

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - PPGEP**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**UMA ABORDAGEM DE MONITORAMENTO,  
CONTROLE E MEDIÇÃO DE  
PROCESSOS DE NEGÓCIOS EM TEMPO REAL:  
O CASO DO CTIC/UFAM.**

**Márcia Regina Moraes de Paula**

**Orientador: Prof. Dr. Daniel Reis Armond de Melo**

**MANAUS**

**2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - PPGE**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**UMA ABORDAGEM DE MONITORAMENTO,  
CONTROLE E MEDIÇÃO DE  
PROCESSOS DE NEGÓCIOS EM TEMPO REAL:  
O CASO DO CTIC/UFAM.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia da Produção, área de concentração Operação e Serviços.

Orientador: Dr. Daniel Reis Armond de Melo

**MANAUS**

**2016**

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P324u	Paula, Márcia Regina Moraes de Uma abordagem de monitoramento, controle e medição de processos de negócios em tempo real: o caso do CTIC/UFAM. / Márcia Regina Moraes de Paula. 2017 91 f.: il.; 31 cm.
	Orientador: Daniel Reis Armond de Melo Dissertação (Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas.
	1. BPM. 2. medição de processo. 3. monitoramento de processo. 4. gestão à vista. I. Melo, Daniel Reis Armond de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

MÁRCIA REGINA MORAES DE PAULA

UMA ABORDAGEM DE MONITORAMENTO, CONTROLE DE MEDIÇÃO DE  
PROCESSOS DE NEGÓCIOS EM TEMPO REAL: O CASO DO CTIC/UFAM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gestão da Produção.

Aprovada em 20 de dezembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. DANIEL REIS ARMOND DE MELO, Presidente.  
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. WALTAIR VIEIRA MACHADO, Membro.  
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. DALTON CHAVES VILELA JÚNIOR, Membro.  
Universidade Federal do Amazonas

## DEDICATÓRIA

À minha família: razão, motivação e  
constante incentivo de desenvolvimento dos  
meus estudos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me conceder saúde, sabedoria e discernimento ao longo de minha caminhada.

Aos meus queridos pais João Marcos Oliveira de Paula e Regina Celi T. M. de Paula pelo amor incondicional e apoio em todas fases da minha vida e ao meu irmão Eduardo Moraes de Paula por dividir comigo desde nossa infância o gosto pelo saber transmitido por nossos pais.

À minha avó Emília Tinôco (*in memoriam*) pelo carinho eterno.

Ao meu esposo Hudson Barreiros da Silva, pelo amor, compreensão, companheirismo e força em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Reis Armond de Melo por seu conhecimento, apoio e senso crítico ao longo da orientação acadêmica.

À Universidade Federal do Amazonas, por todas as oportunidades de desenvolvimento acadêmico e crescimento profissional.

A todos os professores do programa, pois por meio da dedicação e transmissão de conhecimentos de vocês pude enriquecer meus conhecimentos.

Ao diretor do CTIC, Sr. Ronny Peterson Guimarães, por sua gestão colaborativa e apoio ao longo dos anos de trabalho em conjunto.

Aos colegas da Coordenação de Infraestrutura do CTIC, pelas diversas conquistas alcançadas em equipe, em especial ao Sr. Caio Rego, por sua dedicação e contribuição que viabilizaram esta pesquisa.

Meus sinceros agradecimentos aos colegas Sra. Maria das Graças Silva e Sr. João Bosco Leão Carneiro pela ajuda mútua na caminhada em mais uma etapa de nossas vidas.

“A paz não pode ser mantida pela força.  
Isso só pode ser conseguido pela compreensão.”

Albert Einstein

## RESUMO

Numerosos eventos e rápidas mudanças no ambiente de negócios influenciam as operações das empresas e as levam à necessidade de gerenciar seus processos de negócio em tempo real. Dentro deste cenário, a prática de monitoramento, controle e medição de processos de negócio ganha importância, pois os processos de negócio precisam ser monitorados em tempo real, controlados através da substituição de processos manuais por processos automáticos, e, por último, medidos para que indicadores de desempenho de processo auxiliem o processo de tomada de decisão. Visando atender a estes desafios, o presente trabalho descreve uma abordagem de automação e de geração de indicadores de desempenho em tempo real. A pesquisa se desenvolveu dentro da metodologia de pesquisa-ação dentro da perspectiva da observação participante para melhoria de processo de disponibilidade de serviços de T.I. no Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Universidade Federal do Amazonas. A contribuição da pesquisa visou responder perguntas centrais no âmbito do processo através do controle visual no ambiente (gestão à vista) para produção de uma consciência situacional apropriada, do alinhamento de métricas com os objetivos do processo para tomada de decisão, do conhecimento a respeito dos recursos empregados no processo de disponibilidade, fundamentais para a definição de estratégias de gerenciamento de capacidade, e, finalmente, da automação com o intuito de evitar falhas no processo, além de ser usada como base para o monitoramento do processo. Concluiu-se que a pesquisa conseguiu atingir o seu objetivo principal, tendo em vista a descrição da abordagem e a aplicação positiva no processo de disponibilidade mantido pela Coordenação de Infraestrutura do Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Universidade Federal do Amazonas.

**Palavras-chave:** BPM, medição de processo, monitoramento de processo, gestão à vista.



## ABSTRACT

Numerous events and fast changes in the business environment influence the operations of the companies and lead them to manage their real-time business processes. In this scenario, the monitoring, control and measurement practice of business processes gain importance, because business processes need to be monitored in real time, controlled through the substitution of manual processes by automated processes, and finally measured so that process performance indicators aid the decision-making process. To meet these challenges, this paper proposes an approach to measure performance indicators in real time. The research methodology was developed using action research from the perspective of participant observation to improve the process of availability of services of I.T. in the Information and Communications Technology Center of the Federal University of Amazonas. The main contribution of this paper was aimed at answering essential questions in the scope of the process through the environment visual control (visual management) to produce an appropriate situational awareness, establish metrics that align metrics with the process goals for decision making, allow knowledge about the resources used in the availability process, fundamental for the definition of capacity management strategies, and finally, automation, in order to avoid process failures, besides being used as base for process monitoring. In conclusion, this research succeeded in achieving its main goal, in view of the description of the approach and the positive application in the availability process maintained by the Infrastructure Coordination of the Information and Communication Technology Center of the Federal University of Amazon.

**Keywords:** BPM, process measurement, process monitoring, visual management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tipos de processos.....	20
Figura 2 - Ciclo PDCA de Deming.....	22
Figura 3 - Modelo de Excelência em Gestão Pública.....	24
Figura 4 - Relação entre teoria, padrões e sistemas de BPM.....	25
Quadro 1 - Práticas de BPM.....	26
Figura 5 - Relacionamentos das práticas BPM.....	28
Quadro 2 - Medição de disponibilidade.....	37
Figura 6 - Diferentes medições de falhas.....	38
Quadro 3 - Indicadores de disponibilidade e confiabilidade.....	39
Figura 7 - Ambiente de trabalho visual.....	42
Figura 8 - Classificação da pesquisa.....	48
Figura 9 - Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação.....	50
Quadro 4 - Síntese dos Procedimentos Metodológicos.....	50
Quadro 5 - Pontos de fraqueza do processo alvo e composição da abordagem.....	54
Quadro 6 - Aspectos da ferramenta de PPMS associados aos requisitos definidos.....	57
Figura 10 - Arquitetura do software Zabbix.....	58
Quadro 7 - Exemplo de serviços monitorados.....	58
Figura 11 - Monitoramento, medição e controle dos serviços oferecidos.....	59
Quadro 8 - Atividades desempenhadas para o alcance dos requisitos.....	63
Quadro 9 - Detalhamento dos serviços monitorados.....	64
Figura 12 - Informação visual da rede de dados no campus universitário.....	68
Figura 13 - Monitoramento de rede sem fio de parte do campus universitário.....	71
Figura 14 - Monitoramento de câmeras de vigilância do campus universitário.....	72
Figura 15 - Gráfico de tráfego de rede de diferentes hosts.....	75
Figura 16 - Controle de versão de servidores e de câmeras de vigilância.....	76
Figura 17 - Exemplo de valores de SLA definidos para os últimos 30 dias.....	77
Quadro 10 - Indicador de disponibilidade e períodos de indisponibilidade.....	77
Figura 18 - Painéis de gestão à vista.....	78

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BPA – Business Activity Monitoring

BPM – Business Process Management

BPMN – Business Process Model And Notation

CEP – Complex Event Process

CTIC – Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação

FCA – Formal Concept Analysis

GESPUBLICA – Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização

ICMP – The Internet Control Message Protocol

IOT – Internet of Things

MTBF – Mean Time Between Failures

MTTF – Mean Time To Failure

MTTR – Mean Time To Repair

OMG – Object Management Group

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

PPMS – Performance Process Measurement System

SLA – Service Level Agreement

SNMP – Simple Network Management Protocol

TQM – Total Quality Management

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Contexto do Problema.....	14
1.2 Objetivos: Geral e Específicos.....	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 Justificativa.....	15
1.4 Delimitação do estudo.....	17
1.5 Estrutura do trabalho.....	18
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1 Gestão de Processos de Negócio.....	19
2.1.1 Tipos de processo.....	19
2.1.2 Ciclo de vida BPM.....	21
2.1.3 GesPública.....	23
2.1.4 BPM e o papel da tecnologia.....	25
2.2 Medição, monitoramento e controle de processos.....	26
2.3 Medição de desempenho.....	31
2.3.1 Indicadores de disponibilidade.....	34
2.4 Monitoramento: gestão à vista.....	40
2.4.1 Painéis de gestão à vista.....	43
2.5 Controle de processo: automação.....	45
3 METODOLOGIA.....	48
3.1 Modelagem do processo de disponibilidade.....	53
3.2 Detalhamento da abordagem.....	54
3.3 Aplicação do modelo proposto.....	56
3.3.1 Geração de indicadores de desempenho.....	60
3.3.2 Controle do processo.....	60
3.4 Coleta de Dados.....	62
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4.1 Resultados: primeira fase.....	66
4.2 Resultados: segunda fase.....	69
4.3 Resultados: terceira fase.....	73

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
REFERÊNCIAS.....	85
APÊNDICES.....	90
ANEXOS.....	92

## 1 INTRODUÇÃO

As operações de negócios das empresas, atualmente, são fortemente influenciadas por numerosos eventos de negócios internos e externos. Além disto, rápidas mudanças no cenário de negócios levam as empresas a gerenciarem seus processos de negócio em tempo real. Para acompanhar e atender a essas demandas, os processos de negócio precisam ser monitorados em tempo real.

Os desafios para se ter sucesso em um mercado competitivo global resultam nas empresas precisarem se tornar mais responsivas aos clientes e às necessidades do mercado, com um maior número de produtos e serviços específicos, com processos, fornecedores e recursos mais flexíveis e coordenados por várias organizações ao longo da cadeia de suprimento. A fim de responder proativamente a esses desafios, a administração exige informações de desempenho atualizadas e precisas sobre seus negócios. Essa informação de desempenho precisa ser integrada, dinâmica, acessível e visível para auxiliar a rápida tomada de decisões para promover um estilo de gestão proativo, levando à agilidade e à capacidade de resposta (NUDURUPATI *et al.*, 2011).

Dentro deste contexto, este trabalho visou ajudar gestores a automatizar, monitorar e analisar indicadores de desempenho críticos em tempo real durante a execução de processos de negócios com o propósito efetivo de auxiliar a tomada de decisão, otimizar o tempo de execução, melhorar o retorno financeiro e a alocação de recursos humanos.

A pesquisa descreveu uma abordagem realizada no Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Universidade Federal do Amazonas (CTIC/UFAM) que monitora o progresso do processo de disponibilidade de serviços de T.I. em tempo real, conduz uma análise através de uma associação de eventos com indicadores de desempenho e trabalha a automação do processo através do acionamento de contramedidas na ocorrência de

eventos indesejáveis.

## **1.1 Contexto do Problema**

A problemática básica está voltada em como apoiar a gestão em um ambiente de negócios de rápidas mudanças. É necessário que as empresas percebam as mudanças sofridas em seus processos de negócios. Estas mudanças dizem respeito aos mais diversos eventos que podem ocorrer e impactar no desempenho dos indicadores da empresa. O desafio, portanto, é buscar mecanismos de adaptação e de conhecimento dessas mudanças, visando a melhoria de desempenho. Neste contexto, ganham importância mecanismos voltados a monitorar, controlar e medir os processos de negócio. Para atender estes aspectos, a pesquisa especifica uma abordagem de automação e de geração de indicadores de desempenho em tempo real a partir de um trabalho realizado no CTIC/UFAM.

## **1.2 Objetivos: Geral e Específicos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

OG: Propor uma abordagem de automação, geração de indicadores de desempenho em tempo real e apoio à gestão à vista para melhoria de processos de negócio.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos a serem alcançados nesta pesquisa são os seguintes:

- OE1: investigar as principais abordagens de automação e geração de indicadores para melhoria de processos de negócios, para contextualização e fundamentação da pesquisa.
- OE2: descrever a abordagem conceitual e seus respectivos desdobramentos, como

componentes, níveis de automação, escolha de indicadores e aplicação de conceitos de gestão à vista;

- OE3: aplicar a abordagem conceitual ao processo alvo selecionado utilizando um protótipo;
- OE4: demonstrar a geração de indicadores que possibilitem o acompanhamento do desempenho do processo monitorado com apoio de conceitos de gestão à vista, e.
- OE5: aplicar ações de contramedidas automáticas baseadas no reconhecimento de eventos correlacionados.

### **1.3 Justificativa**

Um processo de negócio é um conjunto de atividades desempenhadas com intuito de realizar um objetivo comum de acordo com objetivos bem definidos em uma empresa (HAMMER; CHAMPY, 1993). Especificamente, pode ser visto como atividades estruturadas e mensuráveis para produzir uma saída específica para um determinado cliente ou mercado. A ênfase, portanto, encontra-se no como o trabalho é feito em contraste à pergunta o quê, cujo foco está no produto ou serviço fornecido. Assim, um processo é uma sequência específica de atividades orientadas à ação através do tempo e lugar, com um começo e fim, e com entradas e saídas claramente identificadas (DAVENPORT, 2013).

Dentro deste contexto, emergem as práticas de medição de desempenho de processo. A medição de desempenho de processo é de grande importância pois ajuda a controlar, estimar e melhorar processos e organizações. Potencialmente leva a melhorias financeiras e não financeiras significativas, contribuindo assim para melhores práticas de controle e gestão (HERNAUS; BACH; VUKSIC, 2012).



Por sua vez, para sustentar a competitividade em um ambiente de negócios de rápidas mudanças, é necessário que as empresas gerenciem seus processos de negócio em tempo real (LAM; IP; LAU, 2009).

Nos tempos recentes, as empresas enfrentam também o desafio de mostrar que seus processos estão em conformidade com certas legislaturas, regras internas, ou normas (BIRUKOU *et al.*, 2010). Portanto, novos requisitos de conformidade forçam as empresas a monitorar seus negócios (GIBLIN; MÜLLER, S.; PFITZMANN, 2006). Considerando, por exemplo, a evolução recente do mercado financeiro, uma rápida reação se faz necessária.

Para medir e auditar, os processos de negócio precisam ser monitorados. Em 2001, Gartner Inc. cunhou o termo Business Activity Monitoring (BAM), cujo acrônimo define como fornecer acesso em tempo real aos indicadores críticos de desempenho de negócios para melhorar a velocidade e a eficácia das operações de negócio (MCCOY, 2002).

Desta forma, um sistema BAM deve estar apto a: detectar eventos relevantes para os processos que ocorrem em um sistema corporativo, calcular informação para processamento temporal, integrar eventos e informação contextual de negócio em tempo real, executar regras de negócios com limiares de acordo com indicadores chaves de desempenho e outros gatilhos específicos de negócios, e fornecer interfaces intuitivas para apresentar os resultados ao usuário (NESAMONEY, 2004).

Dentro deste contexto apresentado, a presente pesquisa visa ajudar gestores a automatizar, monitorar e analisar indicadores de desempenho críticos em tempo real durante a execução de processos de negócios com o propósito efetivo de auxiliar a tomada de decisão, otimizar o tempo de execução, melhorar o uso dos recursos financeiro e a alocação de recursos humanos.

A pesquisa descreve uma abordagem que monitora o progresso atual de processos em

andamento, analisa a relação entre padrões de eventos em tempo real e conduz a uma análise através de uma associação de eventos com indicadores de desempenho. Além da geração de indicadores, a abordagem também propõe a automação do processo através do acionamento de contramedidas na ocorrência de eventos indesejáveis.

A abordagem também busca satisfazer o suporte à decisão, uma vez que trabalha na apresentação visual de dados, tornando o entendimento acerca do processo fácil e compreensível. Este aspecto é proposto através da visualização em tempo real do progresso de processos em andamento associado à geração de indicadores. Como resultado, estados atuais podem ser avaliados graficamente e detalhados para uma análise mais complexa.

Por último, as contribuições trazidas pela pesquisa compreendem benefícios ligados à Engenharia da Produção, pois alcança diretamente uma de suas competências, a citar: a melhoria de sistemas produtivos integrados de bens e serviços, envolvendo homens, recursos financeiros e materiais, tecnologia, informação e energia (ABEPRO, 2001). A pesquisa trata-se, pois, da utilização de métodos e técnicas que visam otimizar o emprego dos recursos existentes no próprio sistema de produção (CUNHA, 2002).

## **1.4 Delimitação do estudo**

Nesta pesquisa abordou-se, especificamente, o monitoramento de processos de negócio, isto é, aqueles relacionados diretamente com o negócio e que geram valor ao cliente. Processos de gestão e processos de apoio não estão no escopo da pesquisa.

Dentre os diversos processos de negócio, optou-se por limitar a pesquisa a processos de negócio relacionados com disponibilidade de serviço oferecido.

O escopo da pesquisa também abrangeu detecção de eventos e a consequente notificação do gestor, bem como o emprego de contramedidas automáticas, isto é, a execução

de atividades sem a participação obrigatória do gestor. A pesquisa, entretanto, não abrange a derivação de predição acerca de eventos futuros, pois esta requer técnicas específicas de Análise Preditiva que fogem do escopo da proposta.

## **1.5 Estrutura do trabalho**

Além do presente capítulo introdutório, a dissertação é composta por mais quatro capítulos distribuídos conforme descrição abaixo.

No capítulo 2 é apresentada a revisão da literatura que versa sobre pesquisas que apontam os desafios e perspectivas do tema.

No capítulo 3 são descritos os métodos que serão seguidos na pesquisa, dentre eles a definição dos requisitos da proposta e a validação da abordagem.

No capítulo 4 são apresentados os resultados da pesquisa, discussão e análise dos resultados.

No capítulo 5 são apresentadas as considerações finais, limitações da pesquisa e trabalhos futuros.

Nos APÊNDICES são apresentadas as modelagens do processo de disponibilidade que serviram para compor a dissertação

Nos ANEXOS são apresentadas as documentações de autorização da pesquisa.

Por último, são apresentadas as conclusões da pesquisa e as referências utilizadas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Gestão de Processos de Negócio

A Gestão de Processos de Negócio (*Business Process Management*, BPM) é definida como o apoio a processos de negócio, usando métodos, técnicas e software para projetar, aprovar, controlar e analisar os processos operacionais envolvendo pessoas, organizações, aplicações, documentos e outras fontes de informação (AALST; HOFSTEDE; WESKE, 2003).

A BPM representa uma nova forma de visualizar as operações de negócio, cuja visão começa em um nível mais alto do que o nível que realmente executa o trabalho e subdivide-se em subprocessos que devem ser realizados por uma ou mais atividades (fluxo de trabalho) dentro de funções de negócio (áreas funcionais). As atividades, por sua vez, podem ser decompostas em tarefas, e adiante, em cenários de realização da tarefa e respectivos passos (BENEDICT *et al.*, 2013).

A origem do BPM provém de uma adaptação Ocidental das melhores práticas de gerenciamento que evoluíram primariamente da produção japonesa, cujo termo mais próximo é Kaizen, que pode ser definido como “melhoria contínua”. Além da melhoria contínua, BPM utiliza-se de idéias contidas em outros métodos de gerenciamento, como a Qualidade Total (Total Quality Management, TQM) e o Seis Sigma (HURWITZ *et al.*, 2009).

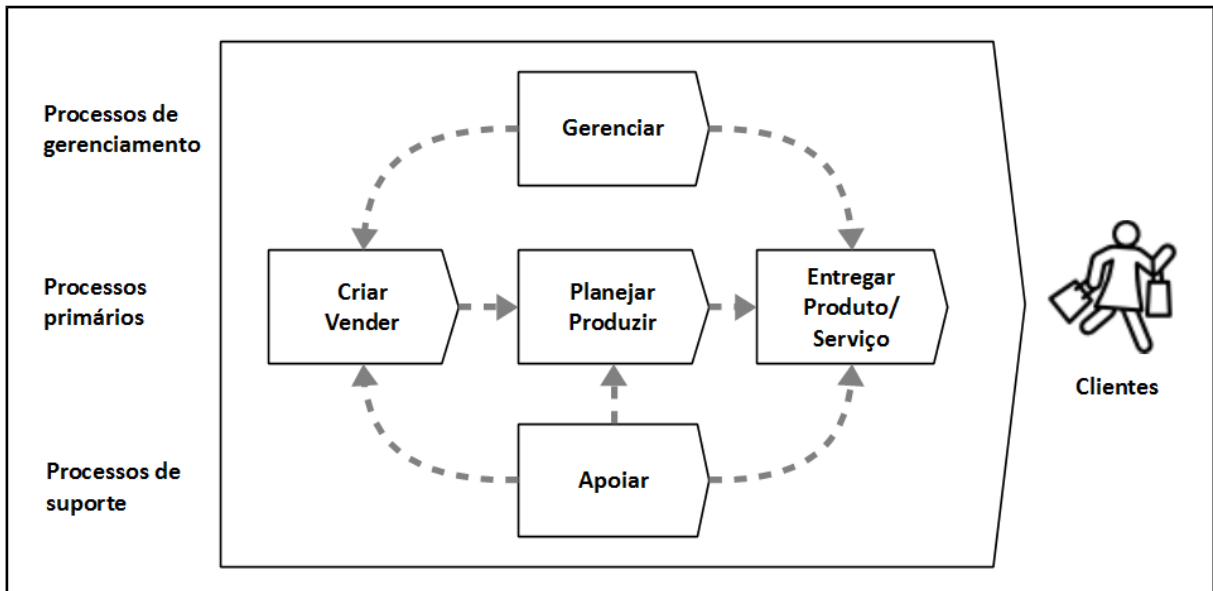
#### 2.1.1 Tipos de processo

Os processos podem ser classificados em três tipos (BENEDICT *et al.*, 2013) (AALST; HOFSTEDE; WESKE, 2003) (Figura 1):

- Processo primário;
- Processo de suporte, e

- Processo de gerenciamento.

**Figura 1** - Tipos de processos.



**Fonte:** Adaptado de Benedict et al.(2013).

Um processo primário é aquele que agrega valor direto ao cliente e são frequentemente referenciados como processos essenciais ou finalísticos, pois representam atividades essenciais que uma organização executa para cumprir sua missão. Trata-se de processos que constroem a percepção de valor pelo cliente por estarem diretamente relacionados à experiência de consumo do produto ou serviço. Exemplos de processos primários são: logística, operações, marketing, desenho e desenvolvimento de produtos e serviços, e vendas de produtos e serviços.

Os processos de suporte existem para auxiliar os processos primários, fornecendo suporte para este e para outros processos de suporte ou aos processos de gerenciamento. A principal diferença entre os processos primários e os de suporte é que processos de suporte entregam valor para outros processos e não diretamente para os clientes. Frequentemente são processos interfuncionais e são fundamentais e estratégicos para a organização pois aumentam

sua capacidade de efetivamente realizar os processos primários. Exemplos de processos de suporte são: a montagem de veículo no caso de uma montadora de veículo, pois da perspectiva do cliente, caso ocorra uma interrupção na linha de produção, os clientes levariam tempo para perceber, pois se poderia contar com estoques nas fábricas ou ainda com reabastecimento de outros locais para abastecer o mercado.

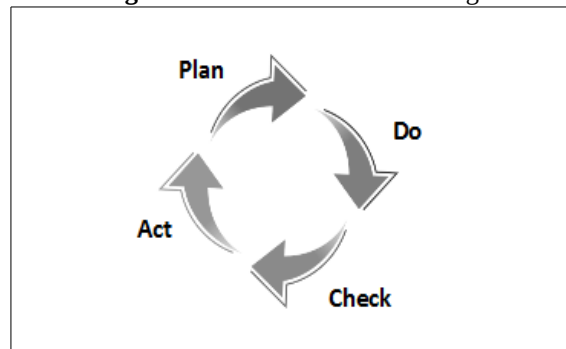
Os processos de gerenciamento têm o propósito de medir, monitorar, controlar atividades e administrar o presente e o futuro do negócio. Tal qual os processos de suporte, não agregam valor diretamente para os clientes, mas são necessários para assegurar que a organização opere de acordo com seus objetivos e metas de desempenho. Podem estar associados a áreas funcionais ou serem interfuncionais. Exemplos de processos de gerenciamento: desenhar, implementar, monitorar, controlar e melhorar continuamente processos de negócio.

Os processos de negócio podem ainda ser categorizados em processos de negócio privados e públicos (KO; LEE, S. S. G.; LEE, E. W., 2009). Processos privados são considerados processos internos, enquanto que os processos públicos são externos.

### **2.1.2 Ciclo de vida BPM**

Na literatura de BPM são encontrados diversos ciclos de vida de processos de negócio (AALST; HOFSTEDE; WESKE, 2003) que descrevem a abordagem de gerenciamento em um ciclo contínuo, a maioria podendo ser mapeada como um ciclo básico PDCA (Plan, Do, Check, Act) de Deming (Figura 2) (BENEDICT *et al.*, 2013). Estas fases aplicadas a BPM podem ser assim definidas:

**Figura 2** - Ciclo PDCA de Deming.



- **Planejar (Plan):** visa assegurar o uma compreensão do escopo do processo em que determinadas informações devem ser minimamente conhecidas, tais como, o cliente do processo, a saída do processo, alinhamento à missão organizacional, entradas do processo, controles e etc.. Nesta fase mecanismos internos dos processos devem ser representados, detalhando-se os relacionamentos entre os componentes de processos de negócio.
- **Fazer (Do):** visa implementar o processo de acordo com as especificações desenvolvidas na fase anterior. Podem ocorrer a criação de novos papéis, a reestruturação de áreas funcionais, construção em sistemas de informação e automação de fluxo de trabalho, criação e implementação de mecanismos de monitoramento de desempenho de processos, etc. Esta fase trata tanto a implementação física quanto a execução do processo real.
- **Verificar (Check):** compreende a medição do desempenho real do processo em comparação ao desempenho esperado. Possui um aspecto interno, a partir da perspectiva do cliente, como externo, a partir da perspectiva das operações internas. Essas medições são colocadas em prática para monitorar o desempenho do processo em relação a tempo, custo, capacidade e qualidade.

- **Agir (Act):** objetiva definir ações e agir de acordo com os dados de desempenho do processo coletados na fase anterior, com o intuito de manter a integridade do processo e assegurar a melhoria contínua em atendimento de novas metas de desempenho ao longo do tempo. Pode ocorrer duas categorias nesta fase:
  - Instabilidade do ambiente: intervenções em tempo real, só podendo, portanto, ocorrer onde existe o monitoramento de desempenho em tempo real ou quase em tempo real.
  - Mudança de ambiente: identificação e planejamento de mudança para definição e implementação de processos, mudando a forma como as instâncias do processo serão executadas no futuro.

O presente trabalho é desenvolvido diretamente para apoiar as fases de “Verificação” e “Agir” do ciclo de vida. Na fase de “verificação”, com o monitoramento do processo de disponibilidade e medição para geração de indicadores para acompanhamento do desempenho de processo em relação ao tempo (disponibilidade) e na fase de “Agir”, pois há o aspecto de controle do processo, isto é, em intervir em tempo real com intuito de manter a integridade do processo de disponibilidade.

### **2.1.3 GesPública**

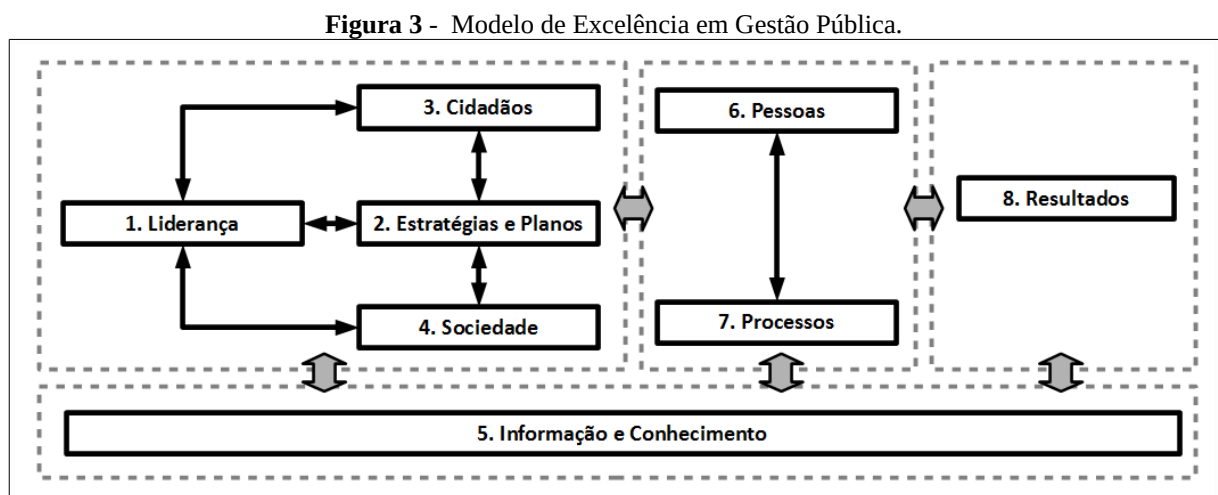
O Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização (GesPública) do Governo Federal é um programa instituído em fevereiro de 2005 (BRASIL, 2005) com a finalidade de contribuir para a melhoria da qualidade dos serviços públicos prestados aos cidadãos e para o aumento da competitividade do País. O GesPública é a fusão do Programa da Qualidade no Serviço Público (PQSP) e do Programa Nacional de Desburocratização. O GesPública incentiva a desburocratização e as melhores práticas de gestão, entre elas a gestão



por processos.

O GesPública é uma política formulada a partir da premissa de que a gestão de órgãos e entidades públicos pode e deve ser excelente, pode e deve ser comparada com padrões internacionais de qualidade em gestão, mas não pode nem deve deixar de ser pública.

O Modelo de Excelência da Gestão Pública (MEGP) é a representação de um sistema gerencial constituído por sete elementos integrados, que norteiam a aceitação de práticas de excelência em gestão com a finalidade de levar as organizações públicas brasileiras a padrões elevados de desempenho e de qualidade em gestão (Figura 3):



Fonte: Brasil (2006).

- Liderança, Estratégias e Planos, e Cidadãos e Sociedade: representam o planejamento, onde os processos são planejados a fim de atender as necessidades dos cidadãos através de uma liderança comprometida e atenta;
- Pessoas e Processos: representam a execução do planejamento;
- Resultados: representa o controle, pois serve para acompanhar a satisfação dos usuários, o orçamento e as finanças, a gestão das pessoas, a gestão de fornecedores e das parcerias institucionais, o desempenho dos serviços/produtos e

dos processos organizacionais, e

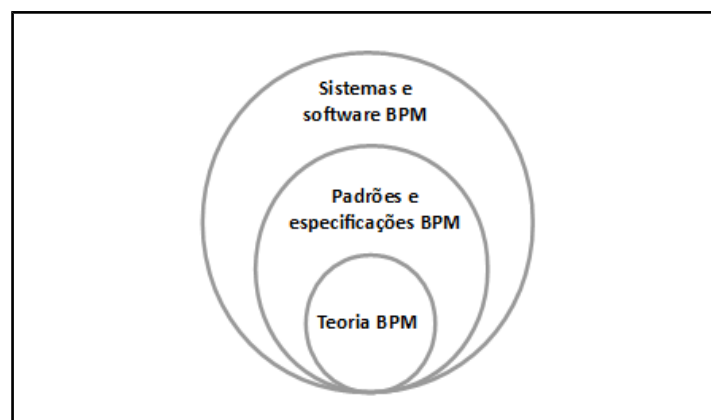
- Informação: representa a inteligência organizacional, onde a organização com base em seus dados internos e externos busca ações corretivas para melhorar sua gestão e desempenho.

### 2.1.4 BPM e o papel da tecnologia

Muitos grupos formais de pesquisa trabalham no desenvolvimento de padrões BPM, com outros dedicados a modelar as definições. Dentro deste cenário, há três relacionamentos próximos, mas independentes entre si. Como mostrado na Figura 4, os padrões BPM e especificações são baseados na teoria de BPM (Pi-calculus e Petri nets) e estes são eventualmente adotados em softwares e sistemas (KO; LEE, S. S. G.; LEE, E. W., 2009).

Desta forma, a implementação de BPM pode ser vista como uma aplicação coordenada de práticas de gerenciamento de processos que podem ser habilitadas pela tecnologia, ou seja, a tecnologia da informação é um facilitador em esforços de BPM (BENEDICT *et al.*, 2013).

**Figura 4** - Relação entre teoria, padrões e sistemas de BPM.



**Fonte:** KO et al. (2009).

Um dos sistemas de informação associado a BPM e relevante para a pesquisa é o

sistema de medição de desempenho de processo (*Performance Process Measurement System*, PPMS). Um PPMS pode ser caracterizado como um sistema de informação que reúne dados de um ou mais processos através de um conjunto de indicadores relevantes de desempenho, compara os valores atuais com os históricos e de alvo e divulga os resultados para os atores do processo (KUENG, 2000). O objetivo principal de um PPMS é fornecer informações oportunas sobre o desempenho dos processos. Essas informações podem ser usadas para metas e desempenho atual de um processo de negócios aos responsáveis pelo processo, para melhorar alocação e produção do processo quanto à quantidade e qualidade, dar sinais de alerta precoce, fazer um diagnóstico das fraquezas de um processo de negócios, decidir se são necessárias ações corretivas e avaliar o impacto das ações tomadas.

## 2.2 Medição, monitoramento e controle de processos

Durante a análise teórica da pesquisa, artigos publicados nos principais periódicos relacionados a área de Gestão por Processos de Negócio (*Business Process Management*, BPM) e ao tema foram analisados.

Através Iritani et al. (2015) que empreendeu uma revisão bibliográfica sistemática da pesquisa de BPM, foi possível identificar oito práticas de pesquisa relacionadas a BPM (Quadro 1):

**Quadro 1** - Práticas de BPM.

<b>Prática de BPM</b>	<b>Objetivo</b>
Planejamento de BPM	Definir as atividades de gestão por processos que contribuirão para o alcance das metas da organização por meio de análises dos ambientes internos e externos, estabelecimento de estratégias e abordagens para mudança, definição de planos de ação para implantação de BPM e priorização de processos de negócio.

Modelagem de processos	Documentar e registrar os processos de negócio em modelos. Além disso, os processos podem ser modelados para prover dados de integração entre processos, para fins de Tecnologia da Informação (TI), da Qualidade e outros.
Análise de processos	Entender os processos atuais no contexto das metas e objetivos estabelecidos pela organização, assimilando informações oriundas de planos estratégicos, modelos de processos e medição de desempenho a fim de entender os processos de negócio no escopo da organização como um todo.
Melhoria e mudança de processos	Otimizar, inovar e redesenhar os processos de negócio através do uso de metodologias.
Medição, monitoramento e controle de processos	Mensurar e monitorar os processos de negócio como, por exemplo, registrar e controlar o desempenho dos processos, retroalimentar o Planejamento e Modelagem de Processos.
Simulação de processos	Simular diversos cenários por meio da execução de modelos. Prática diretamente relacionada à modelagem e análise de processos.
Implementação de processos e sistemas de apoio	Engloba as atividades que garantem o suporte à implementação e à execução dos processos como, por exemplo, o suporte à implementação de novos processos e de testes de soluções, implementação de planos de transferência de tecnologias
Modelos de ciclo de vida de BPM	Adotar modelos de referência iterativos para a gestão dos processos de negócio. As atividades desses modelos normalmente são: planejamento, modelagem, análise, melhoria e medição de processos de negócio. Outra característica são a melhoria contínua e a retroalimentação do plano estratégico da organização

Fonte: Adaptado de IRITANI et al. (2015).

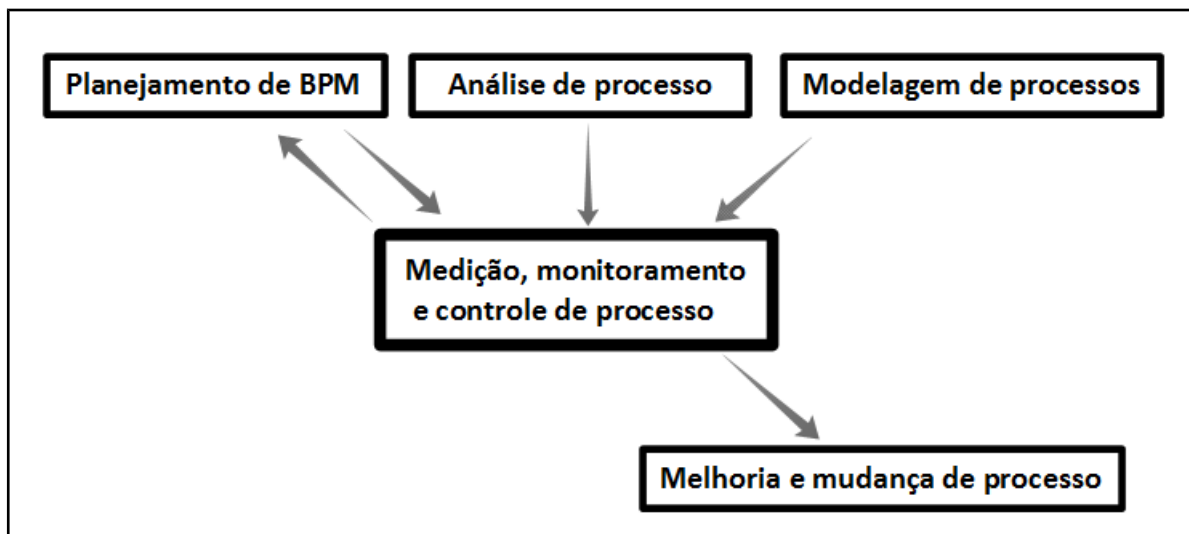
A pesquisa inseriu-se dentro da prática de medição, monitoramento e controle de processos, que compreende:

[...] as atividades de registrar o desempenho dos processos ao longo do tempo, suportando assim as práticas de planejamento de BPM, modelagem e melhoria de processos (HERNAUS et al., 2012; VALLE & OLIVERA, 2009). De acordo com a ABPMP (ASSOCIATION..., 2009), essa prática permite verificar a efetividade das mudanças e avaliar se os objetivos estabelecidos no planejamento de BPM estão sendo atingidos (IRITANI et al., 2015).

Trata-se também de uma prática que se relaciona com as práticas de planejamento de BPM, análise de processos e modelagem de processos, pois a definição de indicadores de

desempenho e de modelos de processo e contribui para as práticas de planejamento de BPM e melhoria e mudança de processo, pois a medição de indicadores de desempenho ajudam no acompanhamento de alcance de metas e o monitoramento juntamente com o controle de processo auxiliam na melhoria em si do processo (Figura 5).

Figura 5 - Relacionamentos das práticas BPM.



Fonte: Elaboração própria.

A pesquisa em BPM possui uma abordagem com origem multidisciplinar e ao menos duas “escolas”: uma com foco na gestão organizacional e outra com foco nas tecnologias de BPM, que têm como origem a área de sistemas de informação e computação. Entretanto, tratam-se de escolas que tendem a compartilhar pouco conhecimento, onde uma maior contribuição entre essas escolas resultaria em avanços maiores para a área de BPM (IRITANI *et al.*, 2015, p. 177). As contribuições da presente pesquisa inserem-se dentro deste contexto por propor uma abordagem de apoio à gestão de processos de negócios através do uso de tecnologias para realização da prática de medição, monitoramento e controle de processos.

A viabilidade da prática de medição, monitoramento e controle de processo está fortemente associada a automação de processo. A automação de processo surge com a

introdução da tecnologia da informação, onde processos que eram primordialmente realizados por seres humanos manipulando objetivos físicos, passam a ser parcialmente ou totalmente automatizados por sistemas de informação, isto é, programas de computador desempenhando tarefas e aplicando regras que previamente eram implementadas por humanos (GEORGAKOPOULOS; HORNICK; SHETH, 1995).

É importante, neste contexto, destacar os conceitos relacionados à medição, monitoramento e controle de processo:

- medição de processo: determina o desempenho de processos de negócio dado um conjunto de indicadores de desempenho. O período de tempo em que a medição ocorre é de médio a longo prazo (por exemplo, meses ou anos). Os dados de medição são armazenados por longos períodos de tempo (KUNG *et al.*, 2005):
- monitoramento de processo: verifica a situação do processo com cuidado, a fim de descobrir algo a respeito. Os aspectos monitorados podem mudar com bastante frequência. Normalmente, os dados recolhidos não são armazenados durante longos períodos de tempo (KUNG *et al.*, 2005).
- controle de processo: garante que ativos operarem continuamente previsivelmente dentro da faixa mais rentável, levando a uma maior produção de produtos ou serviços consistentes, com confiabilidade, produtividade e qualidade usando menos energia (MOHAPATRA, 2009).

Em síntese, a automação de processo possibilita o monitoramento de diversos itens de um processo de negócio, como atividades, eventos externos, etc. Se um processo é monitorado, ele pode, portanto, ser medido, ou seja, dados obtidos a partir do monitoramento podem ser transformados em indicadores de desempenho. Quando a automação é executada em nível mais específico, esta pode possibilitar o controle do processo, isto é, o fluxo do

processo pode ser modificado de acordo com regras de negócio pré-definidas.

Relacionados a prática de medição, monitoramento e controle de processo, destacam-se abordagens propostas por KANG, B. et al. (2011) e JANIESCH, MATZNER e MÜLLER (2012).

Em KANG, B. et al. (2011) é proposta uma abordagem para monitoramento de processos de negócio em tempo real através da aplicação de Análise de Conceito Formal estendida (Formal Concept Analysis, FCA). FCA é uma ferramenta da matemática, cujos conceitos foram estendidos pelos autores, resultando na proposição de uma nova representação do conhecimento batizada de *reachability lattice*. A principal contribuição é a melhor visualização de prováveis rotas em eventos de concorrências durante o progresso de processos de negócios. O método proposto foi desenvolvido em um sistema de protótipo para prova conceito.

Em JANIESCH, MATZNER e MÜLLER (2012) os autores desenvolveram uma arquitetura conceitual associando técnicas de Processamento de Eventos Complexos (*Complex Event Process*, CEP) para a observação e gestão de BPM. A estrutura proposta é composta por componentes com destaque ao motor CEP, por em partes, gerenciar ativamente em vez de apenas observar a execução do processo de negócio. Os resultados apresentados pelos autores estão relacionados à melhoria de separação e latência de dados de controle de processos, monitoramento e simulação. A arquitetura proposta é apresentada como independente de software, porém para demonstrar a razoabilidade da arquitetura, os autores implementaram uma prova conceito.

Outros trabalhos pesquisados relacionados a prática de medição que se destacam são:

Em PEYTON, BAARAH e MOUTTHAM (2012) apresenta uma arquitetura para aplicação de processamento de eventos que gerencia processos de negócio e utilizam um estudo de caso de fluxo de monitoramento de pacientes para avaliar a arquitetura e ilustrar a abordagem

proposta. A principal contribuição dos autores está na melhoria dos prazos de espera de pacientes cardíacos através da integração de um amplo espectro de fontes dentro de um hospital utilizando processamento de eventos complexos para apoiar o monitoramento do fluxo de pacientes e análise detalhada de gargalos.

Em KUNG et al. (2005) é apresentado como a combinação de modelagem de processos, execução de processos e medição do processo foi aplicado no *Credit Suisse*, um grande banco suíço que opera internacionalmente. O artigo mostra que determinados modelos de processos são requisitos vitais para a medição de processo. Além disso, os autores ilustram os pontos fortes e limitações de uma ferramenta de gerenciamento de desempenho após um ano em vigor. Com base na experiência prática com diferentes motores de processo e um software de gerenciamento de desempenho de processos, arquiteturas alternativas são sugeridas para apoiar o monitoramento de processos, medição de processos e monitoramento de atividades de negócios (*Business Activity Monitoring*, BAM).

Por último, em TERROSO-SAENZ, VALDES-VELA e SKARMETA-GOMEZ (2015) é apresentada uma abordagem desenvolvida para detectar em tempo hábil um conjunto de comportamentos anormais de embarcações através da realização de um tratamento baseado em eventos. Os autores baseados em dados do mundo real comprovaram a adequação e viabilidade da proposta através de dois estudos de casos representando diferentes tipos de movimento, um marítimo e outro de trânsito.

## **2.3 Medição de desempenho**

Num contexto de negócios, medir pode estar relacionado com o desempenho humano, com o desempenho do processo ou condições de mercado. De acordo com (ECKERSON, 2010), uma métrica, no contexto de negócios, é uma medida da atividade de



negócios que pode representar, por exemplo, o número de novos clientes, o tempo médio entre reparo ou de vendas totais. Porém em um sistema de gerenciamento de desempenho, objetiva-se medir não apenas a atividade de negócio. Deseja-se saber o quão bem está se executando a estratégia de negócios. Para medir a estratégia de negócios, comparamos a atividade de negócios com uma meta definida em um plano projetado para alcançar a estratégia.

Uma métrica que mede a atividade comercial em relação a uma meta é chamada de indicador de desempenho. Se projetado adequadamente, um indicador de desempenho incorpora a estratégia da organização ou do grupo. Ele mede o que é importante e compara o desempenho com metas baseadas no tempo. Os indicadores de desempenho mostram quão próxima a produção da atividade de negócios está com relação ao planejamento e indica se o curso está correto para alcançar os objetivos estratégicos.

Algumas medições estão diretamente relacionadas a estratégia da empresa e são críticas para a execução do sucesso de sua estratégia. Estes são chamados de indicadores chave de desempenho (KELLEN; WOLF, 2003).

Medições de desempenho obtidas “de fora para dentro” ou a partir da perspectiva do cliente são geralmente referidas como medições de eficácia e são desenhadas para verificar se “as coisas certas estão sendo feitas”, isto é, visa assegurar que as necessidades e expectativas dos clientes sejam consistentemente atendidas. Medições de desempenho obtidas “de dentro para fora” ou a partir da perspectiva das operações internas são geralmente referidas como medições de eficiência e são desenhadas para verificar se “as coisas estão sendo feitas corretamente” (BENEDICT *et al.*, 2013).

Um indicador de desempenho, na visão de Eckerson (2010), possui 6 (seis) componentes:

- valor: uma métrica de desempenho contém um valor atual ou número que representa a medição de desempenho.
- prazo: as métricas de desempenho têm um período de tempo pelo qual são medidas. Um período de tempo inclui a data de término quando o alvo deve ser alcançado e intervalo de datas que são usadas para medir o progresso no decorrer desse intervalo.
- benchmark: uma métrica de desempenho compara valores reais a algum benchmark ou um valor de base. Um ponto de referência mais comum é o resultado do mesmo período do ano passado. O benchmark também pode ser um número arbitrário, como um número orçado ou previsto. Ou uma métrica poderia ter múltiplos benchmarks (ou seja, ano anterior, plano e previsão), o que é frequentemente o caso de números financeiros. Benchmarks também podem ser medidas externas, como o desempenho de um líder da indústria.
- objetivos: Cada métrica é associada a um objetivo definido por gestores, onde cada objetivo representa um objetivo tangível no contexto do benchmark. Por exemplo, as vendas ultrapassar em 10% em relação ao mesmo período do ano passado. Existem metas finais, que normalmente são medidas anualmente e metas intermediárias, que são medidas em intervalos menores, como diariamente, semanalmente ou mensalmente.
- intervalos: cada objetivo associado a uma métrica é dividido em um intervalo de desempenho, como por exemplo, acima, abaixo, igual ao valor alvo.
- codificações visuais: um painel codifica visualmente intervalos para que os usuários possam rapidamente entender o quão próximos ou distantes estão de atingir o alvo. A maioria das métricas codifica faixas usando luzes de trânsito:

verde, amarelo e vermelho. O uso de painéis de gestão à vista é detalhado na seção 2.4.1.

### **2.3.1 Indicadores de disponibilidade**

A identificação de indicadores adequados é um aspecto crucial para a medição de processo. Trata-se de um passo que deve ser feito com cuidado, em cooperação com as partes interessadas no processo, em especial com o proprietário do processo e especialistas de domínio (KUENG, 2000).

Uma métrica de desempenho bem construída não significa que ela seja eficaz. Eckerson (2010) enumera 12 (doze) características de métricas de desempenho eficazes:

- **estratégica:** a criação de métricas de desempenho efetivas começa pelas metas, objetivos ou resultados que se deseja alcançar. Uma boa métrica de desempenho incorpora um objetivo estratégico. Ele é projetado para ajudar a organização a monitorar se está no bom caminho para alcançar seus objetivos.
- **simples:** as métricas de desempenho devem ser compreensíveis. Deve-se saber o que está sendo medido, como é calculado, quais são os objetivos, como funcionam os incentivos e, mais importante, o que pode-se fazer para afetar o resultado em uma direção positiva.
- **responsável:** cada métrica de desempenho precisa de um responsável pelo seu resultado. Algumas empresas atribuem dois ou mais responsáveis a uma métrica em trabalhos em equipe. Sem responsabilidade, as métricas não têm sentido.
- **acionável:** métricas devem ser acionáveis, ou seja, se uma métrica tende para baixo, os funcionários devem saber quais ações corretivas devem ser tomadas para melhorar o desempenho. Métricas acionáveis exigem que os funcionários tenham

poderes para agir.

- atualizada: as métricas de desempenho devem ser atualizadas com frequência suficiente para que o indivíduo responsável ou a equipe possa intervir para melhorar o desempenho antes que seja tarde demais.
- referenciável: para que os usuários confiem em uma métrica de desempenho, eles devem entender suas origens. Isso significa que cada métrica deve dar aos usuários a opção de ver seus metadados, incluindo o nome do proprietário, a hora em que a métrica foi atualizada pela última vez, como ela foi calculada, sistemas de origem e assim por diante
- acurácia: os usuários precisam confiar nas métricas de desempenho geradas. Desta forma, deve-se evitar métricas cuja condição dos dados de origem é suspeita. Parte desse problema decorre de dados subjacentes, que muitas vezes precisam ser checados e padronizados.
- correlacionada: métricas devem ser projetadas para direcionar aos resultados desejados. Além de criar métricas de desempenho, deve-se calcular o grau em que elas influenciam os comportamentos ou os resultados que se deseja e desta forma atualizar continuamente as métricas de desempenho para garantir que conduzam aos resultados desejados.
- à prova de fraude: as organizações precisam testar as métricas de desempenho para garantir que não se evite-os por ganância ou por preguiça, como por exemplo, mudar o estado de um indicador sem fazer mudanças substantivas.
- alinhada: é importante que as métricas de desempenho estejam alinhadas com os objetivos corporativos e não prejudiquem um ao outro. As métricas precisam ser planejadas em conjunto no contexto de um ecossistema inteiro projetado para

conduzir certos comportamentos e evitar outros.

- padronizada: a padronização é um fator crítico principalmente se há diferentes grupos em vários níveis de uma organização. Sem padrões, a organização corre o risco de usar vários painéis de gestão à vista inconsistentes, cujas informações não podem ser facilmente conciliadas.
- relevante: uma métrica de desempenho tem um ciclo de vida natural. Quando introduzida pela primeira vez, a métrica de desempenho energiza a força de trabalho e o desempenho melhora. Ao longo do tempo, a métrica perde seu impacto e deve ser atualizada, revisada ou descartada.

Os processos relacionados a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) estão fortemente relacionados a disponibilidade da tecnologia oferecida e representam processos de negócio essenciais no âmbito do governo eletrônico. O governo eletrônico está relacionado a automação dos processos e disponibilização de serviços públicos por meio de serviços online na Internet (ABRANSON; MEANS, 2001), e se estende para a maneira como o governo, pelo uso da TIC, atinge os seus objetivos para cumprimento do papel do Estado. Isso inclui a melhoria dos processos da administração pública, aumento da eficiência, melhor governança, elaboração e monitoramento das políticas públicas, integração entre governos, e democracia eletrônica, representada pelo aumento da transparência, da participação democrática e prestação de contas dos governos (PRADO, 2004).

Disponibilidade pode ser definida como o grau em que um sistema está funcionando e está acessível para entrega de seus serviços durante um dado intervalo de tempo (TOEROE; TAM, 2012). A medição de disponibilidade pode ser apresentada como porcentagem de tempo de disponibilidade. Por exemplo, uma disponibilidade de 100% significa que não há tempo de inatividade.

Uma representação comum de disponibilidade é através do sistema 9s, chamado “noves” (Quadro 2). Por exemplo, em sistemas de alta disponibilidade é esperado pelo menos 99,999% de disponibilidade, são chamados sistemas com requisito de disponibilidade 5-9s.

**Quadro 2** - Medição de disponibilidade.

<b>Disponibilidade</b>	<b>Inatividade anual</b>	<b>Inatividade semanal</b>
90,0000% (um 9s)	36,5 dias	16,8 horas
99,0000% (dois 9s)	3,65 dias	1,68 hora
99,9000% (três 9s)	8,76 horas	10,1 minutos
99,9900% (quatro 9s)	52,5 minutos	1,01 minuto
99,9990% (cinco 9s)	5,25 minutos	6,05 segundos
99,9999% (seis 9s)	31,5 segundos	0,6 segundos

**Fonte:** Adaptado de MARCUS e STERN (2003)

Para definição dos indicadores associados a disponibilidade de processo, foram pesquisados os métodos de obtenção destes indicadores.

A disponibilidade de um sistema ou serviço pode ser expressa de forma geral pelo tempo de atividade do serviço dividido pela soma do tempo de atividade e o tempo de inatividade, isto é (TOEROE; TAM, 2012):

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ atividade}{(Tempo\ de\ atividade + Tempo\ de\ inatividade)}$$

A estimativa de disponibilidade de um sistema também pode ser expressa a partir dos valores de tempo médio entre falhas (*Mean Time Between Failures, MTBF*), tempo médio entre reparos (*Mean Time To Repair, MTTR*) e o tempo médio até falhar (*Mean Time To Failure, MTTF*). O cálculo de disponibilidade é obtido aplicando a seguinte fórmula:

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

O relacionamento entre as medidas de falha de um sistema pode ser expressado

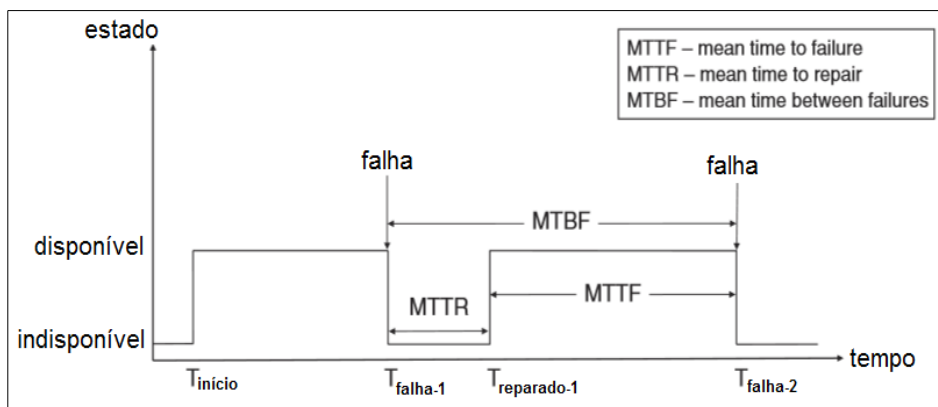
como:

$$MTBF = MTTF + MTTR$$

Estas fórmulas podem ser melhor compreendidas a partir da Figura 6. MTTR é o tempo para um sistema retornar o serviço, MTBF é o tempo esperado que o sistema estará disponível antes dele falhar novamente e MTTF é o tempo de funcionamento, o que pode ser descrito como a duração de tempo em que um sistema está operacional e fornece o seu serviço.

A Figura 6 ilustra o relacionamento entre as diferentes medidas de falhas em um sistema. A figura mostra o estado de um sistema que pode ser disponível ou indisponível, de acordo com o tempo de operação. No tempo  $T_{\text{início}}$  o sistema começa sua operação e continua até o tempo  $T_{\text{falha-1}}$ , quando encontra sua primeira falha. Após a duração do MTTR, que é o tempo de inatividade, o sistema é reparado e continua seu estado normal de operação no tempo  $T_{\text{reparado-1}}$ . Isso continua até que atinja a segunda falha do sistema no momento  $T_{\text{falha-2}}$ .

**Figura 6** - Diferentes medições de falhas.



**Fonte:** TOEROE e TAM (2012).

Outro indicador que está associado com a disponibilidade é a confiabilidade. Confiabilidade é a probabilidade de um sistema executar uma função pretendida em um dado intervalo de tempo. A confiabilidade mede a habilidade de fornecimento sem interrupções,

enquanto a disponibilidade mede a habilidade de fornecimento de um serviço especificado. A confiabilidade pode ser calculada de diferentes formas (RAUSAND; HØYLAND, 2004) dependendo da situação particular, por exemplo, como:

- o número de falhas por unidade de tempo (taxa de falha);
- o tempo médio até falhar (MTTF);
- a probabilidade de um item não falhar em um intervalo de tempo, e
- a probabilidade de um item estar apto a funcionar em um tempo t.

Uma síntese de como a disponibilidade e a confiabilidade de um determinado processo podem ser calculadas é apresentada no Quadro 3.

**Quadro 3** - Indicadores de disponibilidade e confiabilidade.

Indicador	Cálculo básico	Domínio
Disponibilidade	$KPI_d = \frac{T_a}{(T_a + T_i)}$ Ta: Tempo de atividade do processo. Ti: Tempo de inatividade do processo	$0 \leq KPI1 \leq 1$
Confiabilidade	$KPI_c = \frac{f}{T_t}$ F: Número de falhas; Tt: Tempo total de operação.	$0 \leq KPI2 \leq 1$

**Fonte:** Elaboração própria.

A disponibilidade de um serviço está também associada à capacidade de serviço. A capacidade de um serviço é definida como a maior quantidade possível de saída que pode ser obtida num período de tempo específico com um nível pré-definido de pessoal, instalações e equipamento (LOVELOCK, 1992).

Pode-se entender a diferença básica entre capacidade e disponibilidade como a primeira sendo o número máximo de solicitações de serviço que o sistema de serviço pode manipular dentro de um período fixo de tempo. Enquanto que a disponibilidade é entendida como o número de recursos disponíveis para o tempo de suporte acordado, incluindo situações de emergência para o serviço a ser entregue (BAIRI; MANOHAR; KUNDU, 2012).



A definição de uma estratégia de gerenciamento de capacidade e disponibilidade é determinada pelos recursos apropriados a se gerenciar e pelos aspectos de um sistema de serviço que afetam a disponibilidade de serviço e que podem ser medidos, monitorados, analisados e gerenciados (TEAM, 2011). Alguns exemplos de medição de capacidade para serviços de TI são:

- uso de recursos de serviços limitados;
- uso de componentes de serviço;
- recursos limitados de serviço não utilizados;
- componentes de serviço não utilizados;
- rendimento (*throughput*) (por exemplo, número de usuários simultâneos, número de transações a serem processadas);
- quantidade de um tipo particular de recurso em uso em um determinado número de vezes;

Por último, é importante registrar que existe uma certa discussão no que diz respeito à identificação de uma medição válida de capacidade. Há questões que devem ser consideradas no planejamento de capacidade. Por exemplo, no longo prazo, a capacidade está ligada a instalações e relacionada com a sua expansão e contração na organização, o que está diretamente ligado aos conceitos de economia de escala e escopo. Por outro lado, a maior barreira para a capacidade no curto prazo é ser capaz de lidar com demandas inesperadas (ADENSO-DÍAZ; GONZÁLEZ-TORRE; GARCÍA, 2002).

## **2.4 Monitoramento: gestão à vista**

A gestão à vista é um sistema de gestão que tenta melhorar o desempenho organizacional por meio da conexão e alinhamento da visão organizacional, valores

fundamentais, objetivos e cultura com outros sistemas de gestão, processos de trabalho, elementos do ambiente de trabalho, e as partes interessadas, por meio de estímulos, que diretamente abordam um ou mais dos cinco sentidos humanos (visão, audição, tato, olfato e paladar) (LIFF; POSEY, 2004).

Estes estímulos comunicam informação de qualidade (necessária, pertinente, correta, imediata, fácil de entender e estimulante), que ajuda as pessoas a perceberem o contexto organizacional por meramente olhar ao redor (GREIF, 1991). Na prática, possibilita a circulação de informações através de uma comunicação visível simples, entendida e acessível a todos do ambiente de trabalho.

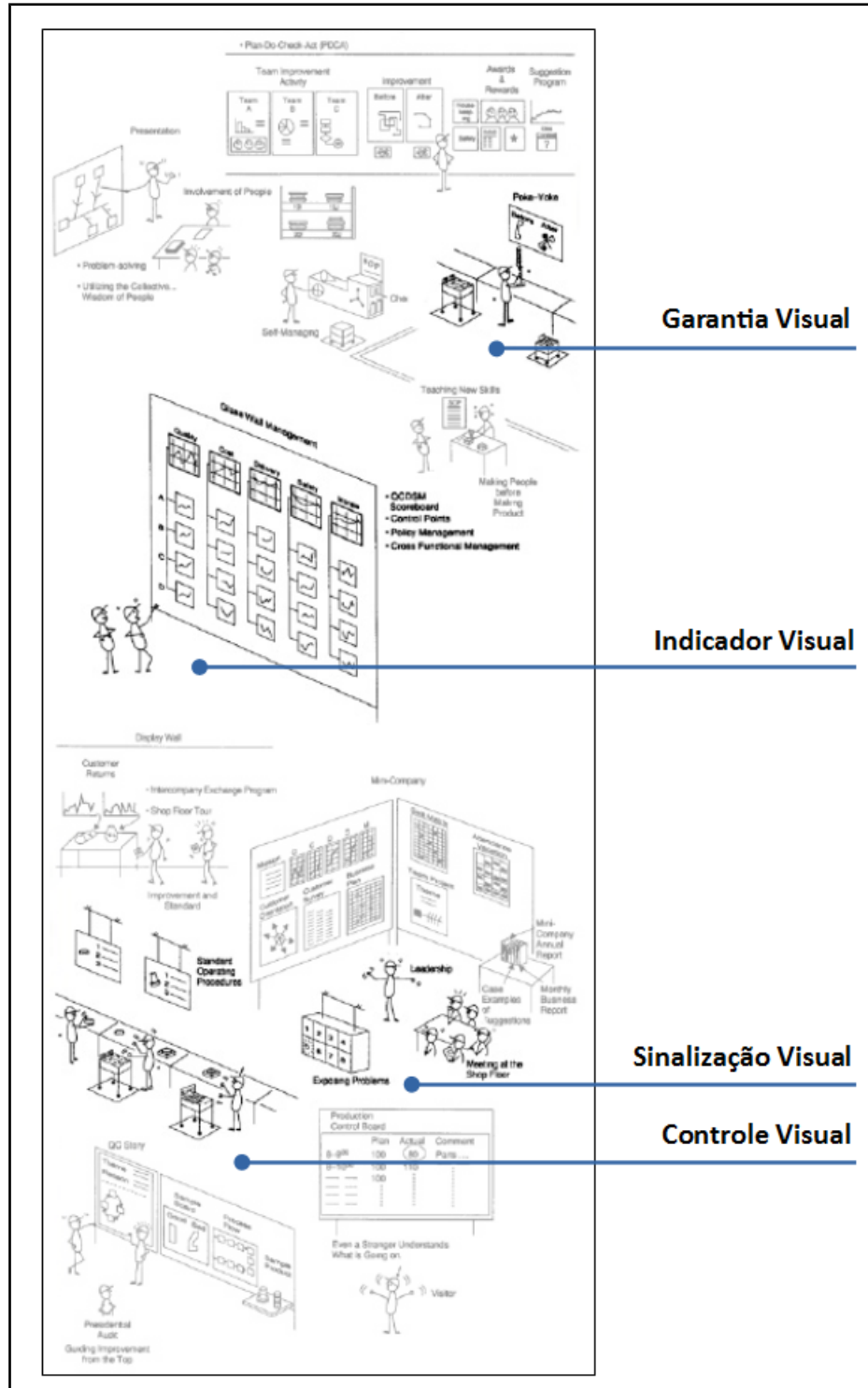
O controle visual em um ambiente de trabalho possui os seguintes fatores de importância (GALSWORTH, 1997):

- impulsiona as pessoas (vontade de fazer melhor);
- fornece padrões (diz as pessoas o que fazer);
- responde perguntas centrais: onde? o que? quando? quem? quantos? e como?;
- elimina défices de informação;
- reduz ou elimina movimentação (caminhar, pesquisar, remanejar, solicitar);
- mantém o valor agregado do trabalho;
- fornece informações para que as pessoas permaneçam em seu campo de valor (onde o trabalho foi feito ou o valor foi adicionado), e
- encarrega as pessoas de acompanhar suas métricas de desempenho (auto diagnóstico de esforço desperdiçado).

O kanban, luzes de chamadas, andon e painéis de gestão são exemplos de gestão à vista.

Convencionalmente a gestão à vista emprega um ou uma combinação dos quatro tipos de ferramentas visuais (Figura 7):

**Figura 7** - Ambiente de trabalho visual.



Fonte: Adaptado de Suzaki (1993).

- Indicadores visuais: fornecem apenas informação, como placas de segurança;
- Sinais visuais: chamam atenção, como no sistema andon;
- Controles visuais: limitam ou guiam ações humanas, como nos cartões kanban para controle da produção, e
- Garantias visuais: permitem somente um resultado desejável, como nos dispositivos poka-yokes.

### **2.4.1 Painéis de gestão à vista**

Conforme os ensinamentos de (FEW, 2006), um painel de gestão à vista é uma exibição visual das informações mais importantes e necessárias para alcançar um ou mais objetivos, consolidada e organizada em uma única tela para que as informações possam ser monitoradas à primeira vista.

A informação em um painel de gestão à vista é apresentada visualmente, usualmente como uma combinação de textos e gráficos, mas com ênfase nos gráficos. Painéis são altamente gráficos, pois uma apresentação gráfica, manipulada habilmente, comunica com maior eficiência e riqueza de significado que somente texto.

Para se atingir até mesmo um único objetivo, com frequência precisa-se de acesso a uma coleção de informação que origina-se de diversas fontes relacionadas a várias funções do negócio. Não é um tipo específico de informação, pode ser qualquer informação necessária para a realização do trabalho. A informação necessária pode ser e comumente é um conjunto de indicadores chaves de desempenho, mas outros tipos de informação também podem ser necessários.

A informação deve caber em uma tela única, inteiramente disponível aos olhos para ser vista de uma só vez, à primeira vista. Se você precisa rolar a tela para ver toda a

informação, é porque ultrapassou os limites do painel. O objetivo é ter a informação mais importante prontamente e sem esforço, disponível para que se possa absolver rapidamente o que se precisa conhecer.

A informação deve ser constantemente atualizada em tempo real se os objetivos ao qual servem precisarem de informação em tempo real. No caso de monitoramento de tráfego aéreo usando painéis, deve-se informar imediatamente quando algo está errado. Por outro lado, se o intuito é tomar decisões estratégicas de marketing sobre como aumentar vendas, a informação da última noite, ou talvez do último mês podem atender.

Apesar do fato que a informação sobre quase qualquer coisa poder ser apropriadamente mostrada em um painel, é importante que a mesma seja abreviada na forma de resumos ou de exceções. O motivo disto é porque não se pode monitorar todos os detalhes necessários para o alcance dos objetivos. Um painel deve rapidamente apontar o que merece atenção e pode requerer ação. O mesmo não precisa fornecer todos os detalhes para se tomar medidas, deve-se torná-lo o mais fácil possível para se chegar a essa informação. O painel faz seu trabalho primário transmitindo com não mais que uma olhada que se deve agir, transmitindo qualquer informação adicional necessária para se tomar medidas.

De acordo com Foresti et al. (2006), a visualização da informação aumenta a compreensão da informação, promovendo uma correlação rápida e associações percebidas. Para isso, o design da tela deve apoiar o processo de tomada de decisão: identificar problemas, caracterizá-los e determinar respostas apropriadas. Ele também deve apresentar informações de uma maneira que seja fácil para o usuário processar. Por sua vez, Few (2006) define outros importantes atributos que ajudam na efetividade dos painéis de gestão:

- painéis precisam ser pequenos, concisos, limpos e intuitivos: deve-se adotar mecanismos de exibição que claramente transmitam a mensagem sem tomar

muito espaço.

- painéis precisam ser personalizados: as informações em um painel devem ser adaptadas especificamente aos requisitos de uma determinada pessoa, grupo, de função. Caso contrário, não atenderá a sua finalidade.

A consciência situacional é outro aspecto que pode ser trabalhado através de painéis de gestão à vista. Endsley (1995) argumenta que a consciência situacional pode ser melhorada através do design de interface e a partir de critérios como organização da informação de uma maneira que seja consistente com os objetivos das pessoas, redução da exigência de cálculos pelas pessoas, apresentação de dados de uma maneira que facilite a compreensão e a previsão, e uso de indicadores do estado atual do sistema que ajudem a identificar uma consciência situacional apropriada

Por último, é importante salientar que um painel é um tipo de exibição, uma forma de apresentação, não um tipo específico de tecnologia da informação ou tecnologia.

## **2.5 Controle de processo: automação**

A prática de BPM relacionada à medição, monitoramento e ao controle de processo pode ser viabilizada a partir da automação do processo. A automação de processo possibilita o monitoramento de diversos itens (atividades, eventos, etc.) constantemente. Aquilo que é monitorado, pode ser facilmente medido, e desta forma, indicadores de desempenho podem ser obtidos.

A automação pode ser estendida e possibilitar o controle do processo, isto é, o fluxo do processo pode ser modificado de acordo com regras de negócio pré-definidas. Por exemplo, determinada tarefa pode ser executada automaticamente quando um determinado valor mínimo de desempenho é alcançado.

O controle de processo de disponibilidade pode ser alcançado utilizando-se do conceito de tolerância a falhas.

A tolerância a falhas é uma abordagem que pode ser empregada com o intuito de evitar falhas e pode ser usada como base para entrega da disponibilidade de serviço (TOEROE; TAM, 2012).

As quatro fases de tolerância a falhas (LEE, P. A.; ANDERSON, 2012) são delineadas abaixo para demonstrar como os princípios podem ser aplicados para entrega de disponibilidade de serviço:

- Detecção de erros: antes que qualquer ação seja tomada, a presença de um erro deve primeiro ser identificada.
- Confinamento e avaliação de dano: o nível de danos causados por uma falha é avaliada e, se possível, o efeito do erro deve ser contido, tanto quanto possível.
- Recuperação de erros: é o processo de transformação de um estado de erro em um sem erros detectados no sistema.
- Tratamento de falha e continuação do serviço: se a falha que causa o erro detectado ocorrer, esta pode ser identificada e corrigida, evitando que a mesma falha novamente. Mesmo sem este tratamento de falhas, um sistema pode continuar a prestar o seu serviço. A preocupação fundamental nesta fase é a tentativa de criar uma percepção aos usuários do serviço que o serviço pretendido continua disponível como se nada tivesse acontecido.

O nível de tolerância a falha corresponde a quanto um sistema reage quando uma falha é detectada. Os níveis existentes são (TOEROE; TAM, 2012):

- *fail-operational*: o serviço continua a operar na presença de erros sem perda de funcionalidade ou desempenho;

- *fail-soft*: um serviço continua a operar na presença de erros com degradação de funcionalidade ou desempenho.
- *fail-safe*: o sistema mantém sua integridade e interrompe a operação a que se destina.
- *fail-stop*: o serviço interrompe imediatamente após um mau funcionamento detectado.

Por último, podemos citar a redundância como recurso adicional que protege o serviço em caso de um evento que provoque falha. Desta forma, se este tipo de evento ocorrer, o recurso replicado é usado no lugar. A réplica protege o serviço contra falhas, dando a impressão que o serviço opera de forma ininterrupta mesmo quando há falhas.



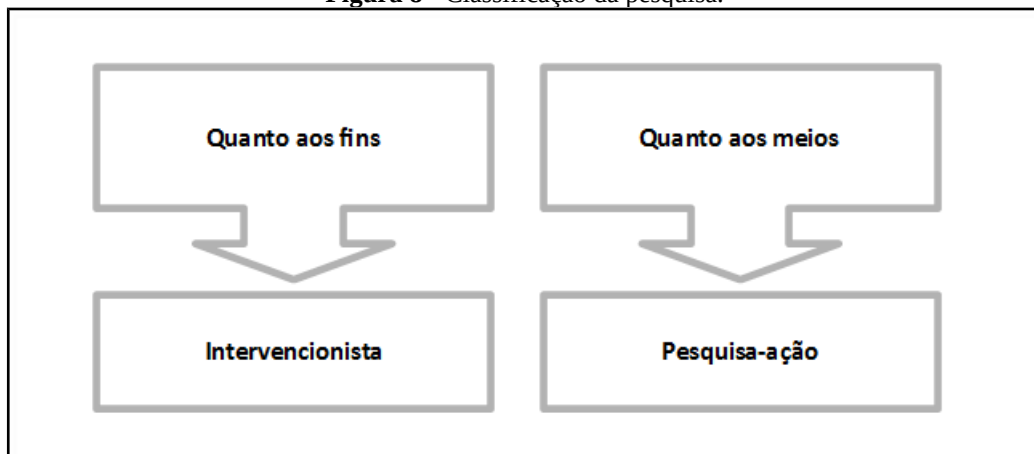
### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho, adotou-se como base a taxionomia apresentada por VERGARA (1997) para classificação da pesquisa e que a qualifica em relação a dois aspectos: quanto aos fins e quanto aos meios (Figura 8).

Quanto aos fins, a pesquisa classifica-se como intervencionista, pois seu principal objetivo é interpor-se, interferir na realidade estudada para modificá-la, não se satisfazendo em apenas explicar. Distingue-se pelo fato de não somente propor resoluções de problemas, mas também de resolvê-los efetiva e participativamente. Neste aspecto, a pesquisa pretende auxiliar gestores a automatizar, monitorar e analisar indicadores de desempenho críticos de processos de disponibilidade em tempo real durante a execução de processos de negócios.

Quanto aos meios, a pesquisa classifica-se como pesquisa-ação, pois supõe intervenção participativa na realidade social.

**Figura 8** - Classificação da pesquisa.



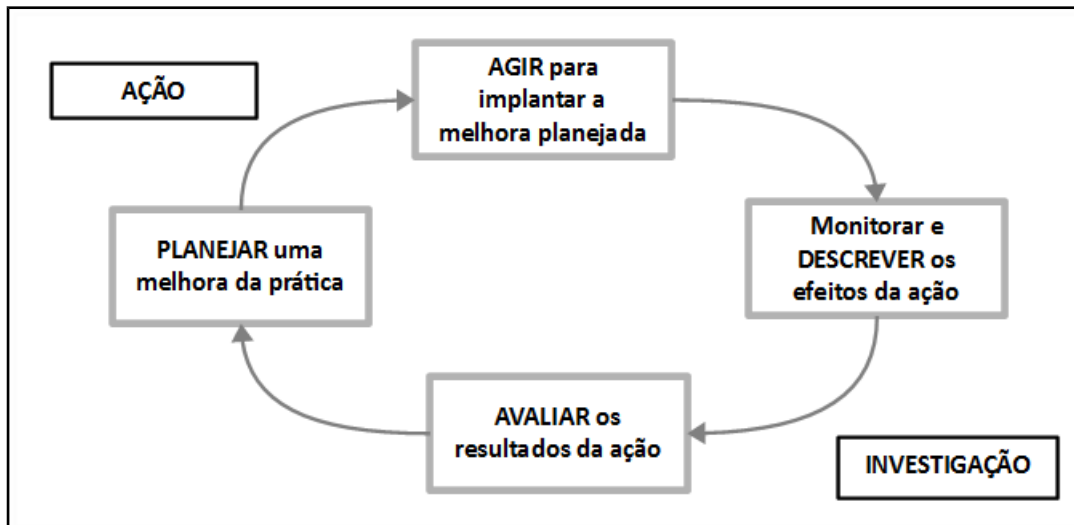
A pesquisa-ação é um método de pesquisa qualitativa que cada vez mais se destaca como estratégia de pesquisa adotada em engenharia de produção. Trata-se de uma estratégia de pesquisa que visa produzir conhecimento e resolver um problema prático (CHP MELLO *et al.*, 2012). A questão da pesquisa relaciona-se com a descrição do desdobramento de uma

série de ações ao longo do tempo em uma dada organização. Segundo Thiollent (2011), a pesquisa-ação trata-se de uma pesquisa de base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos do modo cooperativo ou participativo. Coghlan e Brannick (2014), por sua vez, consideram a pesquisa-ação apropriada quando a questão da pesquisa se relaciona com descrever o desdobramento de uma série de ações ao longo do tempo em um dado grupo, comunidade ou organização.

Para a coleta principal de dados, utilizou-se a observação participante. Segundo Marconi e Lakatos (2010), consiste na participação ou interação real do pesquisador com a comunidade ou grupo. O pesquisador se incorpora ao grupo e exerce influência sobre ele. Por sua vez, de acordo com Coughlan e Coughlan (2002), para o pesquisador, a obtenção dos dados acontece no envolvimento ativo no dia a dia dos processos organizacionais relacionados com o projeto de pesquisa-ação.

A sequência de condução seguida na pesquisa-ação segue um ciclo no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela. Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação. A maioria dos processos de melhora segue o mesmo ciclo. A Figura 9 traz uma representação do ciclo básico do processo de investigação-ação, na qual a pesquisa-ação é tida como uma das muitas diferentes formas (TRIPP, 2005).

**Figura 9** - Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação.



Fonte: Tripp (2005).

As fases da pesquisa-ação estão assimiladas nos procedimentos metodologia adotados e sua relação com os objetivos da pesquisa estão sintetizados no Quadro 4, conforme apresentados no capítulo introdutório.

**Quadro 4** - Síntese dos Procedimentos Metodológicos.

<b>Recursos envolvidos</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Objetivos</b>
Livros e periódicos	Investigar a pesquisa recente no tema através de artigos publicados nos principais periódicos da área e em artigos relacionados ao tema da pesquisa.	OE1

Responsáveis pelo processo. Software Bizagi	Compor detalhadamente a abordagem através da modelagem de um processo de disponibilidade através da modelagem de um processo de disponibilidade do Centro de Tecnologia da Informação da Universidade Federal do Amazonas (CTIC-UFAM) e da definição dos requisitos da abordagem.  Realizar reuniões e discussões, observação participante, análise de documentação e coleta de evidências.	OE2
Dados coletados na etapa anterior Software Zabbix	Validar a abordagem conceitual através de um sistema protótipo para prova de conceito, aplicando o modelo de processo de negócio selecionado.	OE3
Software Zabbix	Demonstrar a geração de indicadores de disponibilidade, com visualização destes de acordo com preferências no escopo do processo de monitoramento de negócios e a aplicação prática de conceitos de gestão a vista.	OE4
Software Zabbix	Aplicar ações de contramedidas automáticas baseadas no reconhecimento de eventos correlacionados.	OE5

**Fonte:** Elaboração própria.

A primeira etapa da pesquisa compreendeu a análise bibliométrica, visando investigar a pesquisa no tema para contextualização e fundamentação da pesquisa. Através do levantamento de artigos nos principais periódicos da área, foram pesquisadas abordagens de automação e geração de indicadores para melhoria de processos de negócios. Estes resultados foram apresentados na revisão da literatura e visam atender ao OE1.

Na etapa de atendimento ao OE2, um processo de negócio relacionada a disponibilidade de serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação foi modelado visando auxiliar na descrição da abordagem. A partir de vulnerabilidades e pontos de

fraquezas observados no processo, descreveu-se onde a abordagem poderia apoiar o processo. Nesta fase, também se definiu um plano de ação associado ao processo de disponibilidade do Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Universidade Federal do Amazonas (CTIC-UFAM).

O CTIC-UFAM foi escolhido como parte desta pesquisa pois os processos relacionados a Tecnologia da Informação e Comunicação representam processos de negócio essenciais no âmbito do governo eletrônico. Esta escolha também se encontra em consonância com o Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização (GesPública) do Governo Federal, cuja finalidade é contribuir para a melhoria da qualidade dos serviços públicos prestados aos cidadãos e o aumento da competitividade do País (BRASIL, 2005). Finalmente, outro aspecto da escolha, foi por a pesquisadora ter acesso e trabalhar como coordenadora responsável pela Coordenação de Infraestrutura do CTIC-UFAM.

O processo selecionado foi descrito utilizando-se a notação Business Process Model And Notation (BPMN). A notação BPMN é mantida pelo Object Management Group (OMG) e fornece uma notação que permite o entendimento por todos os usuários do negócio, de analistas do negócio que criam os rascunhos iniciais dos processos, a desenvolvedores técnicos responsáveis pela implementação dos processos e gerentes de negócio que gerenciam e monitoram estes processos. A BPMN cria uma ponte padronizada entre o desenho e a implementação dos processos (OMG, 2011). A modelagem do processo foi definida utilizando o *software* Bizagi Modeler, escolhido por tratar-se de uma ferramenta gratuita (*freeware*) e por ser reconhecido pela sua facilidade de uso e validação extensa (CHINOSI; TROMBETTA, 2012).

Após a modelagem do processo de disponibilidade, a abordagem foi descrita e os seus requisitos e plano de ação foram detalhados.

Atendendo ao OE3, a aplicação da abordagem no processo alvo ocorreu na forma de

protótipo, utilizando-se como apoio o *software* Zabbix. O Zabbix é um *software* livre que permite o monitoramento em tempo real de milhões de métricas coletadas a partir de dezenas de milhares de servidores, máquinas virtuais e dispositivos de rede (ZABBIX, 2015). A ferramenta é capaz de trabalhar com dados históricos, gráficos, detecção de eventos, execução de tarefas e notificações. A ferramenta Zabbix foi escolhida por possuir simplicidade de gerenciamento, boa capacidade de apoio à gestão à vista, pelo software receber constantes atualizações de sua comunidade, e por tratar-se de uma ferramenta gratuita, favorecendo sua adoção dentro de uma instituição pública.

Na etapa seguinte e em atendimento ao OE4, é demonstrada a geração de indicadores em tempo real, empregando seleção visual de acordo com preferências no escopo do processo de monitoramento de negócios.

A última etapa da pesquisa visa aplicar ações de contramedidas automáticas baseadas no reconhecimento de eventos correlacionados, atendendo ao OE5.

### **3.1 Modelagem do processo de disponibilidade**

A modelagem de processo é uma atividade onde se representa os processos de uma organização através de modelos, utilizando metodologias e técnicas.

Uma das formas de se modelar um processo é utilizando a notação BPMN. A notação BPMN ganhou atenção nos últimos anos na indústria e na pesquisa e hoje pode ser considerada como um padrão de facto para a modelagem de processos (RECKER, 2010; ZUR MUEHLEN; RECKER, 2008).

Um elemento chave na notação é a escolha de formas e símbolos utilizados para os elementos gráficos identificados, de tal forma que cria uma linguagem visual padrão. A notação permite aos usuários expressar diagramas de processo utilizando elementos gráficos,

formas e marcadores (OMG, 2011).

Após um diagnóstico junto a equipe responsável pelo processo de disponibilidade do CTIC-UFAM, modelou-se o estado do processo com a aplicação da abordagem e o estado original para destaque dos pontos de fraqueza que a aplicação da abordagem trabalhou. Ambas modelagens se encontram no APÊNDICE A e APÊNDICE B, respectivamente.

Os aspectos priorizados na modelagem do processo original foram: quais atividades realizadas (tarefas), a sequência entre estas tarefas, o caso feliz do processo e as condições que levam a cenários alternativos. O desenho do processo com a aplicação da abordagem foi realizado para evidenciar os pontos de melhoria do processo.

### 3.2 Detalhamento da abordagem

A abordagem foi estruturada para suportar os seguintes requisitos:

- (R.1) gerar indicadores relacionados ao processo de disponibilidade;
- (R.2) suportar o conceito de Gestão à Vista;
- (R.3) possuir nível de automação satisfatório;

A aplicação destes requisitos associada aos pontos de fraqueza do processo alvo está sintetizada no Quadro 5.

**Quadro 5** - Pontos de fraqueza do processo alvo e composição da abordagem.

<b>Ponto de fraqueza do processo</b>	<b>Requisito proposto</b>	<b>Impacto esperado</b>	<b>Prática BPM</b>
Cálculo de indicadores de disponibilidade impreciso e inviável, pois para obtê-lo é necessário checar toda a infraestrutura manualmente.	R.1 Gerar indicadores chaves de desempenho.	I.1 Cálculo de indicadores possibilitada pelo monitoramento do processo.	ME
Indisponibilidade detectada após reclamações ou após	R.2 Aplicar Gestão à Vista.	I.2 Conhecimento da indisponibilidade detectada	MO

vários itens serem afetados e consequentemente percebidos pelos responsáveis.		imediatamente.	
Quantidade maior de tarefas manuais executadas para descobrimento de itens afetados e possíveis causas.	R.2 Aplicar Gestão à Vista.	I.3 Causa da indisponibilidade evidenciada em menos tempo.	MO
Ocorrência de indisponibilidade de serviço em casos ocasionada pela previsível diminuição gradativa de recursos necessários para o funcionamento do serviço.	R.2 Aplicar Gestão à Vista.	I.4 Detecção antecipada de situações de degradação e consequente indisponibilidade do serviço antes da parada obrigatória do serviço.	MO
Tarefas manuais de correção realizadas repetidas vezes em situações passíveis de automação.	R.3 Automatizar o processo.	I.5 A automatização da correção evita ou diminui o tempo de indisponibilidade do serviço.	C

**Legenda:** ME - Medição; MO - Monitoramento; C - Controle.

O requisito de gerar indicadores (R.1) é a possibilidade de a partir do monitoramento de processo de disponibilidade, obter os indicadores associados para medição dos processos de disponibilidade. Dentre os indicadores chaves de processo, destacam-se o indicador de disponibilidade e o indicador de confiabilidade, cujo modelos de cálculo foram buscados na literatura.

Dentro do cenário definido, o requisito de suporte a Gestão à Vista (R.2) visa agilizar a circulação de informações através de uma comunicação acessível a todos do ambiente de trabalho. Neste ponto, foi definido o uso de indicador visual através do emprego de painéis visuais (quadros de gestão) para fácil entendimento das informações exibidas. Estes painéis devem ser atualizados constantemente, visando assegurar o valor das informações para que as decisões sejam tomadas a tempo e corretamente. Para isto, também se definiu o uso de sinalizador visual para evidenciar alertas de indisponibilidade. Finalmente, foi definido o uso de controle visual através de imagens da estrutura monitorada associada as respectivas



demandas, permitindo a adequação e o remanejamento de recursos humanos de acordo com a demanda.

Por último, para o requisito de possuir nível de automação satisfatório (R.3), definiu-se o uso de scripts para controle do processo. A partir do monitoramento do processo e da detecção de eventos indesejáveis, o fluxo do processo de disponibilidade é alterado para automaticamente adequar-se as regras de negócio pré-definidas. Isto deve ocorrer a partir da programação de *triggers* (gatilhos) para tratamento destes eventos indesejáveis e restauração do serviço.

### **3.3 Aplicação do modelo proposto**

O acompanhamento do processo, para verificação e comparação de desempenho do processo em relação ao dia anterior ou averiguação de até que ponto as metas foram cumpridas, necessita do emprego de sistemas de informação aptos a acompanhar a disponibilização do serviço e de seus respectivos componentes.

O processo de disponibilidade de serviço pode ser acompanhado por meio de um PPMS, isto é, de um sistema de medição de desempenho de processo. Dentro deste contexto, é importante destacar que o serviço de disponibilidade se caracteriza pela associação de diversas tecnologias da informação que disponibilizam o serviço oferecido. Dada as características deste tipo de serviço, se faz necessário o uso de software capaz de acompanhar os diversos componentes que definem o serviço. Por exemplo, a disponibilização de um serviço web, requer componentes que vão desde a infraestrutura física (hardware) até a configuração de infraestrutura lógica (software).

O software Zabbix verificou-se na pesquisa como apropriado para acompanhamento do processo alvo. Além dos pontos citados anteriormente na pesquisa como simplicidade de

gerenciamento, boa capacidade de apoio à gestão à vista e gratuidade (favorecendo sua adoção dentro de uma instituição pública), o software se mostrou aderente ao processo pois se mostrou capaz de acompanhar o processo de disponibilidade de serviços de T.I. satisfatoriamente.

O relacionamento deste com o processo alvo e os requisitos selecionados foi verificado através dos pontos indicados no Quadro 6.

**Quadro 6** - Aspectos da ferramenta de PPMS associados aos requisitos definidos.

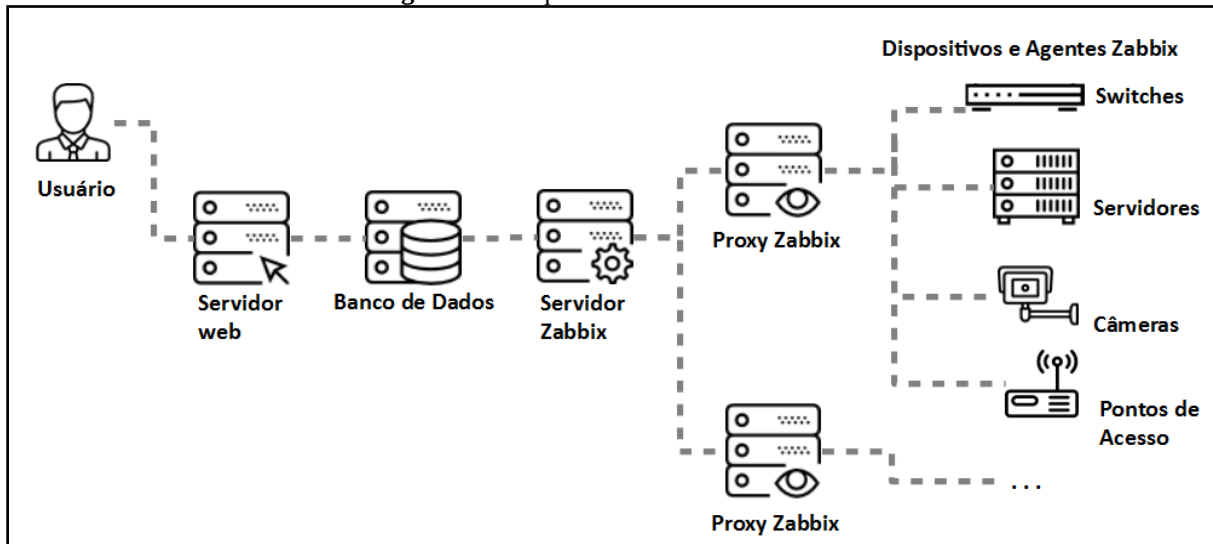
Pontos de apoio da ferramenta	Requisito	Prática BPM
Visualização dos indicadores de desempenho em tempo real através de painéis de gestão.	R.1 Gerar indicadores. R.2 Apoiar gestão a vista (indicador visual).	ME
Visualização da estrutura através de mapas.	R. 2 Apoiar gestão a vista (indicador visual).	MO
Geração de relatórios de médio a longo prazo.	R.1 Gerar indicadores.	ME
Alarme sonoro e visual de indisponibilidade imediata ou de situação que leve a indisponibilidade.	R.2 Apoiar gestão a vista (sinal visual).	MO
Adaptação da atividade humana pois possibilita o conhecimento de pontos de concentração de demanda, permitindo remanejamento de recursos	R.2 Apoiar gestão a vista (controle visual).	MO
Recuperação de erros através do uso de scripts programáveis para restauração de serviço.	R.3 Permitir automação do processo.	C

**Legenda:** ME – Medição; MO – Monitoramento; C – Controle.

O Zabbix é um software que pode ser definido como um sistema de monitoramento distribuído com uma interface web centralizada. A arquitetura Zabbix para grandes ambientes é composto de três diferentes componentes: servidor web, um servidor Zabbix, um servidor de bando de dados relacional. A infraestrutura completa permite dois outros atores: agentes Zabbix e proxies Zabbix (VACCHE; LEE, S. K., 2013). Um exemplo dessa arquitetura é apresentado na Figura 10. O servidor Zabbix solicita dados do proxy Zabbix e este por sua

vez solicita os dados de todos os agentes Zabbix conectados a ele, todos os dados são armazenados em um banco de dados relacional dedicado, e o *frontend* é exposto através de uma interface web para os usuários.

**Figura 10** - Arquitetura do software Zabbix.



No software são configurados os itens de relevância para o monitoramento. Cada serviço oferecido é composto por unidades de monitoramento denominadas *hosts*. Cada serviço pode ser composto de um ou mais *hosts*. No caso estudado, temos os serviços apresentados no Quadro 7.

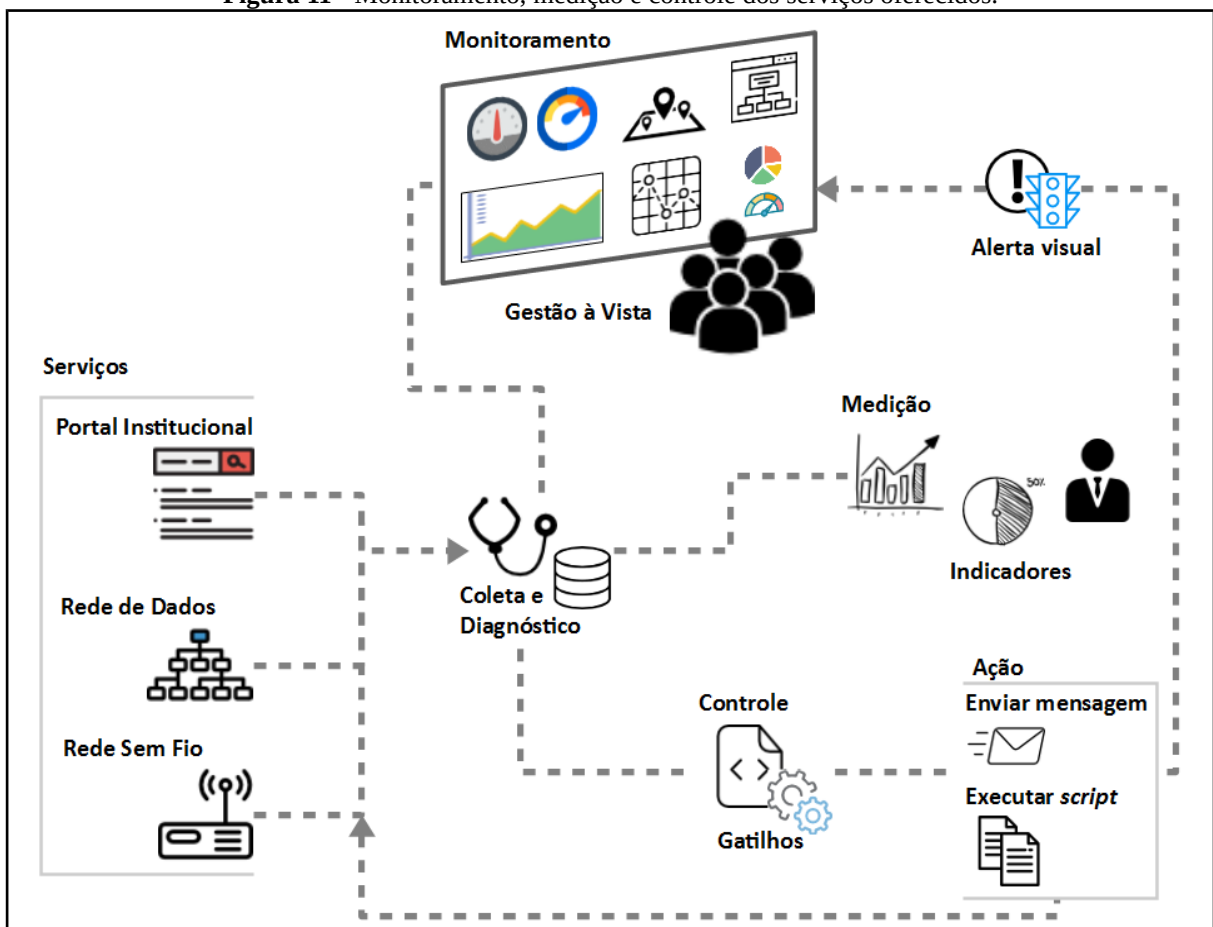
**Quadro 7** - Exemplo de serviços monitorados.

Grupo de serviço	Serviço	Descrição
Sites e Sistemas	Portal institucional	Site principal que reúne informações de interesse geral, como notícias sobre eventos acadêmicos, lançamento de editais, informes administrativos, etc.
	Portal acadêmico	Site que possibilita o acesso da comunidade as informações pertinentes ao processamento de matrícula, histórico escolar, lançamento de notas, disciplinas oferecidas, etc.
	Correio eletrônico	Sistema que possibilita comunicação via e-mail.
Infraestrutura	Rede de dados	Infraestrutura de comunicação interna

		(intranet) e externa (internet).
	Rede sem fio	Infraestrutura de comunicação sem fio que permite a transmissão de dados e informações sem a necessidade do uso de cabos.
	Vigilância eletrônica	Infraestrutura de câmeras para vigilância patrimonial.
Datacenter	Virtualização	Sistema de virtualização responsável por viabilizar o funcionamento dos servidores do datacenter.

O relacionamento dos serviços monitorados com a prática de monitoramento, medição e controle é apresentado na Figura 11.

**Figura 11** - Monitoramento, medição e controle dos serviços oferecidos.



### 3.3.1 Geração de indicadores de desempenho

O monitoramento dos componentes de cada serviço permite a recuperação de dados utilizados na medição de desempenho do processo. Os valores de MTBF e MTTR são dois dos valores utilizados no cálculo, e que podem ser obtidos para um dado intervalo de tempo.

É importante salientar que o tempo de atividade (MTBF) por si só não é sinônimo de disponibilidade. A disponibilidade deve ser calculada fim a fim, isto é, todos os componentes necessários para executar o serviço devem estar disponíveis (VACCHE; LEE, S. K., 2013). Desta forma, configuraram-se todos os componentes dos serviços oferecidos como requisito de cada serviço para a medição de disponibilidade. Por exemplo, para o serviço “Portal institucional” é necessário que componentes como servidores físicos do datacenter (hardware), rede de dados, bem como alguns sistemas associados estejam também disponíveis para que serviço em questão seja considerado disponível.

Os valores de disponibilidade de cada serviço no software ajudam a compor um Acordo de Nível de Serviço (*Service Level Agreement*, SLA). O propósito de um SLA é identificar compromissos de serviço do prestador e do cliente no limite de suas responsabilidades (LARSON, 1998). Desta forma, cada item de disponibilidade pode ser verificado dentro de um SLA.

Por último, com os indicadores definidos e a partir dos dados de monitoramento obtidos, é possível calcular o principal indicador chave de desempenho definido, isto é, a disponibilidade do serviço.

### 3.3.2 Controle do processo.

A composição do controle do processo de disponibilidade ocorreu a partir da

utilização de gatilhos (triggers). Um gatilho é utilizado para definir limiares do que é considerado um problema.

O fator mais importante de um gatilho (trigger) é a sua expressão. Deve-se especificar o que está sendo checado e para quais condições. A expressão pode variar de simples a complexa. Associada à expressão, uma classificação de severidade do evento gerador do gatilho deve ser escolhida, podendo ser baixa, normal ou alta severidade. Depois de configurados os gatilhos, estes geram eventos automáticos, que por sua vez, são postos em prática por ações.

Eventos são gerados sempre que um gatilho muda de estado. Um gatilho pode estar em um dos seguintes estados (OLUPS, 2016):

- OK: estado normal quando a expressão do gatilho é avaliada para falsa.
- PROBLEM: ocorre quando a expressão do gatilho é avaliada como verdadeira.
- UNKNOWN: estado quando o Zabbix não pode avaliar a expressão do gatilho.

Se uma condição é alcançada, como uma temperatura muito alta, uma disponibilidade de espaço em disco muito baixa ou um servidor *web* não funcionando podem-se executar ações como enviar uma mensagem, abrir um *ticket* em algum sistema de *helpdesk*, executar scripts personalizados ou executar comandos remotos.

Outro exemplo diz respeito ao serviço “Portal institucional”, onde foi possível verificar se o mesmo encontrava-se no ar, isto é, disponível para seus usuários. Mais detalhadamente, para o site estar ativo, este depende de componentes como o próprio servidor *web* e o servidor de banco de dados associado. Para ser considerado inativo, os mesmos não podem deixar de responder por mais de 5 minutos, que é uma margem de segurança considerada contra falsos positivos.

A contramedida simples e aplicável é o reinício dos componentes, visto que a

instituição não possui cenário que requeira fornecimento de serviços de T.I. considerado de alta disponibilidade, isto é, que precisam funcionar em 99,99% do tempo.

### **3.4 Coleta de Dados**

Os dados expostos nesta pesquisa foram obtidos a partir de coleta de fontes primárias e secundárias. Os dados primários foram coletados através de observação participante, por meio de discussões e reuniões com os responsáveis pelo processo de disponibilidade. Para os dados secundários foi realizada pesquisa bibliográfica, análise de documento e registros de arquivos.

Como responsável pela Coordenação de Infraestrutura, a pesquisadora desempenhou desde o ano de 2011 o papel de coordenar a equipe responsável por gerir a rede de dados, o datacenter da instituição e as respectivas soluções relacionadas a conectividade, processamento e armazenamento de dados e a garantia da disponibilidade dessas soluções.

Dentre as atividades exercidas, destacou-se:

- planejamento do fluxo de atividades e processos do setor;
- mapeamento de demandas para criação de plano de ação para alcance das metas;
- divisão de atividades e definição de responsabilidades;
- acompanhamento e análise dos indicadores da área;
- orientação e avaliação funcional;
- elaboração e implantação de procedimentos;
- aprovação de resultados a partir de análise crítica, e
- tomada de decisão de acordo com o levantamento de dados.

Desta forma, junto aos colaboradores da Coordenação de Infraestrutura do CTIC/UFAM, a coleta de dados ocorreu através de reuniões onde se definiu a aplicação do

plano de ação para atendimento dos requisitos definidos. Utilizou-se também análise de documentos e registros de arquivos. O plano de ação foi definido e coordenado pela pesquisadora, onde as diversas atividades desempenhadas para o alcance dos requisitos junto à equipe responsável pelo processo estão exemplificadas no Quadro 8.

**Quadro 8** - Atividades desempenhadas para o alcance dos requisitos.

<b>Atividades realizadas pela pesquisadora</b>	<b>Atividades realizadas pela equipe</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecimento dos parâmetros a serem atendidas pela ferramenta.</li> <li>• Realização de testes com a ferramenta.</li> <li>• Avaliação do atendimento dos requisitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação de ferramenta.</li> <li>• Realização de testes com a ferramenta.</li> <li>• Escalonamento do desempenho da ferramenta.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de responsabilidades.</li> <li>• Realização reuniões quinzenais com a equipe para acompanhamento das tarefas.</li> <li>• Averiguação do funcionamento correto da ferramenta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalação agentes zabbix nos servidores.</li> <li>• Configuração de componentes e scripts.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição das informações visuais.</li> <li>• Criação de telas, mapas e gráficos.</li> <li>• Atualização de telas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação de telas, mapas e gráficos.</li> <li>• Atualização de telas.</li> <li>• Sugestão de informações visuais.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição itens de monitoramento a serem coletados de relevância para o processo.</li> <li>• Definição indicadores gerados, alinhados ao planejamento de T.I.</li> <li>• Refinamento de dados que compõem os indicadores de disponibilidade (SLA).</li> <li>• Acompanhamento e análise de indicadores criados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coleta de dados diversos a respeito dos dispositivos envolvidos nos serviços de T.I.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração e implantação de procedimentos de uso da gestão à vista.</li> <li>• Planejamento do fluxo de atividade.</li> <li>• Realização de diagnósticos dos procedimentos.</li> <li>• Definição de alertas úteis para o processo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sugestão e contribuir com melhorias nos procedimentos.</li> <li>• Configuração alertas úteis para o processo.</li> <li>• Configuração de severidade dos serviços.</li> </ul>



- Definição de severidade dos serviços.

Os serviços a serem monitorados e seus respectivos níveis de detalhamento também foram definidos baseados na experiência da pesquisadora como coordenadora e em sua interação com os membros da equipe, conforme detalhado no Quadro 9. Cada um dos itens a serem monitorados vislumbrou-se como sendo relevante para a melhoria da disponibilidade dos serviços oferecidos, através do apoio da gestão a vista, do controle de inventário, controle de versão, da geração de indicadores, dentre outros. Salienta-se que o monitoramento de determinados serviços foram adaptados ao longo do desenvolvimento para atender a dinâmica do processo.

**Quadro 9** - Detalhamento dos serviços monitorados.

<b>Grupo de serviço</b>	<b>Serviço</b>	<b>Itens a serem monitorados</b>
Sites e Sistemas	Portal institucional	Alteração de arquivos. Acompanhamento das versões do CMS. Número de requisições. Status do serviço HTTP. Conectividade de rede.
	Portal acadêmico	Status do serviço HTTP. Conectividade de rede.
	Correio eletrônico	Status dos serviços SMTP, LDAP, IMAP, POP. Conectividade de rede.
	Outros	Status de seus respectivos serviços. Conectividade de rede.
Infraestrutura	Rede de dados	Tráfego de rede nos enlaces ( <i>throughput</i> ). Latência da rede. Localização física dos switches e interligação lógica e física entre os mesmos.
	Rede sem fio	Número de clientes por ponto de acesso, versão de firmware, potência do sinal, canal, SSID entregue.

		Marca, modelo Localização física.
	Vigilância eletrônica	Marca, modelo, versão de firmware. Localização física de câmeras.
	Servidores de rede	Status dos serviços de DNS, NTP, DHCP. Número de usuários na rede.
Datacenter	Virtualização	Sistema operacional e versão. Armazenamento total e atual, processamento total e atual, e memória total, livre e em uso. Conectividade.
	Servidores físicos e <i>storage</i>	Conectividade. Alertas. Processamento e memória em uso. Armazenamento total e atual.
	Equipamentos de apoio (nobreaks, condicionados de ar, sensores).	Alertas de componentes. Conectividade.

Por último, a partir da análise de um processo de disponibilidade, despreendeu-se a identificação de pontos no processo onde a aplicação dos requisitos propostos pudessem promover melhorias, impactando positivamente no processo. Estes pontos foram trabalhados pela abordagem. Os resultados dessa análise estão descritos no capítulo seguinte.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levando-se em consideração as necessidades de alinhamento dos processos com requisitos de conformidade apontadas por Birukou *et al.* (2010) e Giblin, Müller, S. e Pfitzmann (2006), buscou-se alinhar os requisitos definidos na pesquisa com o processo de disponibilidade de serviços de T.I. mantido pela Coordenação de Infraestrutura do CTIC/UFAM utilizando a metodologia de pesquisa-ação. Através da interação do pesquisador juntamente com os responsáveis pelo processo, pode-se alcançar os resultados a seguir. Foram realizadas atividades tais como observação participante, reuniões, análise de documentos existentes, bem como registros de arquivos. Os resultados foram atingidos em três fases, com a segunda e terceira possuindo ações que ocorreram em paralelo. Os resultados são apresentados de acordo com o detalhamento a seguir.

### 4.1 Resultados: primeira fase

A implantação da abordagem através da ferramenta Zabbix ocorreu primeiramente na forma de protótipo, que compreendeu a verificação mínima da ferramenta com os requisitos definidos. Para verificação desse atendimento, foram cadastrados na ferramenta cerca de 50 (cinquenta) servidores virtuais e 53 (cinquenta e três) switches de rede, totalizando aproximadamente 103 (cento e três) pontos de monitoramento (*hosts*). Os servidores virtuais viabilizam diversos serviços de TI na rede, que possibilitam desde acesso à Internet até acesso aos portais web e demais sistemas da instituição. Por sua vez, os switches de rede são equipamentos responsáveis pelo apoio a rede cabeada no campus universitário, permitindo o tráfego de dados entre os diversos prédios do campus e o datacenter da instituição. Esta rede de dados é formada por uma arquitetura de interligação (topologia) em anel, havendo uma rede em anel no Setor Norte e outra no Setor Sul do campus universitário.

O monitoramento primário dos 103 *hosts* constitui-se em verificar se estes serviços estavam acessíveis por meio de um protocolo de rede conhecido como *The Internet Control Message Protocol* (ICMP). Essa verificação foi composta de um valor de limiar aceitável de perda de dados. Quando este limiar atinge perda de pelo menos 3 (três) pacotes de dados, o sistema indica indisponibilidade do *host* através do acionamento de um gatilho. Nesta fase, todos os *hosts* possuíam nível de severidade normal. O gatilho aciona o nível de severidade atribuído e uma notificação alertando a indisponibilidade do *host* é exibida para os colaboradores.

O monitoramento de processo visa, principalmente, verificar a situação do mesmo com cuidado, a fim de descobrir algo a respeito (KUNG *et al.*, 2005). Desta forma, uma informação essencial para o acompanhamento mais efetivo de chamados relacionados aos serviços de rede de dados é a capacidade de conhecer a disponibilidade somada à localização física exata do equipamento.

Na gestão à vista é importante que a estimulação dos sentidos humanos ocorra a partir de informação de qualidade, isto é, informação necessária, pertinente, correta, imediata, fácil de entender e estimulante (GREIF, 1991). Assim, foi trabalhada a gestão à vista através da melhoria da informação no processo, possibilitando o conhecimento da localização dos switches de rede através da planta do campus universitário (Figura 12). Além da localização em si, possibilitou-se o acompanhamento visual da interligação destes dispositivos entre si, isto é, o caminho até chegar ao datacenter. Neste ponto, o controle visual no ambiente de trabalho é importante pois ajuda a responder perguntas centrais (o que? onde? quando?) (GALSWORTH, 1997), e, por meio das informações obtidas, foi possível o acompanhamento da integridade dos anéis de dados.



De acordo com os ensinamentos de Few (2006), a informação visual de um painel de gestão à vista deve ser trabalhada para caber em uma tela única, inteiramente disponível aos olhos para ser vista de uma só vez, à primeira vista. Desta forma, nesta primeira fase, a gestão à vista foi aplicada utilizando-se 2 (dois) painéis visuais. Nos painéis, foi exposta a informação visual da rede de dados associada às plantas do campus e utilizaram-se dois painéis com o intuito de mostrar cada mapa de forma clara, expondo no primeiro painel as informações pertinentes ao Setor Norte e no segundo painel ao Setor Sul. Por conseguinte, como o uso dos painéis deve satisfazer ao objetivo ao qual se pretende (FEW, 2006), a informação foi atualizada em tempo real, informando imediatamente aos responsáveis pelo processo quando algo estava errado nos anéis Setor Norte e Setor Sul.

Nesta fase inicial, conseguiu-se alcançar parcialmente o requisito de monitoramento (R.2), uma vez que os dados de disponibilidade passaram a ser coletados e apresentados aos colaboradores através de alertas de indisponibilidade na rede de dados. Também conseguiu-se atingir parcialmente o requisito de geração de indicadores (R.1), pois armazenou-se os tempos de disponibilidade e indisponibilidade para posterior consulta dos indicadores dos cerca de 103 *hosts* associados aos serviços essenciais de T.I. e da rede de dados. Uma vez que, nesta fase, nem todos os serviços estavam sob monitoramento, considerou-se apenas o atingimento parcial dos dois requisitos supracitados. Com a efetividade do método demonstrada e a evidenciação do potencial atingimento dos requisitos, seguiu-se para a fase seguinte.

## **4.2 Resultados: segunda fase**

Na segunda fase, expandiu-se os grupos de monitoramento e a quantidade de *hosts* por grupo, de forma a permitir que os responsáveis do processo pudessem ter uma melhor

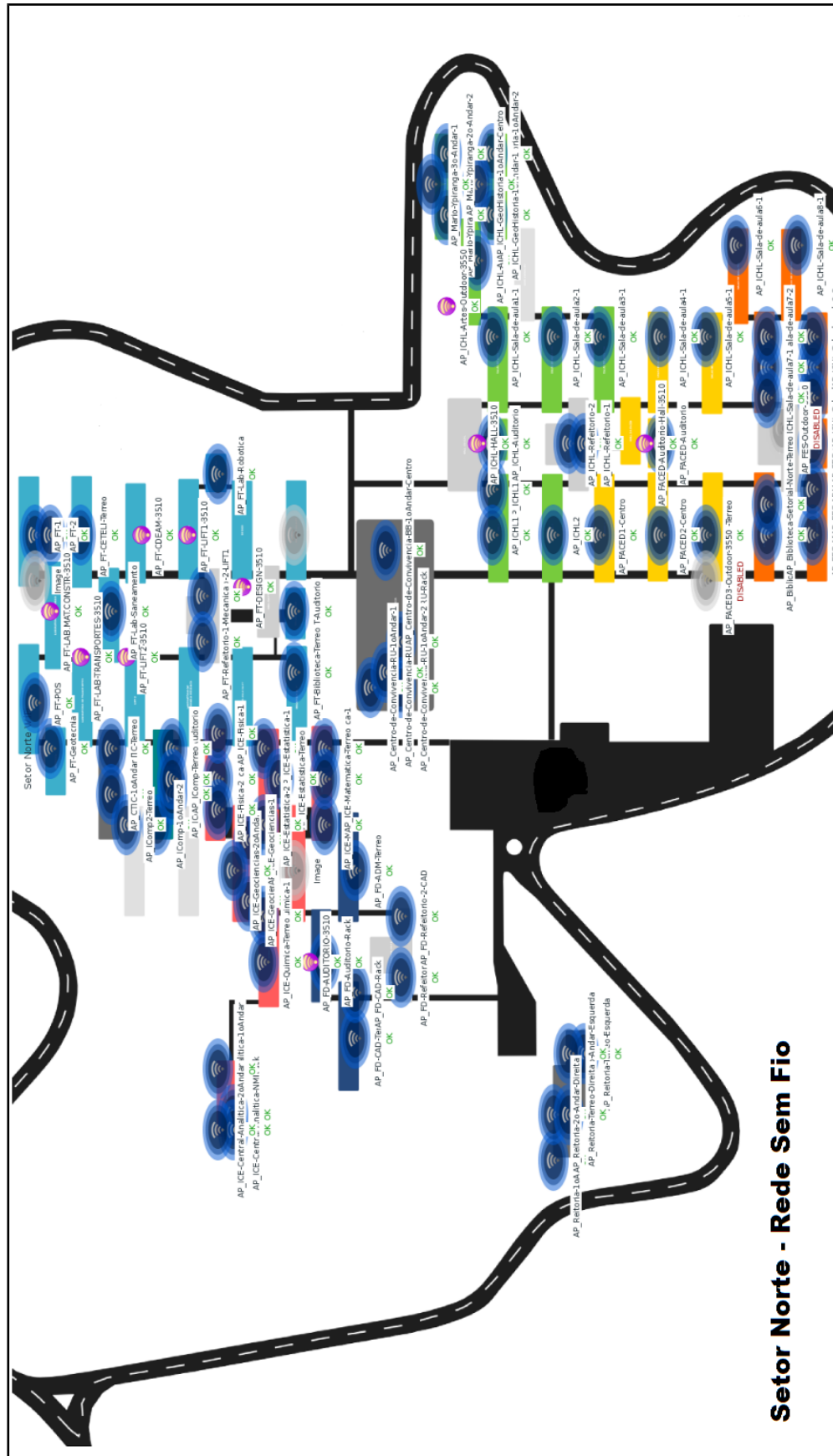
visão do estado atual do processo.

Conforme explicado em Eckerson (2010), dentre outras características, uma métrica de desempenho precisa ter acurácia e ser referenciável. Ambas características possuem papel fundamental pois levam os usuários a confiar nas métricas de desempenho geradas. Alinhado a este pensamento, o aumento de detalhamento no monitoramento possibilitou maior acurácia para os indicadores, uma vez que para se afirmar que determinado serviço está disponível, é necessário que todos os componentes associados a este também estejam.

Outra característica apontada por Eckerson (2010) é o alinhamento e a relevância de uma métrica. O alinhamento diz respeito a métrica estar em sintonia com os objetivos, enquanto que a relevância diz respeito a ser útil para o fim a que se destina. Ambas as características foram aplicadas gerando-se conhecimento a respeito da disponibilidade dos serviços e auxiliando os responsáveis pelo processo. Desta forma, nesta fase, os seguintes grupos foram acrescentados ao monitoramento: servidores físicos, servidores de telefonia, câmeras de vigilância e rede sem fio. Foram realizadas ainda as seguintes melhorias: aumento do número de servidores virtuais, agrupamento destes de acordo com o sistema operacional, tipo de aplicação, etc. Nesta etapa, a quantidade total de *hosts* monitorados saltou para cerca de 233 (duzentos e trinta e três) *hosts*.

Para os grupos de rede sem fio e câmeras de vigilância, também se estendeu a proposta de mapeamento destes dispositivos dentro da planta do campus universitário, conforme demonstrado na Figura 13 e Figura 14.

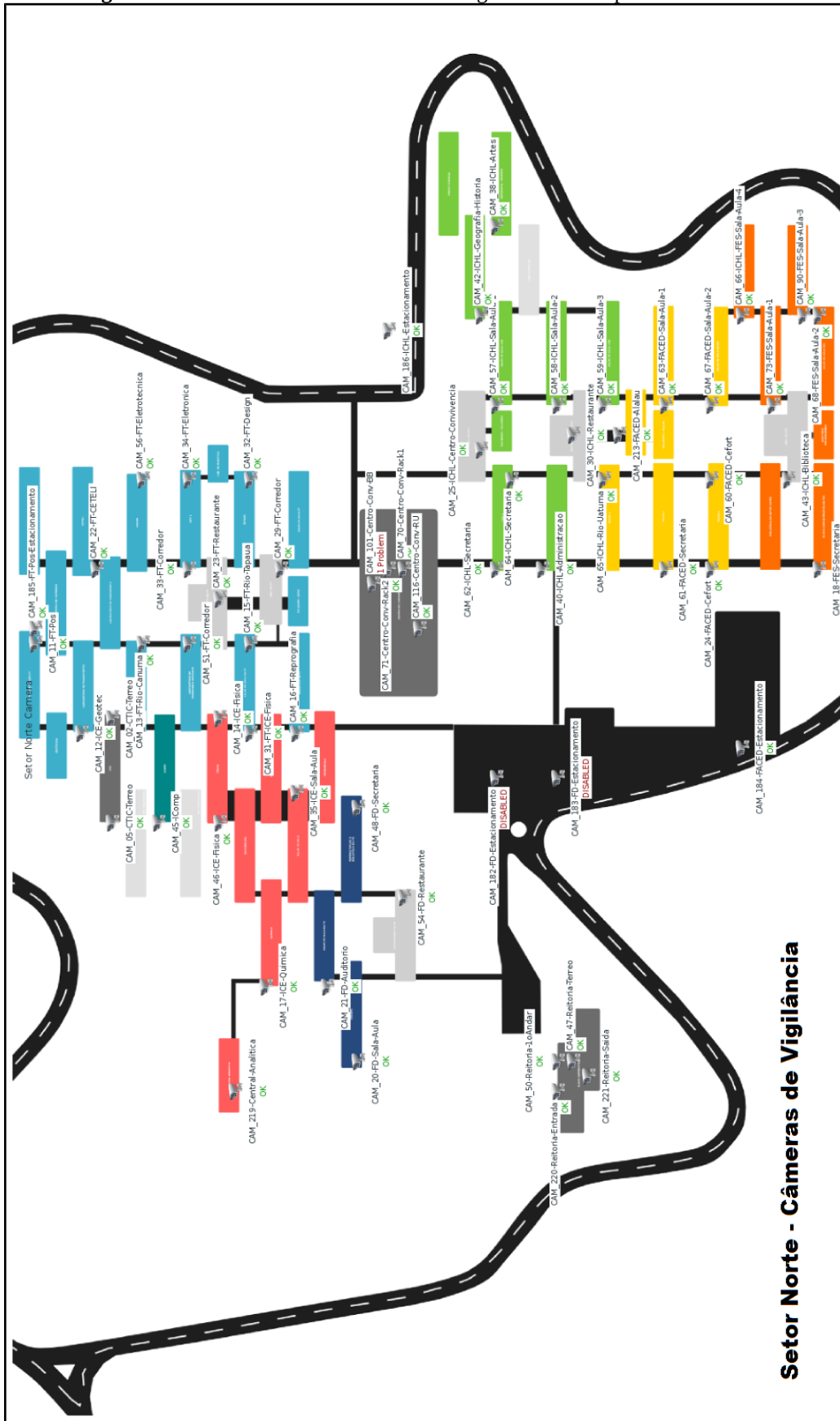
Figura 13 - Monitoramento de rede sem fio de parte do campus universitário.



Setor Norte - Rede Sem Fio



Figura 14 - Monitoramento de câmeras de vigilância do campus universitário.



Com o aumento do monitoramento dos serviços de T.I., precisou-se realizar algumas adaptações com relação à Gestão à Vista. Neste ponto, os responsáveis pelo processo de disponibilidade eram encarregados pelo monitoramento geral dos serviços através da ferramenta, ou seja, sem restrição ou delimitação de tipo de serviço para acompanhamento. Após alguns meses, entretanto, constatou-se prejuízos para a gestão à vista, uma vez que o acompanhamento realizado por todos não era realizado com a devida atenção. De acordo com Hrebiniak (2009), trata-se de uma situação bastante comum, especialmente nas organizações que tentam se adaptar a uma mudança rápida ou ampla. A explicação para isto é que quando muitas pessoas e habilidades são convocadas para enfrentar um problema, a responsabilidade generalizada geralmente se torna confusa com o tempo. Dessa forma, todos são responsáveis; todos devem se preocupar com o problema. No entanto, o problema nunca é solucionado quando todos são responsáveis e ninguém é responsabilizado. A ocorrência dominante ou difunda desse tipo de problema relacionado com a responsabilidade evidenciou-se durante a pesquisa. Para superar esse desafio apresentado, foram adaptadas duas formas de gerir o fator humano. Passou-se a dividir o monitoramento em grupos de tipo de serviço e associar as responsabilidades por estes grupos a cada membro da equipe. Desta forma, embora primariamente todos fossem responsáveis por verificar os alertas de indisponibilidade, houve a responsabilidade individual. Com isto, observou-se a obtenção de melhores resultados no processo.

### **4.3 Resultados: terceira fase**

A terceira fase ocorreu em parte paralelo da segunda fase e focou em aperfeiçoar os dados coletados, de forma a converter isto em melhorias para o processo, apoiando assim os requisitos definidos pelo trabalho.

A padronização das métricas geradas foi um fator crítico em virtude da diversificação de tecnologias administradas e do conseguinte volume de dados gerados. A padronização é uma das características elencadas por Eckerson (2010) que tornam uma métrica de desempenho bem construída. Durante esta fase, aumentou-se o grau de granularidade dos dados obtidos, através do uso do protocolo de rede *Simple Network Management Protocol* (SNMP). O protocolo SNMP é um protocolo padrão de Internet para gerenciamento de dispositivos em rede IP. Passou-se a coletar dos dispositivos monitorados (switches, câmeras e pontos de acesso sem fio) dados fornecidos através do protocolo de rede SNMP. Com isto, obteve-se informações detalhadas a respeito dos dispositivos monitorados tais como marca e modelo, quantidade de dados transmitidos (tráfego), versões de *firmware* instalada. Todas estas informações contribuíram de alguma forma com a melhoria do processo de disponibilidade. Pode-se conhecer, por exemplo, o estado de disponibilidade do *link* entre os switches de rede participantes dos anéis ópticos.

De acordo com Foresti *et al.* (2006), a visualização da informação aumenta a compreensão da informação, promovendo uma correlação rápida e associações percebidas. Para isso, o design da tela deve apoiar o processo de tomada de decisão: identificar problemas, caracterizá-los e determinar respostas apropriadas. Ele também deve apresentar informações de uma maneira que seja fácil para o usuário processar. Desta forma, gráficos de tráfego de rede foram definidos visando, entre outras possibilidades, a correlação visual de eventos e de indicadores (Figura 15). Por exemplo, no caso de problemas evidenciados em um serviço secundário e detectado imediatamente no serviço principal (onde há uma relação de dependência do secundário com o principal), permite-se tratar uma situação de indisponibilidade de forma mais precisa.

Figura 15 - Gráfico de tráfego de rede de diferentes hosts.



A definição de uma estratégia de gerenciamento de capacidade e disponibilidade é determinada pelos recursos apropriados a se gerenciar e pelos aspectos de um sistema de serviço que afetam a disponibilidade de serviço e que podem ser medidos, monitorados, analisados e gerenciados (TEAM, 2011). Informações a respeito dos recursos empregados no processo de disponibilidade são fundamentais para a definição de estratégias de gerenciamento. Desta forma, dados obtidos automaticamente a respeito dos equipamentos que apoiam o processo de disponibilidade, como marca, modelo e quantidades possibilitaram um controle de inventário efetivo e, por conseguinte, um melhor planejamento de aquisições. Dados como versão de *firmware* possibilitaram melhores práticas no processo de disponibilidade como o controle de versões de software (Figura 16) através de atualizações frequentes dos dispositivos, promovendo desta maneira a manutenção preventiva dentro do processo.

**Figura 16 - Controle de versão de servidores e de câmeras de vigilância.**

The image shows two screenshots of a host inventory management interface. The top screenshot, labeled 'Host inventory 1', shows a filter for 'OS' set to 'ubuntu' and a table of Linux servers. The bottom screenshot, labeled 'Host inventory 2', shows a filter for 'Alias' and a table of cameras.

Host	Group	Name	Type	OS	Serial number A	Tag	MAC address A
acai	Máquinas Virtuais, PRIORIDADE, Servidores Linux, Servidores UFAM, Servidores de Banco de Dados	acai		Linux acai 4.4.0-45-generic #66-14.04.1-Ubuntu SMP Wed Oct 19 15			
arquivos - ftp	Máquinas Virtuais, Servidores Linux, Servidores UFAM	arquivos		Linux arquivos 4.4.0-45-generic #66-14.04.1-Ubuntu SMP Wed Oct 1			
avicet	Máquinas Virtuais, Servidores Linux, Servidores UFAM, Servidores Web	avicet		Linux avicet 4.4.0-45-generic #66-Ubuntu SMP Wed Oct 19 14:12:37			

Host	Group	Name	Type	OS	Serial number A	Tag	MAC address A
CAM_01-CTIC-Datacenter	Cameras	; AXIS 214; PTZ Network Camera; 4.49; Oct 05 2009 09:00; 14C.2;		ⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	ⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	1 (untagged-3)	
CAM_02-CTIC-Terreo	Cameras	; AXIS P3214-V; Network Camera; 6.10.1.2; Jun 14 2016 13:00; 1D		ⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	ⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	2 (untagged-3)	
CAM_03-CTIC-1oAndar	Cameras	; AXIS 214; PTZ Network Camera; 4.49; Oct 05 2009 09:00; 14C.2;		ⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	ⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	3 (untagged-3)	
CAM_04-CTIC-1oAndar-Infra	Cameras	; AXIS 221; Network Camera; 4.49.1; Jun 15 2010 11:30; 141; 1;		ⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	ⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	4 (untagged-3)	
CAM_05-CTIC-Terreo	Cameras	; AXIS P3214-V; Network Camera; 6.10.1.2; Jun 14 2016 13:00; 1D		ⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	ⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂⓂ	13 (untagged-3)	

A medição de desempenho de processo é de grande importância pois ajuda a controlar, estimar e melhorar processos e organizações. Potencialmente leva a melhorias financeiras e não financeiras significativas, contribuindo assim para melhores práticas de controle e gestão (HERNAUS; BACH; VUKSIC, 2012). Dentro do requisito de medição de processo e visando contribuir com as melhores práticas de controle e gestão, trabalhou-se a construção do SLA (Figura 17). Por meio do SLA, definiu-se, de acordo com a experiência dos gestores, os itens essenciais de alinhamento da gestão de T.I. com o negócio da instituição. Desta forma, itens como o portal institucional, portal acadêmico e a rede principal de dados no campus (*Internet*) foram alguns dos serviços selecionados para acompanhamento mais detalhado de seus indicadores de desempenho de disponibilidade. No SLA, disponibilidade foi apresentada como porcentagem de tempo de disponibilidade e viabilizou-se o acompanhamento de acordo com o intervalo de tempo de interesse, como por exemplo, diário, semanal, mensal, anual e etc.

**Figura 17** - Exemplo de valores de SLA definidos para os últimos 30 dias.

Service	Status	Reason	Problem time	SLA / Acceptable SLA
root				
Link de Internet	OK			
▼ Portal UFAM	OK			1.5657 98.4343 / 99.9000
Ping - Portal UFAM is unavailable by ICMP	OK			0.5393 99.4607 / 99.0500
HTTP teste - HTTP service is down on Portal UFAM	OK			0.5529 99.4471 / 99.0500
▼ E-Campus	OK			0.5672 99.4328 / 99.9000
Ping - ecampus is unavailable by ICMP	OK			0.5532 99.4468 / 99.0500
Tomcat - HTTP 8080 service is down on ecampus	OK			0.5622 99.4378 / 99.9000
Banco De Dados - Acai is unavailable by ICMP	OK			0.0000 100.0000 / 99.9000
▼ Rede Sem Fio (wifizone-ufam)	OK			0.0000 100.0000 / 99.9000
Controladora - RFS7000 is unavailable by ICMP	OK			0.0000 100.0000 / 99.9000
AP_Auditorio-Eulalio-1 - AP_Auditorio-Eulalio-1 is unavailable by ICMP	OK			0.0000 100.0000 / 99.9000

Neste ponto, identificou-se a disponibilidade média do processo utilizando a fórmula de disponibilidade aplicada automaticamente pelo software Zabbix. O valor de disponibilidade obtido a partir do monitoramento constante do processo foi de 99,8445%. Este valor, de acordo com o sistema 9s, é dito como sendo “dois 9s”. Os valores de inatividade anual, mensal, semanal e diária esperados estão descritos no Quadro 10.

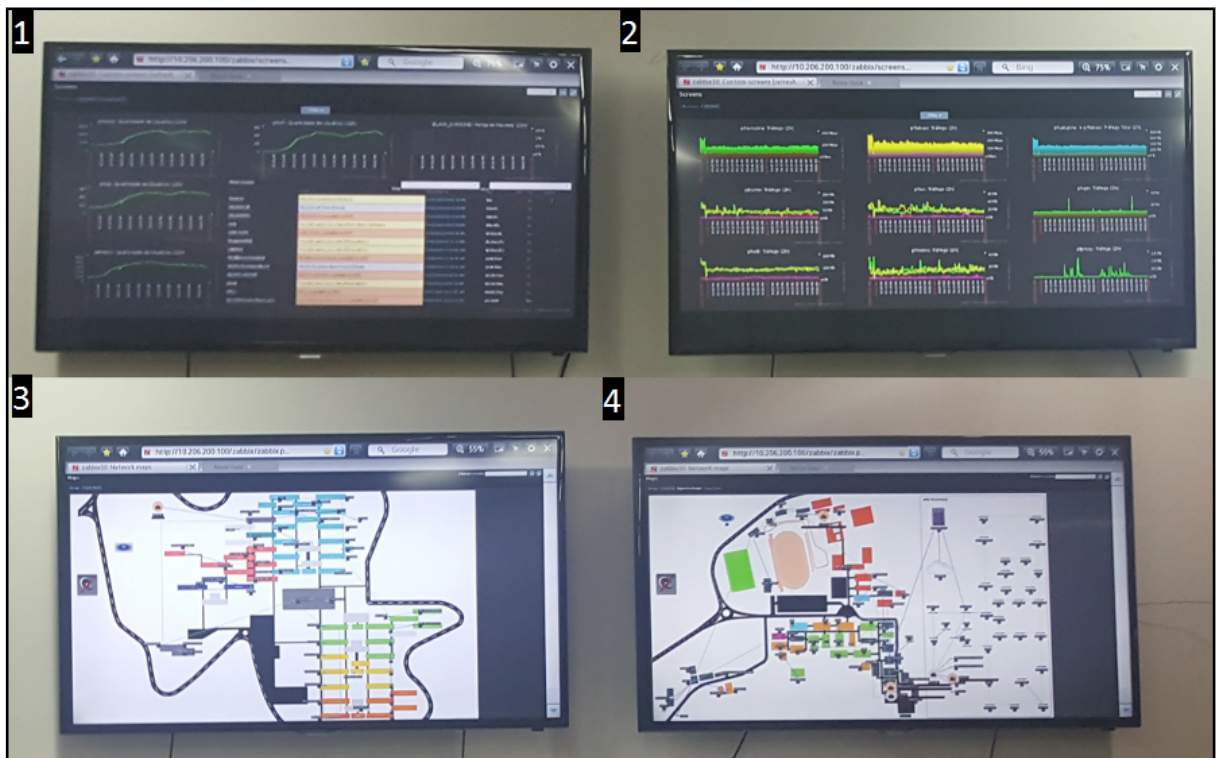
**Quadro 10** - Indicador de disponibilidade e períodos de indisponibilidade.

Disponibilidade	Inatividade anual	Inatividade mensal	Inatividade semanal	Inatividade diária
99,8445% (dois 9s)	13h37m	1h7m	15m40s	2m14s

Para o cálculo do indicador de confiabilidade, verificou-se que o software Zabbix não possibilitava o cálculo automático do mesmo, embora os valores utilizados na fórmula matemática fossem possíveis de se obter (número de falhas e tempo total de operação). Foi, neste ponto, constatado a necessidade de programação específica no software, o que se avaliou como fora do escopo da pesquisa.

O requisito de monitoramento de processo também foi aperfeiçoado. De acordo com Endsley (1995), a consciência situacional pode ser melhorada através do design de interface e a partir de critérios como organização da informação de uma maneira que seja consistente com os objetivos das pessoas, redução da exigência de cálculos pelas pessoas, apresentação de dados de uma maneira que facilite a compreensão e a previsão, e uso de indicadores do estado atual do sistema que ajudem a identificar uma consciência situacional apropriada. Para isto, classificou-se o nível de severidade dos serviços, destacando aqueles com nível de severidade alta. A ênfase nas indisponibilidades mais críticas, exibida por meio dos painéis de gestão à vista, influenciou a percepção de situação de urgência requerida em determinados estados do processo. Ainda, nesta fase, dobrou-se a quantidade de painéis de gestão à vista (Figura 18) visando comportar de forma simultânea o acompanhamento de indisponibilidades em tempo real pelos envolvidos no processo, sustentando assim a competitividade em um ambiente

**Figura 18** - Painéis de gestão à vista.



Legenda: 1 – Alertas e severidade das notificações; 2 – Gráficos com indicadores de desempenho; 3 – Monitoramento de redes de dados no Setor Norte; 4 – Monitoramento de redes de dados no Setor Sul.

rápidas mudanças (LAM; IP; LAU, 2009).

A automação permite às organizações agilizar o processo e reduzir ou eliminar completamente tarefas repetitivas e manuais (MOHAPATRA, 2009). Desta forma, através da automação de processo viabilizou-se, além da agilização do processo através do monitoramento dos serviços T.I., a geração de alertas dentro de regras de negócio (limites predefinidos) e possibilitou-se o acionamento de contramedidas automáticas para reestabelecimento do serviço. Com relação a este ponto, entretanto, identificou-se que o reestabelecimento temporário dos serviços de T.I. prejudicava a evidenciação das causas do problema. Constatou-se que as paradas temporárias funcionavam como sintoma e a contramedida como mascaramento do sintoma, frustrando a construção de soluções que pudessem ser trabalhadas antecipadamente para o estabelecimento da normalidade do serviço. Destacou-se, desta forma, uma linha tênue entre ser necessário evidenciar as causas que levam a parada do serviço e o serviço ser temporariamente corrigido, sendo que a prática adotada pelo grupo é a prevenção de falhas por meio do ajustamento correto dos serviços. Como é conhecido, qualquer produto ou serviço falhará um dia e considerando que a confiabilidade é um aspecto extremamente importante para a competitividade (OAKLAND, 1994), optou-se assim por investir na melhoria da confiabilidade através da prevenção. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), normalmente, quanto mais frequentes os episódios de manutenção preventiva, menor é a probabilidade de ocorrerem falhas. O equilíbrio entre manutenção preventiva e manutenção corretiva deve ser estabelecido para minimizar o custo total das paradas. Por último, outro ponto que diz respeito a questão é o cenário da instituição não requerer alta disponibilidade dos serviços de T.I., com isto, optou-se por priorizar a manutenção preventiva em relação à corretiva.

Não obstante os aspectos acima relatados, observa-se o atingimento do (R.3), e com



a continuidade da prática e a dinamicidade do processo, há a possibilidade de aplicação maior no futuro.

Finalizando esta etapa, estendeu-se a quantidade de *hosts* monitorados para cerca de 803 (oitocentos e três) *hosts*. Projetos paralelos de expansão da infraestrutura da instituição contribuíram para o aumento do monitoramento. Na escrita dos resultados desta pesquisa, o sistema contava com o gerenciamento aproximado dos seguintes grupos e quantidades de *hosts*: 198 (cento e noventa e oito) pontos de acesso sem fio, 127 (cento e vinte sete) câmeras de vigilância, 56 (cinquenta e seis) dispositivos associados aos datacenters da instituição, 215 (duzentos e quinze) switches de rede, 11 (onze) dispositivos associados a telefonia digital, 91 (noventa e um) sites institucionais e 95 (noventa e cinco) máquinas virtuais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou propor uma abordagem de automação, geração de indicadores de desempenho em tempo real e apoio à gestão à vista para melhoria de processos de negócio, com o propósito efetivo de auxiliar a tomada de decisão, otimizar o tempo de execução, melhorar o retorno financeiro e a alocação de recursos humanos. Por tratar-se de um pesquisa-ação desenvolvida no âmbito de uma instituição pública, buscou-se em consonância com a GesPública contribuir para a melhoria da qualidade dos serviços públicos prestados aos cidadãos e o aumento da competitividade do País (BRASIL, 2005).

Com a pesquisa foi possível cumprir o OE1 (investigar as principais abordagens de automação e geração de indicadores para melhoria de processos de negócios), por meio da fundamentação teórica desenvolvida a respeito da metodologia BPM e sua prática de monitoramento, controle e medição aplicada aos processos de negócio.

O preenchimento do OE2 (descrever a abordagem conceitual e seus respectivos desdobramentos) ocorreu através da definição de requisitos que tiveram como base a pesquisa acadêmica. Estes requisitos foram definidos da seguinte forma: gerar indicadores relacionados ao processo de disponibilidade, suportar o conceito de Gestão à Vista e possuir nível de automação satisfatório. Neste ponto, também se modelou o processo de disponibilidade visando o entendimento melhor das implicações da abordagem.

O alcance do OE3 (aplicar a abordagem conceitual ao processo alvo selecionado utilizando um protótipo) ocorreu utilizando a metodologia de pesquisa-ação que consiste na interação real do pesquisador com a comunidade ou grupo, que na pesquisa em questão ocorreu na Coordenação de Infraestrutura do CTIC/UFAM. Neste ponto, juntamente com os responsáveis pelo processo de disponibilidade, avaliou-se uma ferramenta capaz de atender os requisitos propostos. Nesta fase, o protótipo foi alimentado com alguns serviços de T.I. e

avaliou-se o comportamento como satisfatório dentro do processo de disponibilidade.

O OE4 (demonstrar a geração de indicadores que possibilitem o acompanhamento do desempenho do processo monitorado com apoio de conceitos de gestão à vista) foi atendido por meio da coleta de dados dos serviços de T.I. e apresentação dos mesmos em tempo real em painéis de gestão à vista para acompanhamento dos eventos de indisponibilidades. A partir do armazenamento destes dados, foi possível também gerar indicadores de disponibilidade do processo. Nesta etapa, classificou-se o nível de severidade dos serviços, destacando os alertas daqueles com nível de severidade alta visando influenciar na percepção de situação de urgência requerida em determinados estados do processo. Finalmente, para aprimorar o monitoramento e seus indicadores, estendeu-se os serviços para os diferentes grupos de serviço de T.I. e detalhou-se os itens de cada grupo.

E finalmente, para atingir o OE5 (aplicar ações de contramedidas automáticas baseadas no reconhecimento de eventos correlacionados), pode-se acionar simultaneamente contramedidas automáticas experimentais para reestabelecimento de serviço. Entretanto, a pesquisa identificou que a estratégia mascarava a evidenciação das causas de determinados eventos de indisponibilidade, prejudicando a longo prazo a confiabilidade do serviço. Com isto, optou-se por investir na melhoria da confiabilidade, priorizando a manutenção preventiva em relação à corretiva. Apesar disto, acredita-se que com a continuidade da prática e a dinamicidade do processo, há a possibilidade de aplicação de contramedidas automáticas maior no futuro.

Levando em consideração o objetivo geral da pesquisa, concluiu-se que a pesquisa conseguiu atingir o seu objetivo principal que era descrever uma abordagem de automação, geração de indicadores de desempenho em tempo real e apoio à gestão à vista para melhoria de processos de negócio, tendo em vista a aplicação positiva da abordagem ao processo de

disponibilidade mantido pela Coordenação de Infraestrutura do Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação da Universidade Federal do Amazonas.

Através desta pesquisa foi possível identificar que a partir dos pontos de melhoria no processo de disponibilidade é possível agregar maior valor aos negócios da instituição, uma vez que os requisitos estabelecidos minimizam o retrabalho, diminuem o fluxo e o tempo de execução, como também contribuem consideravelmente para que os colaboradores tenham uma melhor compreensão do processo.

A despeito das limitações da pesquisa, é válido ressaltar que o ambiente usado na pesquisa é dinâmico e pode sofrer mudanças. Sendo assim, o assunto estudado não pode ser explorado em sua exaustão, haja vista que, com a conclusão da pesquisa, restam outras variáveis que não foram exploradas. Ressalta-se ainda que o processo alvo do trabalho foi estritamente o processo de disponibilidade de serviço de T.I. mantido pela a Coordenação de Infraestrutura, não relacionados a processos semelhantes mantidos por outros setores, e caso estendido a estes, a melhoria desses processos se implementados terão impacto em toda a instituição e estes não foram abordados na pesquisa

Sugere-se para trabalhos futuros o aprofundamento do estudo associado a outros aspectos da tecnologia da informação, como, por exemplo, a segurança da informação. Sugere-se também a ampliação do estudo sobre outras ferramentas de monitoramento não específicas para processos de disponibilidade, capazes de também monitorar os diversos tipos de processos existentes no CTIC, de forma a agregar maior valor aos negócios da organização.

O estudo gerou informações que servem como referência para a continuidade da prática, com possibilidade de outras aplicações maiores no futuro. Espera-se, por exemplo, que com o desenvolvimento da chamada Internet das Coisas (*Internet of Things*, IoT), possa-

se ter uma gestão maior sobre os ativos da instituição. A Internet das Coisas é considerada por alguns autores (ANDERSSON; MATTSSON, 2015) como uma das inovações mais promissoras, e representa uma gama de tecnologias que fornecem inteligência aos objetos, assegurando que eles se comunicam com os seres humanos ou com outras máquinas, proporcionando um novo nível de interação ou informação em relação ao ambiente em que esses objetos podem ser encontrados (BANDYOPADHYAY; SEN, 2011).

Por último, sugere-se ainda, a implementação de indicadores de desempenho nos demais processos de negócios do CTIC, de forma que esses indicadores possam proporcionar aos gestores a medição, o controle e, a eventual melhoria dos seus processos de negócios alinhados ao macroprocesso da Universidade.

## REFERÊNCIAS

AALST, W. M. P. Van Der; HOFSTEDE, A. H. M. Ter; WESKE, M. Business Process Management: A Survey. In: AALST, W. M. P. Van der; WESKE, M. (Org.). *Business Process Management*. Lecture Notes in Computer Science. Berlim: Springer Berlin Heidelberg, 2003, p. 1–12.

ABEPRO. Engenharia de Produção: Grande área e diretrizes curriculares. *Associação Brasileira de Engenharia de Produção*. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em: 18 set. 2015.

ABRANSON, M.; MEANS, G. E. E-government 2001—IBM endowment for the business of government. *E-government 2001: IBM endowment for the business of government*, 2001.

ADENSO-DÍAZ, B.; GONZÁLEZ-TORRE, P.; GARCÍA, V. A capacity management model in service industries. *International Journal of Service Industry Management*, 1 ago. 2002. v. 13, n. 3, p. 286–302.

ANDERSSON, P.; MATTSSON, L.-G. Service innovations enabled by the “internet of things”. *IMP Journal*, 2015. v. 9, n. 1, p. 85–106.

BAIRI, J.; MANOHAR, B. M.; KUNDU, G. K. Capacity and availability management by quantitative project management in the IT service industry. *Asian Journal on Quality*, 24 ago. 2012. v. 13, n. 2, p. 163–176.

BANDYOPADHYAY, D.; SEN, J. Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications*, 2011. v. 58, n. 1, p. 49–69.

BENEDICT, T. *et al.* *BPM CBOK Version 3.0: Guide to the Business Process Management Common Body Of Knowledge*. Version 3.0, Third Edition edition ed. Chicago: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013.

BIRUKOU, A. *et al.* An Integrated Solution for Runtime Compliance Governance in SOA. In: MAGLIO, P. P. *et al.* (Org.). *Service-Oriented Computing*. Lecture Notes in Computer Science. Berlim: Springer Berlin Heidelberg, 2010, p. 122–136.

BRASIL. Decreto-lei nº 5.378 de 23 de fevereiro de 2005. Institui o Programa Nacional da Gestão Pública e Desburocratização - GESPÚBLICA. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, 24 fev. 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Gestão. Programa Nacional de Gestão Pública e Desburocratização - GESPÚBLICA. *Documento de Referência-Cadernos GESPÚBLICA*, 2006.

CHINOSI, M.; TROMBETTA, A. BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 2012. v. 34, n. 1, p. 124–134.

- CHP MELLO *et al.* Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. *Produção*, fev. 2012. v. 22, n. 1, p. 1–13.
- COGHLAN, D.; BRANNICK, T. *Doing action research in your own organization*. Londres: Sage, 2014.
- COUGHLAN, P.; COGHLAN, D. Action research for operations management. *International journal of operations & production management*, 2002. v. 22, n. 2, p. 220–240.
- CUNHA, G. D. Da. *Um panorama atual da Engenharia da Produção no Brasil*. Porto Alegre: ABEPRO, 2002. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/PanoramaAtualEP4.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2015.
- DAVENPORT, T. H. *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. Estados Unidos da América: Harvard Business Press, 2013.
- ECKERSON, W. W. *Performance Dashboards: Measuring, Monitoring, and Managing Your Business*. Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, 2010.
- ENDSLEY, M. R. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 1995. v. 37, n. 1, p. 32–64.
- FEW, S. *Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data*. Estados Unidos da América: O’Reilly Media, Inc., 2006.
- FORESTI, S. *et al.* Visual correlation of network alerts. *IEEE Computer Graphics and Applications*, mar. 2006. v. 26, n. 2, p. 48–59.
- GALSWORTH, G. D. *Visual Systems: Harnessing the Power of the Visual Workplace*. United States of America: American Management Association, 1997.
- GEORGAKOPOULOS, D.; HORNICK, M.; SHETH, A. An overview of workflow management: From process modeling to workflow automation infrastructure. *Distributed and Parallel Databases*, abr. 1995. v. 3, n. 2, p. 119–153.
- GIBLIN, C.; MÜLLER, S.; PFITZMANN, B. *From regulatory policies to event monitoring rules: Towards model-driven compliance automation*. Switzerland: IBM Research, 2006. Disponível em: <[http://domino.watson.ibm.com/library/CyberDig.nsf/papers/8568614878E51E9B85257205003600D7/\\$File/rz3662.pdf](http://domino.watson.ibm.com/library/CyberDig.nsf/papers/8568614878E51E9B85257205003600D7/$File/rz3662.pdf)>. Acesso em: 9 set. 2015.
- GREIF, M. *The Visual Factory: Building Participation Through Shared Information*. Estados Unidos da América: CRC Press, 1991.
- HAMMER, M.; CHAMPY, J. *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. New York: Harper Business, 1993.
- HERNAUS, T.; BACH, M. P.; VUKSIC, V. B. Influence of strategic approach to BPM on financial and non-financial performance. *Baltic Journal of Management*, 19 out. 2012. v. 7, n. 4, p. 376–396.

- HREBINIAK, L. G. *Fazendo a Estratégia Funcionar*. São Paulo: Bookman Editora, 2009.
- HURWITZ, J. *et al.* *Service Oriented Architecture (SOA) For Dummies*. Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, 2009.
- IRITANI, D. R. *et al.* Análise sobre os conceitos e práticas de Gestão por Processos: revisão sistemática e bibliometria. *Gestão & Produção*, mar. 2015. v. 22, n. 1, p. 164–180.
- JANIESCH, C.; MATZNER, M.; MÜLLER, O. Beyond process monitoring: a proof-of-concept of event-driven business activity management. *Business Process Management Journal*, 20 jul. 2012. v. 18, n. 4, p. 625–643.
- KANG, B. *et al.* Real-time business process monitoring using formal concept analysis. *Industrial Management & Data Systems*, 24 maio. 2011. v. 111, n. 5, p. 652–674.
- KELLEN, V.; WOLF, B. Business performance measurement. *Information Visualization*, 2003. v. 1, n. 312, p. 1–36.
- KO, R. K. L.; LEE, S. S. G.; LEE, E. W. Business process management (BPM) standards: a survey. *Business Process Management Journal*, 11 set. 2009. v. 15, n. 5, p. 744–791.
- KUENG, P. Process performance measurement system: a tool to support process-based organizations. *Total Quality Management*, 2000. v. 11, n. 1, p. 67–85.
- KUNG, P. *et al.* Business process monitoring measurement in a large bank: challenges and selected approaches. In: SIXTEENTH INTERNATIONAL WORKSHOP ON DATABASE AND EXPERT SYSTEMS APPLICATIONS., 2005, Copenhagen, Denmark. *Anais...* Copenhagen, Denmark: Copenhagen Business School, 2005. p. 955–961.
- LAM, C. Y.; IP, W. H.; LAU, C. W. A business process activity model and performance measurement using a time series ARIMA intervention analysis. *Expert Systems with Applications*, abr. 2009. v. 36, n. 3, Part 2, p. 6986–6994.
- LARSON, K. D. The role of service level agreements in IT service delivery. *Information Management & Computer Security*, 1998. v. 6, n. 3, p. 128–132.
- LEE, P. A.; ANDERSON, T. *Fault Tolerance: Principles and Practice*. New York: Springer Science & Business Media, 2012.
- LIFF, S.; POSEY, P. A. *Seeing is Believing: How the New Art of Visual Management Can Boost Performance Throughout Your Organization*. Estados Unidos da América: AMACOM Div American Mgmt Assn, 2004.
- LOVELOCK, C. Seeking synergy in service operations: Seven things marketers need to know about service operations. *European Management Journal*, 1 mar. 1992. v. 10, n. 1, p. 22–29.
- MARCONI, M. De A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2010.



- MARCUS, E.; STERN, H. *Blueprints for High Availability*. United States of America: John Wiley & Sons, 2003.
- MCCOY, D. W. Business activity monitoring: Calm before the storm. *Gartner Research*, 2002. Disponível em: <<http://www.gartner.com/resources/105500/105562/105562.pdf>>.
- MOHAPATRA, S. *Business Process Automation*. Nova Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd., 2009.
- NESAMONEY, D. BAM: event-driven business intelligence for the real-time enterprise. *Information Management*, 2004. v. 14, n. 3, p. 38.
- NUDURUPATI, S. S. *et al.* State of the art literature review on performance measurement. *Computers & Industrial Engineering*, mar. 2011. v. 60, n. 2, p. 279–290.
- OAKLAND, J. *Gerenciamento da qualidade total*. São Paulo: Nobel, 1994.
- OLUPS, R. *Zabbix Network Monitoring - Second Edition*. 2nd Revised edition edition ed. Birmingham: Packt Publishing - ebooks Account, 2016.
- OMG. Notation (BPMN) Version 2.0. *OMG Specification, Object Management Group*, 2011. p. 538.
- PEYTON, L.; BAARAH, A.; MOUTTHAM, A. Architecture of an Event Processing Application for Monitoring Cardiac Patient Wait Times. *Int. J. Inf. Technol. Web Eng.*, jan. 2012. v. 7, n. 1, p. 1–16.
- PRADO, O. *Governo eletrônico e transparência: a publicização das contas públicas das capitais brasileiras*. São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, 2004. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/2432>>. Acesso em: 27 jan. 2016.
- RAUSAND, M.; HØYLAND, A. *System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications*. Norwegian: John Wiley & Sons, 2004.
- RECKER, J. Opportunities and constraints: the current struggle with BPMN. *Business Process Management Journal*, 2010. v. 16, n. 1, p. 181–201.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SUZAKI, K. *New Shop Floor Management: Empowering People for Continuous Improvement*. Nova Iorque: Simon and Schuster, 1993.
- TEAM, C. P. *CMMI for Services Version 1.3*. Estados Unidos da América: Lulu.com, 2011.
- TERROSO-SAENZ, F.; VALDES-VELA, M.; SKARMETA-GOMEZ, A. F. A complex event processing approach to detect abnormal behaviours in the marine environment. *Information Systems Frontiers*, 9 maio. 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10796-015-9560-7>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez, 2011.

TOEROE, M.; TAM, F. *Service Availability: Principles and Practice*. United States of America: John Wiley & Sons, 2012.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e pesquisa*, 2005. v. 31, n. 3, p. 443–466.

VACCHE, A. D.; LEE, S. K. *Mastering Zabbix*. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2013.

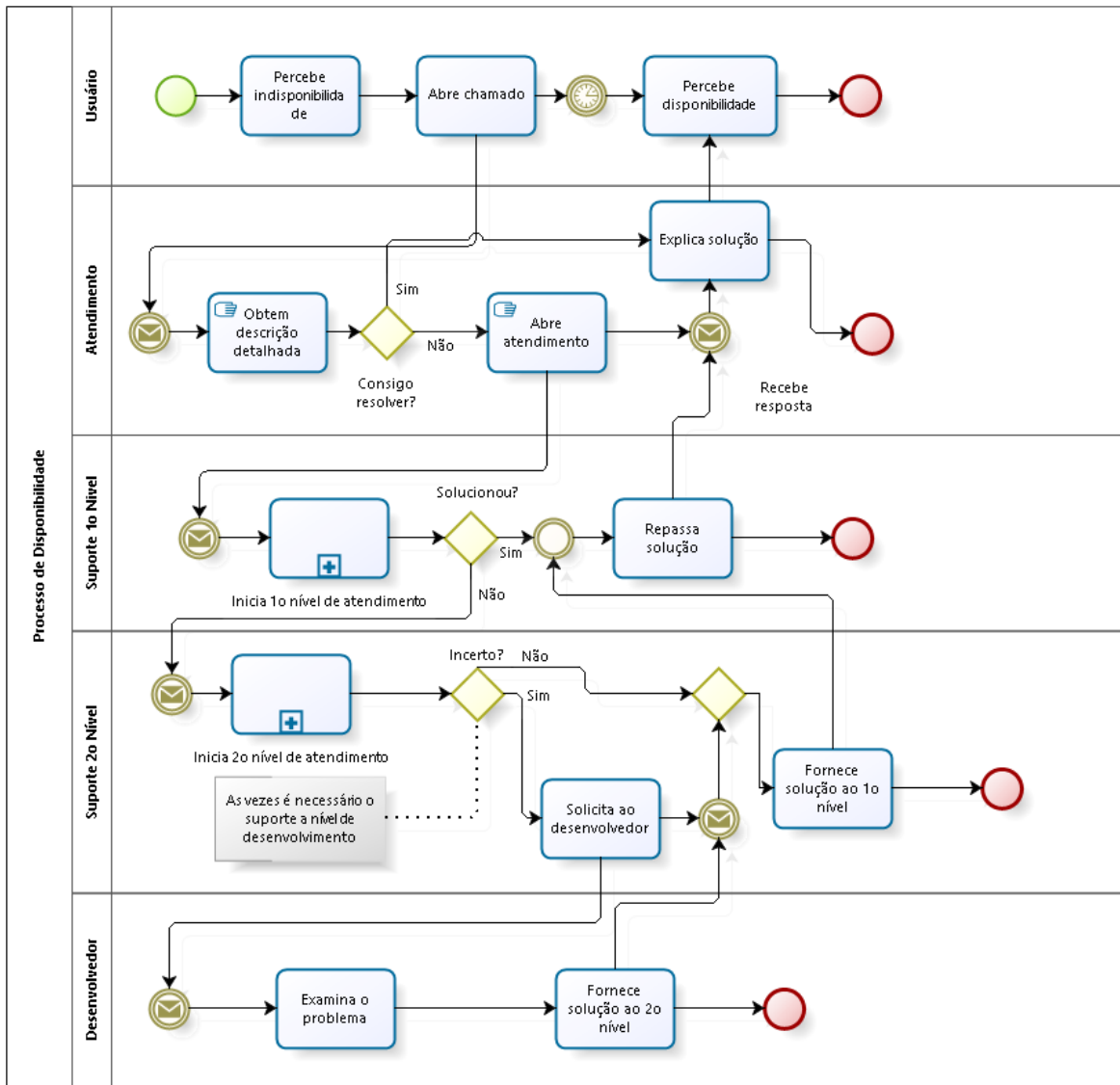
VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 1997.

ZABBIX. Zabbix :: The Enterprise-Class Open Source Network Monitoring Solution. *The Enterprise-class Monitoring Solution for Everyone*. Disponível em: <<http://www.zabbix.com/>>. Acesso em: 18 ago. 2015.

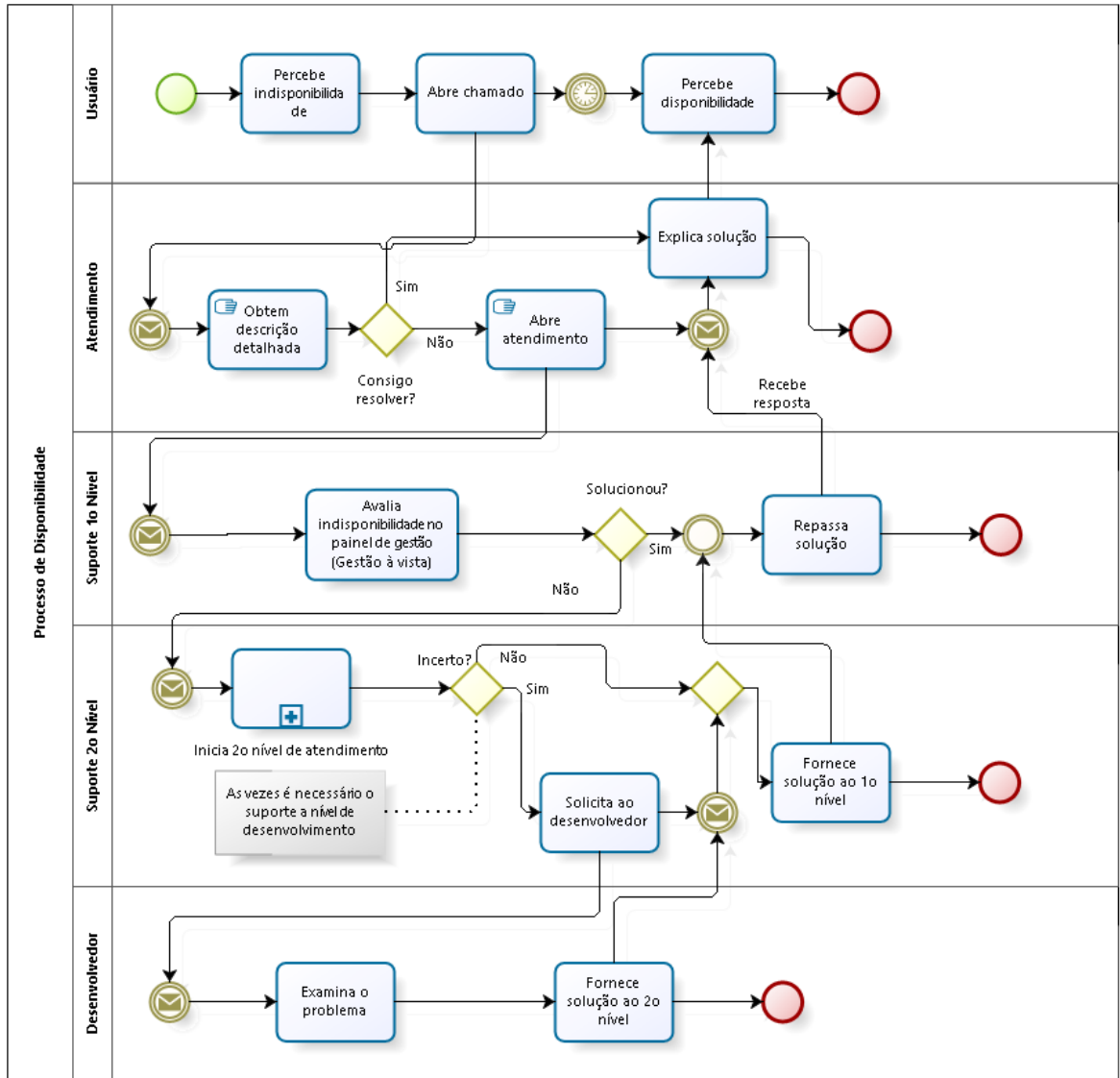
ZUR MUEHLEN, M.; RECKER, J. How much language is enough? Theoretical and practical use of the business process modeling notation. *In: 20TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING*, 2008, Montpellier, France. *Anais eletrônicos...* Montpellier, France: Springer, 2008. p. 465–479. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-69534-9\\_35](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-69534-9_35)>. Acesso em: 26 jan. 2016.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A – Modelagem do processo original.


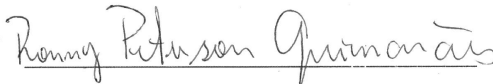


APÊNDICE B – Modelagem do processo com a aplicação da abordagem.



## ANEXOS

### ANEXO A – Termo de autorização para realização de pesquisa.

 <p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS</b> <b>CENTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - CTIC</b> Av. Gal. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário Manaus – AM 69077-000</p>
<p align="center"><b>TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA</b></p>
<p>Eu, Ronny Peterson Guimarães, diretor do Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação – CTIC, RG nº 1.775.417-8-SSP/AM, matrícula institucional nº 1555214, AUTORIZO Márcia de Regina Moraes de Paula, RG nº 17485363-SSP/AM, mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia da Produção da Universidade Federal do Amazonas, a realizar pesquisa científica com procedimentos metodológicos (reuniões, observações, entrevistas, brainstorming, levantamento documento, etc.) que serão realizados pela pesquisadora, com os gestores, analistas e técnicos do CTIC, para a realização do Projeto de Pesquisa intitulado “UMA ABORDAGEM DE MONITORAMENTO, CONTROLE E MEDIÇÃO DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS EM TEMPO REAL: O CASO DO CTIC/UFAM”, que tem por objetivo geral: “Propor uma abordagem de automação, geração de indicadores de desempenho em tempo real e apoio à gestão à vista para melhoria de processos de negócio.”</p>
<p>A pesquisadora acima qualificada se compromete a:</p>
<ol style="list-style-type: none"><li>1- Obedecer às disposições éticas de proteger os participantes da pesquisa, garantindo-lhes o máximo de benefícios e o mínimo de riscos.</li><li>2- Assegurar a privacidade das pessoas citadas nos documentos institucionais e/ou contatadas diretamente, de modo a proteger suas imagens, bem como garante que não utilizará as informações coletadas em prejuízo dessas pessoas e/ou da instituição, respeitando deste modo as Diretrizes Éticas da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, nos termos estabelecidos na Resolução CNS Nº 466/2012, e obedecendo as disposições legais estabelecidas na Constituição Federal Brasileira, artigo 5º, incisos X e XIV e no Novo Código Civil, artigo 20.</li></ol>
<p align="center">Manaus, 25 janeiro de 2015.</p>
<p align="center"></p>
<p align="center">Ronny Peterson Guimarães</p>