 1.8 e 1.89 segundo o *Uptime Institute* na pesquisa realizada em 2012 (*Data Center Industry Survey – Matt Stanberry & Julian Kudritzki*).

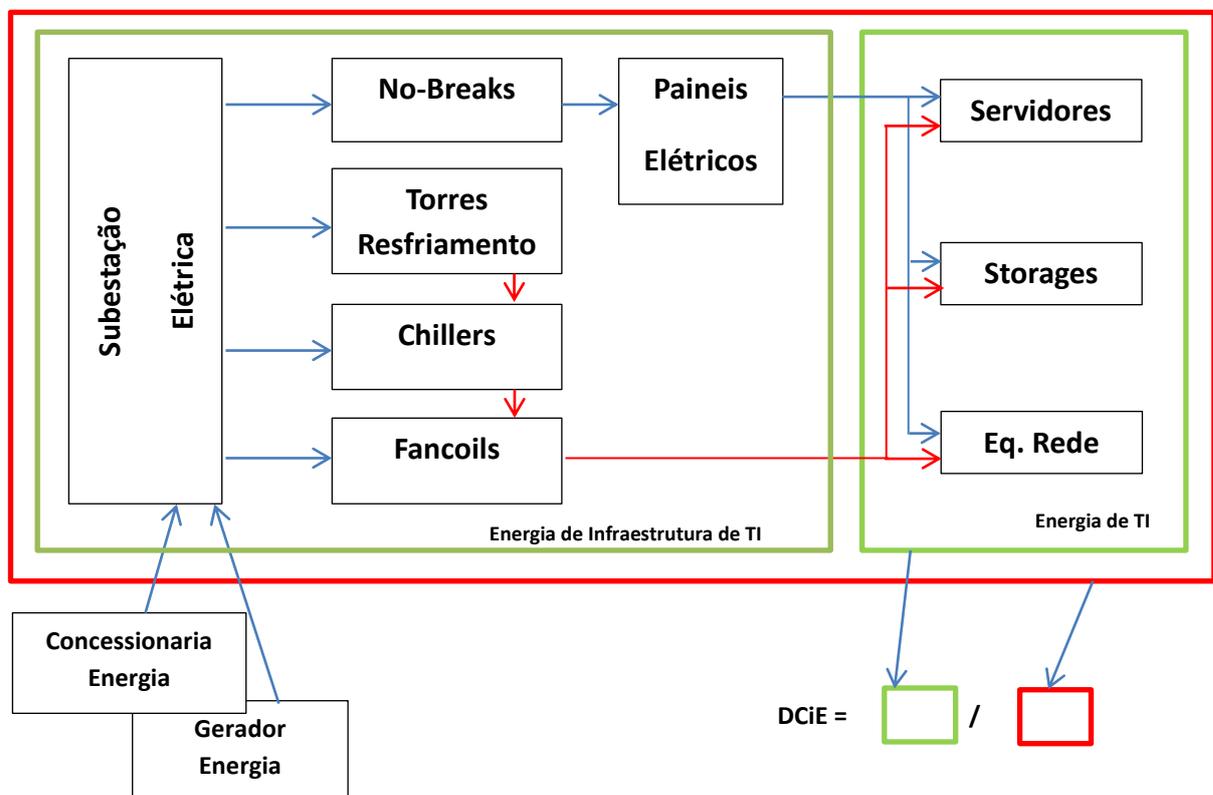
8.2.2 - DCiE – *Data Center infrastructure Efficiency*

Este indicador mede a porcentagem da utilização de energia pela Tecnologia da Informação.

Formula: $DCiE = [Energia\ de\ TI / Energia\ Total] * 100$

Energia Total = Energia de TI + Energia de infraestrutura

DCiE é uma porcentagem onde 100% significa que a energia total é consumida pela TI e 0% não existe consumo pelos equipamentos de TI.



Fonte: o autor

O DCiE é o inverso do PUE e ambos os indicadores demonstram a eficiência do consumo de energia.

O consumo de energia tem relevância nos custos de um *Data Center* e normalmente o sistema de refrigeração é o maior consumidor de energia, portanto pode ser um dos focos de melhoria para um consumo eficaz de energia, além de melhorias pontuais nos equipamentos TI para que demandem menor consumo.

8.2.3 – CADE – *Corporate Average Data Efficiency*

Indicador que mede a eficiência do *Data Center*

Formula: CADE = Facility Efficiency x IT Asset Efficiency

Facility Efficiency = Facility Energy Efficiency % x Facility Utilization %

IT Asset Efficiency = IT Utilization % x IT Energy Efficiency %

Este indicador foi introduzido para medir a eficiência de um *Data Center*, mas a sua utilização fica comprometida pelo fato da dificuldade de medir a eficiência da facilidade e a eficiência dos ativos de TI.

De forma geral, consolidação de servidores físicos e a virtualização de servidores são soluções que melhoram a eficiência de um *Data Center*, porém outros fatores destinados a reduzir o consumo de energia devem ser observados, tais como, novas tecnologias de CPU que consomem menos energia, fontes de alimentação com melhor rendimento e servidores sem ventoinhas chamados *Fanless Designs* que geram menos calor e conseqüentemente consumo menor.

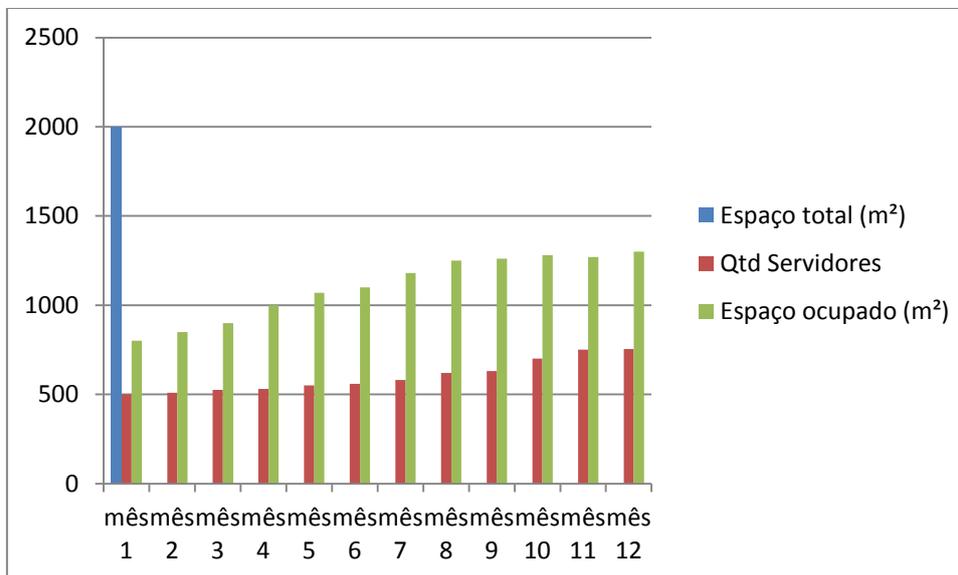
8.2.4 - % of servers located in data centers

Este indicador mostra a porcentagem de servidores instalados em um *Data Center*.

O crescimento da quantidade de servidores instalados afeta diretamente o consumo de energia, tanto pelos próprios equipamentos quanto pelo calor emitido, além da ocupação do espaço horizontal em quantidade de racks e também no espaço vertical dentro do rack.

O indicador deve sinalizar, pela tendência de crescimento, ações que motivem como exemplo as substituições de servidores físicos por servidores em lâminas. Deve também sinalizar investimentos em expansão ou construção de novo Data Center.

O exemplo de gráfico abaixo mostra o crescimento da quantidade de servidores no decorrer de 1 ano.

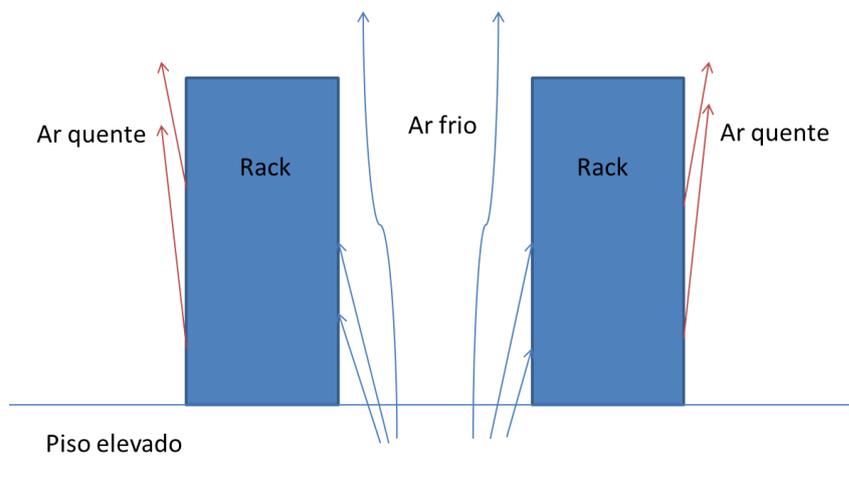


Fonte: o autor

8.2.5 – Data Center Bypass %

Este indicador mede a relação entre o volume de ar condicionado fornecido para a sala de equipamentos (CRAC – *Computer Room Air Conditioner*) e o volume de ar que não passa pelos equipamentos.

Formula: $(\text{rack outlet temp} - \text{CRAC inlet temp}) / (\text{rack outlet temp} - \text{CRAC outlet temp})$



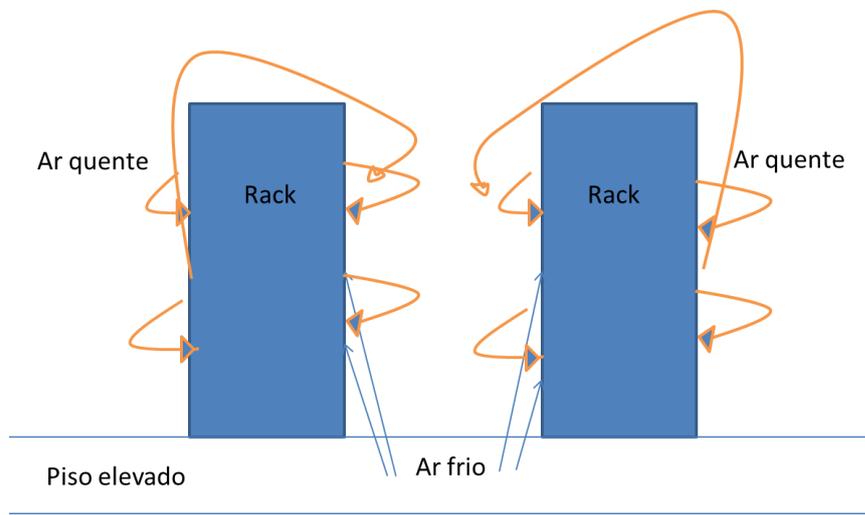
Fonte: o autor

Bypass interfere na eficiência do *Data Center*, devido ao consumo maior de energia para o condicionamento do ar, além de interferir na temperatura de retorno, ou seja, necessidade de insuflamento de ar maior que o necessário e se a temperatura da sala for regulada pelo retorno da sala, esta fica prejudicada.

8.2.6 – Data Center Recirculation %

Recirculation é o indicador que mede a porcentagem de ar quente de equipamentos de TI que circula de volta para a entrada dos equipamentos de TI, calculada com as temperaturas do ar de entrada e saída do rack.

Formula: $(\text{rack inlet temp} - \text{CRAC outlet temp}) / (\text{rack outlet temp} - \text{CRAC outlet temp})$



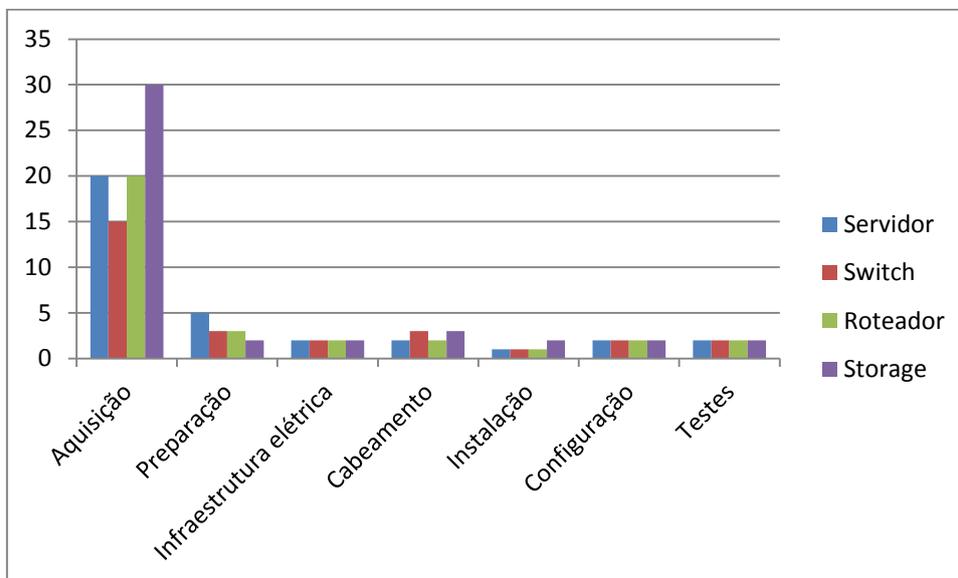
Fonte: o autor

Recirculation interfere diretamente na eficiência do *Data Center*, pois requererá um volume maior de ar frio, além de impedir um aumento de temperatura na faixa de operação do *Data Center*.

8.2.7 – MTTP - Mean time to provision

Indicador que mede o tempo médio para inserir um novo componente de TI no ambiente operacional para atendimento a uma solicitação.

Soma de todos os tempos gastos para preparar, configurar, instalar e disponibilizar um novo equipamento de TI no ambiente operacional de produção da TI.



Fonte: o autor

Gráfico em dias para visualização dos pontos que devem ser adequados para melhorar o atendimento às solicitações.

8.2.8 – Disponibilidade

Indicador que mede a porcentagem do tempo total de serviço disponível, ou seja, relação entre o tempo em operação e o tempo que deveria estar em operação.

Disponibilidade = (tempo de operação – tempo de inatividade) / tempo de operação

O quadro abaixo mostra a disponibilidade em porcentagem e seu respectivo tempo de indisponibilidade:

Disponibilidade %	Tempo de indisponibilidade
100	0
99,999	5,26 minutos
99,99	de 5,26 minutos a 52 minutos
99,9	de 52 minutos a 8 horas e 45 minutos
99	de 8 horas e 45 minutos a 87 horas e 56 minutos

Fonte: adaptado pelo autor

A disponibilidade dos recursos pode ser calculada pela formula abaixo:

Disponibilidade = $MTBF / (MTBF + MTTR)$

MTBF¹ = Mean Time Between Failure

MTTR² = Mean Time To Repair

¹MTBF - Tempo médio entre falhas de equipamentos ao longo de um determinado período, ou seja, o tempo médio que um dispositivo funcionará antes de falhar. É a classificação de confiabilidade indicando a expectativa de falhas dos equipamentos.

²MTTR – Tempo médio de reparo de um componente ou dispositivo. É o tempo de manutenção corretiva total dividido pelo número total de ocorrências durante um determinado período.

Os indicadores a seguir deverão ser aplicados nas instalações para controle do ambiente pelo gerenciamento de facilidades:

8.2.9 - Humidity % of Data Center

Este indicador mede a porcentagem de umidade do ar do *Data Center*.

Auxilia na verificação e controle da aderência às condições operacionais dos equipamentos de TI hospedados no *Data Center*, mantendo ou ampliando o tempo médio entre falha destes equipamentos.

Levantar amostragem de ar do interior do *Data Center* e submeter esta amostra ao dispositivo de medição de umidade, comparando com a tabela de ambiente operacional fornecida pelo fabricante do equipamento.

8.2.10 - Data Center floor usage %

Indicador que mede a porcentagem de utilização de espaço (*Lay out*)

Formula = $\text{number of racks} \times \text{rack floor usage} \times \text{average rack utilization} / \text{total floor area}$

Este indicador mostra a porcentagem de utilização do espaço em um *Data Center*.

O crescimento da quantidade de racks instalados significa um aumento na quantidade de equipamentos e que afeta diretamente o consumo de energia, além da ocupação do espaço horizontal em quantidade de racks.

O indicador deve sinalizar, pela tendência de crescimento, ações que motivem um melhor aproveitamento do ar condicionado e deve também sinalizar investimentos em expansão ou construção de novo *Data Center*.

8.2.11 - Power draw % by network

Este indicador calcula a porcentagem de consumo de energia de uma rede de dados.

Auxilia a dimensionar adequadamente o tamanho e a quantidade de elementos que compõe a rede de dados, indicando inclusive o quanto de aproveitamento da energia da rede está para os equipamentos e o quanto está sendo desperdiçado com eliminação de ruídos ou interferência.

Formula: Somar o consumo nominal em *Watts* de todos os equipamentos que estão conectados à rede de dados, inclusive os equipamentos em *Stand by*. Medir todos os circuitos elétricos que alimentam os equipamentos da rede em *Watts*. Dividir o real pelo nominal e obtenha o percentual de ganho ou de perda da rede, indicando se a rede precisa ser redimensionada ou não.

8.2.12 - Power draw % by storage

Indicador que mede a porcentagem de consumo de energia por dispositivo de armazenamento de dados.

Auxilia a dimensionar adequadamente a quantidade e o tipo de elementos que compõe o conjunto de recursos de armazenamento de dados, indicando inclusive o quanto de aproveitamento da energia existe para armazenar as informações corporativas. Estimando também o consumo de energia para manter cada unidade de dados.

Somar o consumo nominal em *Watts* de todos os dispositivos de armazenamento de dados utilizados, inclusive os equipamentos em *Stand by*. Ligar todos os equipamentos de armazenamento de dados e realizar a medição do consumo em *Watts*. Dividir o real pelo nominal e obter o percentual de ganho ou de perda de energia elétrica com armazenamento de dados, indicando se é necessário substituir ou modificar os dispositivos de armazenamento para armazenar mais dados gastando quantidade menor de energia.

8.2.13 - *Power draw % by systems*

Indicador que mede a porcentagem de consumo de energia de cada sistema auxilia a verificar se a quantidade e o tipo de equipamento e dispositivos que suportam um sistema aplicativo estão gerando aproveitamento da energia disponibilizada para este sistema. Verifica o quanto está sendo desperdiçado com ruídos ou interferências gerados por equipamentos obsoletos que mantêm os sistemas.

Somar o consumo nominal em Watts de todos os equipamentos que estão suportando a operação de cada um dos sistemas de informação, inclusive os equipamentos em *Stand by*. Realizar a medição do consumo em Watts real de cada sistema aplicativo. Dividir o real pelo nominal e obter o percentual de ganho ou de perda ou da eficiência de força de cada um dos sistemas aplicativos, indicando se o suporte tecnológico de uma aplicação precisa ser modificado ou atualizado.

8.2.14 - *Unit costs of IT service(s)*

Este indicador calcula o quanto custa cada serviço de TI disponibilizado no catálogo de serviços. Incluindo os custos operacionais e gastos com insumos de todos os componentes de TI de cada um dos serviços de TI (Incluindo custo de infraestrutura e de pessoal já rateado por serviço e por componente)

Somar os custos unitários operacionais de cada um dos componentes de TI dos serviços de TI e agrupar para cada serviço de TI disponibilizado no catálogo.

8.2.15 - Average network round trip latency

Este indicador calcula a latência média de transmissão de rede (download e upload), indicando a qualidade do link de rede que está sendo utilizado e o quanto de perda existe entre download e upload.

Medir a latência de upload e de download de cada período de transmissão de dados e calcular a média acumulada geral de latência, considerando Upload e Download juntos.

8.2.16 - MTTI - % of incident that lost OLA in identify process

Indicador que calcula o quanto TI está perdendo seus objetivos de nível de serviço acordados em função de incidentes não solucionados dentro dos prazos acordados em cada um dos processos de TI.

Somar a quantidade de incidentes por processo de TI que ultrapassou o limite de resolução definido e causou impacto nos serviços de TI gerando descumprimento de nível de serviço da TI e dividir pelo total de incidentes de TI ocorridos no serviço de TI.

8.2.17 - % of outage due to incidents (unplanned unavailability)

Indicador que calcula o quanto de situações de indisponibilidade são geradas devido a incidentes decorrentes de eventos não planejados nem identificados como possíveis na monitoração. Auxilia a medir o risco de quebra de serviço da TI.

Somar o total de indisponibilidades de serviços de TI decorrentes de incidentes não previstos na TI e dividir pelo total de indisponibilidade da TI.

8.2.18 - % of outage due to changes (planned unavailability)

Indicador para calcular o quanto de situações de indisponibilidade são geradas devido a intervenções que TI realiza no ambiente para promover correções e melhorias em horário produtivo da TI em um evento planejado com possível indisponibilidade da TI. Auxilia a medir a confiabilidade e a estabilidade de serviço da TI.

Somar o total de indisponibilidades de serviços de TI decorrentes de intervenções planejadas da TI e dividir pelo total de indisponibilidade da TI.

8.2.19 - *Energy-related costs as % of overall data center expenditures*

Porcentagem dos custos relacionados a energia em relação às despesas totais.

Calcular o quanto os gastos de TI com energia elétrica representam dos gastos totais de operação do datacenter.

Dividir os gastos com energia elétrica do datacenter pelos gastos de operação do datacenter. Incluir nos gastos de energia elétrica os custos das manutenções e operações dos equipamentos e dispositivos elétricos.

8.2.20 – *Storage Asset Efficiency %*

É a porcentagem de utilização do subsistema de discos, ou seja, é a média da quantidade de dados armazenados em relação à capacidade total.

Formula: *Asset Efficiency = (current capacity X average utilization) / reference capacity*

Subsistemas de disco ficam sempre ligados consumindo energia. Uma porcentagem maior de utilização melhora a eficiência do *Data Center*.

8.2.21 – Network Asset Efficiency %

É a porcentagem de utilização de portas dos equipamentos de redes e a largura de banda (medida da capacidade de transmissão de dados).

Formula: *Asset Efficiency = (current capacity X average utilization) / reference capacity*

Uma porcentagem maior de utilização de portas de equipamentos de rede auxilia na melhora da eficiência energética e também a monitoração da utilização da largura de banda auxilia na identificação de melhoria na utilização. Equipamentos de rede não são os maiores consumidores de energia, mas a subutilização prejudica a eficiência do *Data Center*.

8.2.22 – Server Asset Efficiency %

É a porcentagem de utilização da capacidade dos servidores em relação à capacidade de referência.

Formula: *Asset Efficiency = (current capacity X average utilization) / reference capacity*

A maioria dos servidores possui uma carga de trabalho modesta, portanto, apresentam potencial para melhorar o consumo de energia. Ferramentas de monitoração de servidores podem ser utilizadas para ajudar a reduzir o consumo de energia.

Estes indicadores são recomendados para utilização nos ambientes de *Data Center*, porém para obter eficácia é necessária uma análise e atuação para que os processos sejam melhorados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente todo segmento de mercado depende cada vez mais da tecnologia da informação, especialmente as empresas que processam uma grande quantidade de informações e para tanto necessitam de recursos com alto poder de processamento de dados. Os *Data Centers* que abrigam estes recursos necessitam ser suportados por uma infraestrutura que garanta as condições de segurança, confiabilidade, sustentabilidade e disponibilidade requeridas pelo negócio. A quantidade de *Data Centers* construídos ultimamente tem crescido e a demanda por mão de obra para o gerenciamento destes também tem crescido igualmente.

O gerenciamento de facilidades destes ambientes demanda serviços especializados como a gestão energética para gerir os consumos de energia e água e serviços de engenharia para a manutenção técnica das instalações e para a administração e controle desta infraestrutura o mercado tem utilizado os indicadores para as medições de desempenho.

Segundo o *Gartner*, os custos relacionados com energia são responsáveis por 12% do total de despesas de um *Data Center*, motivo pelo qual as empresas tem buscado o controle destes consumos.

Com a utilização destes KPIs (*Key Performance Indicator*) é possível aprofundar as análises quanto às falhas ou limitações dos projetos dos sistemas que compõem a infraestrutura de um *Data Center*, buscando identificar os pontos de ineficiência para correções.

Alguns KPIs (*Key Performance Indicator*) tais como PUE e DCiE são amplamente utilizados e divulgados nos fóruns de discussão de assuntos relacionados à *Data Center*. Estes KPIs (*Key Performance Indicator*) são indicadores que demonstram a eficiência global de um *Data Center*, mas os indicadores específicos como *Bypass*, *Recirculation*, consumo de energia dos equipamentos, etc. devem ser medidos, pois contribuem para a eficiência global.

Outro ponto que os indicadores podem oferecer é a identificação da possibilidade de uso mais eficiente de insumos, sem dispêndios com a infraestrutura ou novas tecnologias.

A aplicação destes indicadores requer a implementação de um sistema de indicadores estruturado desde a fonte de dados e seus cálculos até o fornecimento dos resultados levantados, pois é necessária uma padronização para não produzir resultados divergentes. Um sistema de estruturado ou sistema de gestão pode oferecer agilidade na apresentação dos resultados com a consequente agilidade nas tomadas de decisões.

Além da padronização é necessária a seleção adequada e conveniente dos indicadores de maneira a convergirem para os resultados no atendimento da determinação da eficiência e dos objetivos definidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COBIT 4.1 – Apostila de treinamento da empresa IPLC (2013).
- *Dilanthi Amaratunga & David Baldry (2002), “Performance Measurement in Facilities Management Organizations: Transition from Measurement to Management”* – Artigo publicado no site <http://usir.salford.ac.uk/9903>.
- Fitzsimmons, J.A., Fitzsimmons, M.J., “Administração de serviços: Operações, Estratégia e Tecnologia de Informação”. Porto Alegre: Bookman (2000).
- Heskett, J.; Sasser, Jr.W.E.; Hart, C.W.L., “Serviços Revolucionários: Mudando as regras do jogo competitivo na prestação de serviços”. Pioneira, (1994).
- <https://www.abrafac.org.br/a-abrafac.html> - acessado em 1/11/2013.
- <http://www.ifma.org/about/about-ifma> - acessado em 1/11/2013.
- <http://www.gartner.com/newsroom/id/1442113> acessado em 14/2/2014
- *Jeh-Nan Pan, Tzu-Chun Kuo, Abraham Bretholt, (2010), “Developing a new key performance index for measuring service quality”, Industrial Management & Data Systems, Vol. 110 Iss: 6 pp. 823 – 840 – Emerald Article.*
- Matt Stanberry & Julian Kudritzki – Uptime Institute 2012 Data Center Industry Survey.
- *O.O.Ugwu, T.C. Haupt, (2005), “Key performance indicators for infrastructure sustainability – a comparative study between Hong Kong and South Africa” – Journal of Engineering, Design and Technology, Vol. 3 Iss: 1 pp. 30 – 43. Emerald Article.*
- Quinello, R.; Nicoletti, J., “Gestão de Facilidades” – São Paulo, Novatec, (2006).
- *Robert R. Harmon, Haluk Demirkan, David Raffo (2012), “Roadmapping the next wave of sustainable IT”, foresight, Vol. 14 ISS: 2 pp 121 – 138 – Emerald Article.*
- *Roland Jochem, Martin Menrath, Katja Landgraf, (2010), “Implementing a quality-based performance measurement system: A case study approach”, The TQM Journal, Vol. 22 Iss: 4 pp. 410 – 422 – Emerald Article.*

- Sarel Lavy, John A. Garzia, Manish K. Dixit, (2010), “Establishment of KPIs for facility performance measurement: review of literature”, *Facilities*, Vol. 28 Iss: 9 pp. 440 – 464 – Emerald Article.
- TIA Standard – Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers – TIA 942 – April 12, 2005
- White Paper – Tier Classifications Define Site Infrastructure Performance – Uptime Institute By W. Pitt Turner IV, John H. Seader, PE, Vince Renaud, PE, and Kenneth G. Brill – 2008
- WP#32-Carbon Usage Effectiveness (CUE): A Green Grid Data Center Sustainability Metric – The Green Grid http://www.thegreengrid.org/~media/WhitePapers/Carbon%20Usage%20Effectiveness%20White%20Paper_v3.pdf?lang=en 16/10/2013
- WP#14-The Green Grid Metrics: Data Center Infrastructure Efficiency (DCiE) Detailed Analysis <http://www.thegreengrid.org/en/Global/Content/white-papers/DCiE-Detailed-Analysis> 16/10/2013
- Xianhai Meng and Michael Minogue (2011) “Performance measurement models in facility management: a comparative study”, *Facilities*, Vol. 29 Iss: 11 pp, 472 – 484 Emerald Article.
- Zeithaml, V.; Parasuraman, A.; Berry, L., “ Delivering Quality Service: Balancing Customer Perceptions and Expectations” New York: The Free Press (1990).