

Dispositivos para monitoramento e predição de falhas no gerenciamento de infraestrutura de Datacenter

Reginaldo H. S. Santos^{1,2,4}, Nobuo Oki¹, Jozué V. Filho¹, Alexandre Torrezam³, Cirano S. Campos⁴

reginaldo.santos@cba.ifmt.edu.br, nobuo@dee.feis.unesp.br, jozue.vieira@sjbv.unesp.br,
alexandre.torrezam@svc.ifmt.edu.br, ciranocampos@cepromat.mt.gov.br

¹Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Brasil
CEP: 15.385-000, Ilha Solteira, SP - BRASIL

²Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT - Campus Cuiabá - Brasil
CEP: 78020-400, Cuiabá, MT - BRASIL

³Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT - Campus São Vicente - Brasil
CEP: 78.106-000, Santo Antonio do Leverger, MT - BRASIL

⁴Diretoria de Operações, Centro de Processamento de Dados do Estado de Mato Grosso – CEPROMAT - Brasil
CEP: 78.050-970, Cuiabá, MT - BRASIL

Resumo: Este trabalho tem por objetivo apresentar um sistema de monitoramento e de falhas de Datacenters. Através do monitoramento constante, armazenamento e por fim a análise de dados gerados espera-se poder antecipar eventuais problemas que os equipamentos possam apresentar antes que estes parem de funcionar, causando transtornos e queda de produção oriundas de tal evento. Os dispositivos apresentados neste trabalho foram criados utilizando como guia a biblioteca ITIL de boas práticas em gestão, com foco nos módulos mais pertinentes ao seu objetivo. Os dispositivos alimentam um sistema que monitora servidores legados em Datacenters, armazenam estas informações e as deixam disponíveis para análise dos dados coletados que antecipará possíveis imprevistos que poderão ocorrer pelos aspectos monitorados. O sistema completo é composto por 3 (três) dispositivos: End Device, Rack Device e Power Device. Este trabalho tem seu foco no End Device que é o dispositivo que, acoplado dentro do servidor legado, sensora constantemente a tensão, corrente, temperatura e umidade do equipamento. Dentre os projetos futuros, espera-se finalizar um modelo matemático preditivo que analise os dados coletados pelos dispositivos e possa alertar os responsáveis pela manutenção do Datacenter sobre alguma ocorrência iminente. Espera-se também que esta comunicação seja feita através de meios móveis para dar agilidade ao processo de tratamento dos incidentes. Tal sistema móvel também está em fase de finalização e deverá ser apresentado em breve à comunidade científica.

Palavras chave: Infraestrutura de Datacenter, Dispositivos de Monitoramento, Sensores, ITIL.

Abstract: This paper aims to introduce a system of monitoring fault on Datacenters. Through constant monitoring, storage and finally the analysis of data generated is expected to anticipate any problems that may present on equipment before they stop working, causing inconvenience and reduced production due to such event. The devices presented in this paper were created using as a guide the ITIL library of best practices in TI management, focusing on modules more relevant to the work. Devices feed a system that monitors legacy servers in data centers, store this information and leave available for data analysis that can anticipate possible contingencies that may occur by monitored aspects. The complete system consists of three (3) devices: the End Device, the Rack Device and the Power Device. This work focuses on the End Device which is the device that, coupled within the legacy server, constantly sensing the voltage, current, temperature and humidity of the equipment. Among the future projects, is expected to finalize a predictive mathematical model to analyze the data collected by the devices and alert those responsible for maintaining the Data center about some imminent trouble. It is also hoped that this communication be made in mobile devices like cellular phones, tablets and PDA's, to give flexibility to the treatment of incidents process. This mobile system is also being finalized and will be shown soon to the scientific community.

Keywords: Data center Infrastructure, Monitoring Devices, Sensors, ITIL.

1 Introdução

O projeto PROGRIDA é um modelo de gestão que engloba os aspectos de monitoramento do ambiente pertencente a um Datacenter, com o propósito de estabelecer procedimentos relacionados à predição de falhas na sua infraestrutura.

Para estruturação desse modelo de gestão foram adotadas as boas práticas da biblioteca ITIL, no estabelecimento dos processos e procedimentos de monitoramento da infraestrutura de Datacenter utilizando os processos da biblioteca ITIL mais pertinentes ao modelo de gestão.

Na Figura 1 são apresentados os cinco módulos que estabelecem os parâmetros necessários para monitoramento da infraestrutura de Datacenter.

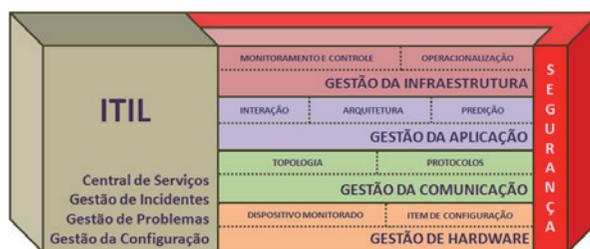


Figura 1: Modelo proposto.

Este trabalho detalhará os itens de projeto, principalmente da camada Gestão da Comunicação e sua implantação num modelo de gestão que integra em tempo real a camada monitoramento dos equipamentos e a camada de aplicativos o que chamaremos de sincronia de dispositivos.

Na sessão 2 são descritos os tópicos que inspiraram a elaboração e desenvolvimento deste projeto. A sessão 3 já aborda a Gestão de Hardware constante no ITIL, contextualizando neste item, os dispositivos criados no projeto (*End Device*, *Rack Device* e *Power Device*) além de explicar os sensores e grandezas físicas envolvidos (IC). A sessão 4 trás a Gestão de Comunicação que fala da topologia da rede sem fio e dos protocolos de comunicação criados como infraestrutura de dados entre os dispositivos. A sessão 5 especifica o projeto na sua construção, explicando cada componente utilizado e sua contribuição no modelo. Por fim, a sessão 6 traz informações sobre a implantação do modelo no *Datacenter* do CEPROMAT, com ilustrações das instalações que estão sendo utilizadas para os experimentos.

2 Teoria do domínio e trabalhos anteriores

A tendência da indústria de hardware em produzir equipamentos como chip, unidades de processamentos e módulos de controle cada vez menores combinado com o aumento do volume da dissipação de calor de dentro das máquinas, tem colaborado substancialmente para o aumento no fluxo de ar quente nos *Datacenters* através dos equipamentos e servidores aumentando a carga de calor por metro quadrado. [Ashrae05] indica que no período 2000-2004, a carga de calor para servidores de armazenamento dobrou, enquanto no mesmo período, carga térmica para os computadores servidores triplicou.

A confiabilidade é métrica crucial na avaliação dos múltiplos modelos e arquiteturas de gerenciamento da infraestrutura de *Datacenters* presentes na literatura. Segundo [Sahai03], as redes comerciais precisam de uma confiabilidade maior que em operações "*best effort*" (melhor esforço), técnica comumente utilizada em TI.

Grande parte dos problemas nos serviços de TI é decorrente, dentre outras razões, de uma gerência ineficiente das mudanças, da sobrecarga de processamentos e procedimentos mal executados. [Kumbakara08] explorou questões relacionadas a padrões e gerenciamento e afirma que as organizações tornaram-se cada vez mais dependentes de TI. Essa dependência tornou o gerenciamento e a implementação de um ambiente de infraestrutura com a visão de serviços de TI, uma atividade complexa e desafiadora.

É nesse cenário que se faz necessária uma análise criteriosa dos diversos modelos e práticas de gerenciamento de serviços de TI. Por exemplo, o conjunto de práticas para o gerenciamento de serviços de TI, conhecidas com ITIL (*Information Tecnology Infrastructure Library*), a norma ISO/IEC 20.000, padrão mundial para gerenciamento de serviços de TI, dentre outros.

3 Gestão de Hardware

Nesta camada são estabelecidos os dispositivos a serem monitorados, como por exemplo, equipamentos servidores, equipamentos de conectividade da rede do *Datacenter* e equipamentos de telecomunicações, além da própria rede elétrica de alimentação.

O monitoramento se dará de forma distribuída, através de três tipos diferentes de equipamentos:

- **End Device** são dispositivos que serão implantados dentro dos equipamentos do *Datacenter*, como por exemplo, servidores e estações de trabalho;
- **Rack Device** são dispositivos que serão implantados dentro dos racks do *Datacenter*;
- **Power Device** são dispositivos implantados diretamente no quadro de alimentação do *Datacenter* e permite o monitoramento do nível de tensão da energia elétrica entregue pela rede externa de alimentação.

Os níveis de detalhes do IC (Item de Configuração) para cada tipo de dispositivo monitorado (*End*, *Rack* e *Power*) são estabelecidos através dos tipos de sensores utilizados para o monitoramento da Infraestrutura do *Datacenter*.

Além dos níveis de tensão da energia elétrica, os sensores monitoram também a temperatura e a umidade do *Datacenter*, gerando um banco de dados com informações das ocorrências registradas por cada um dos sensores. Oscilações da tensão elétrica, variação de temperatura e de umidade são exemplos de ocorrências que serão registradas no banco de dados.

3.1 Itens de Configuração (IC)

As grandezas físicas e sensores são caracterizados como Itens de Configuração definidas por dispositivo, sendo que cada um tem seus parâmetros de referências pré-estabelecidos, inclusive com SLAs máximos e mínimos de cada item de configuração. Essas características podem variar conforme a necessidade de adaptação do dispositivo no *Datacenter*.

A facilidade para desenvolvimento do projeto do hardware, bem como o custo e benefício dos dispositivos, são características que deverão ser consideradas no desenvolvimento de um projeto de *Datacenter*, pois o modelo tem por objetivo gerenciar equipamentos legados do mesmo, o que inviabiliza um projeto de alto custo. Nesse contexto algumas características são adotadas para os dispositivos implementados no modelo:

- Os dispositivos são microcontrolados e alimentados pelos equipamentos, e com as tensões reguladas conforme a necessidade dos demais componentes;
- A medição das tensões dos equipamentos é feita a partir das fontes de alimentação, sendo necessária as medições da tensões de 5VDC e 12VDC;
- A comunicação entre os dispositivos é realizada pela implementação da topologia de rede sensores sem fio;

- Um sistema de armazenamento de dados é implementado em cada dispositivo;
- Cada dispositivo conta com um sistema de visualização de eventos, como por exemplo, a utilização de LED, *Display* LCD, *Display* Gráficos, etc.;
- Os status dos eventos podem ser visualizados, entre eles, os status de ligado, gravação, leitura, proteção, programação e comunicação;
- Todas as informações coletadas pelos sensores são gravadas nos dispositivos até que seja enviada e armazenada no banco de dados da aplicação, inclusive informações de reinicialização dos dispositivos.
- Os sensores possuem uma sensibilidade para que a precisão esteja dentro de uma faixa aceitável pelo administrador.
- Os dispositivos fazem uso de de um Relógio de Tempo Real - RTC, para que possam obter informações exatas de dia e hora da medição de forma sincronizada;
- É utilizado um protocolo específico para a comunicação do RTC e demais componentes do dispositivo, como por exemplo o I2C para a comunicação com o microcontrolador;
- SLA dos equipamentos são definidos conforme a classificação do *Datacenter* estabelecida na Norma ANSI/TIA/EIA-942 [ANSI05] que especifica a disponibilidade por camadas.

4 Gestão da Comunicação

No módulo de gestão de comunicação são estabelecidos os requisitos tecnológicos da comunicação entre os dispositivos e o servidor de aplicação. São definidos a topologia e os protocolos de comunicação utilizados no modelo, bem como a segurança implementada nesse módulo.

4.1 Topologia

A Rede Sensores Sem Fio – RSSF é tecnologia a adotada na Gestão da comunicação da rede do modelo, nesse caso optou-se pela topologia estrela através de uma comunicação ponto a multiponto entre os dispositivos monitorados e o servidor de gerenciamento da aplicação. Na Figura 2 é apresentada a topologia da rede de sensores do modelo.

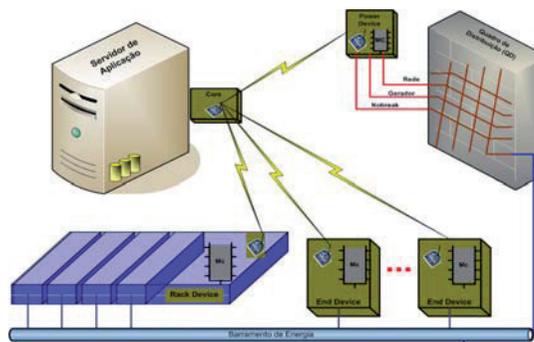


Figura 2: Topologia de rede do modelo.

Segundo [Ramalho10], a topologia estrela é composta por um nó coordenador, que é responsável pelo gerenciamento da rede e escoamento dos dados (sorvedouro), e pelos dispositivos finais (*End Devices*). Este tipo de topologia tem extensão limitada ao alcance RF dos módulos, devido à inexistência de nós roteadores.

Portanto, se o alcance dos nós não efetuarem a total cobertura do *Datacenter*, a implementação deverá ter problemas com escalabilidade. Como solução deste problema, pode-se utilizar nós com alcance de envio de dados estendido, ou ainda algum protocolo que de suporte à roteamento. Neste último caso, a topologia de rede será alterada para topologia em Malha (*Mesh*) ou Árvore (*Cluster-Tree*) [Ramalho & Oliveira10].

4.2 Protocolos de comunicação

A comunicação entre os dispositivos e o servidor de aplicação é realizada através da troca de mensagens, que no modelo são chamadas de pacotes. Esses pacotes são formados por um conjunto de campos que formam o registro que será tratado pela aplicação para armazenamento dos dados coletados. Expresso em caracteres (bytes) os pacotes são transmitidos via interface serial dos dispositivos e do servidor de aplicação. A Figura 3 descreve um exemplo de pacote gerado para cada tipo de dispositivo.

FORMATO DO PACOTE GERADO PELO END DEVICE										
Código	ID do Pacote	Data da Leitura	Hora da Leitura	VDC1	VDC2	Temperatura	Validação			
P001000000001017107201201345932050503254512345										

FORMATO DO PACOTE GERADO PELO RACK DEVICE										
Código	ID do Pacote	Data da Leitura	Hora da Leitura	VAC1	VAC2					
P001000000001017107201201345932050503254512345										
FORMATO DO PACOTE GERADO PELO POWER DEVICE										
Código	ID do Pacote	Data da Leitura	Hora da Leitura	VAC1	VAC2	VAC3	Validação			
P001000000001017107201201345932050503254512345										

Figura 3: Exemplo de pacote de dados gerado pelo dispositivo.

Por questões de disponibilidade e segurança devem-se utilizar tecnologias de comunicação sem fio como IEEE (802.15.1 e 802.15.4), ZigBee, GPRS, GSM e RFID.

O formato dos pacotes é diferenciado por tipo do dispositivo onde a informação armazenada no campo código identificará qual o tipo (*End Device*, *Rack Device*, *Power Device*) do dispositivo que gerou o pacote, sendo que o servidor de aplicação também utilizará esse campo para direcionar o pacote para o respectivo dispositivo.

A delimitação de início e fim do pacote, assim como a delimitação entre campos do registro são implementadas com a inserção de caracteres especiais, por exemplo, ponto e vírgula, dois pontos, cifrão, enter, etc., tanto para o código que será embarcado nos dispositivos, quanto para os códigos utilizados no servidor de aplicação.

Os parâmetros necessários para a inicialização do sistema embarcado são armazenados na memória do dispositivo, bem como os demais parâmetros utilizados para as comparações dos SLA's mínimos e máximos dos itens de configuração.

A representação de cada estado possível do protocolo de comunicação é apresentada na Figura 4 com um Diagrama de Transição de Estados e cada um deles é descrito abaixo, na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição dos estados que do protocolo de comunicação pode assumir.

Estado	Descrição
Wait	Aguardando solicitação do servidor de aplicação por um tempo pré-estabelecido em milissegundos.
View	Mostra informações no sistema de visualização do dispositivo.
Request	Recebe a solicitação das requisições do servidor.
Mount	Monta o pacote com a identificação do dispositivo e demais dados necessários para a transmissão.
Send	Envia o pacote para o servidor.
Read	Realiza a leitura dos dispositivos
Write	Grava os dados na memória do dispositivo.
Erase	Apaga o registro do pacote na memória do dispositivo.
Discovery	Envia o pacote de confirmação de presença de para o servidor.
Time	Grava a data e hora enviada no RTC do dispositivo.

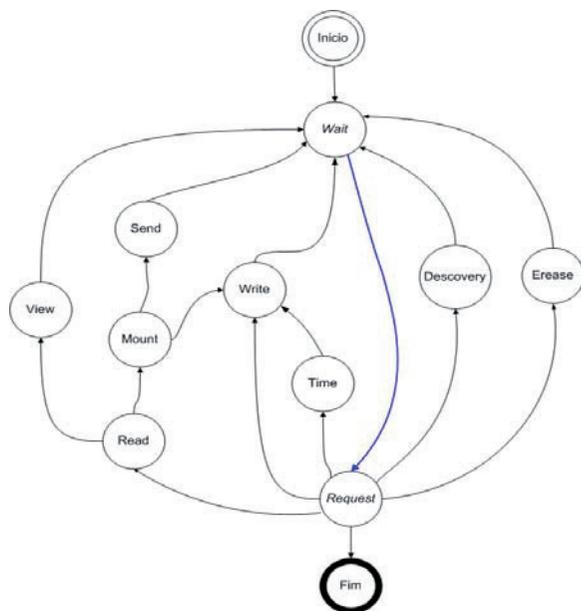


Figura 4: Diagrama de estados do protocolo.

Na Figura 5 apresenta-se a o fluxo da comunicação entre os dispositivos e o servidor de aplicação, onde a transmissão dos pacotes é realizada através da rede sensores sem fio numa comunicação serial. Esse processo de comunicação é baseado no Gerenciamento de

Incidentes previsto na biblioteca ITIL, onde a leitura dos itens de configuração pré-estabelecidos para cada tipo de dispositivo (leitura dos sensores) determina a ocorrência de incidentes.

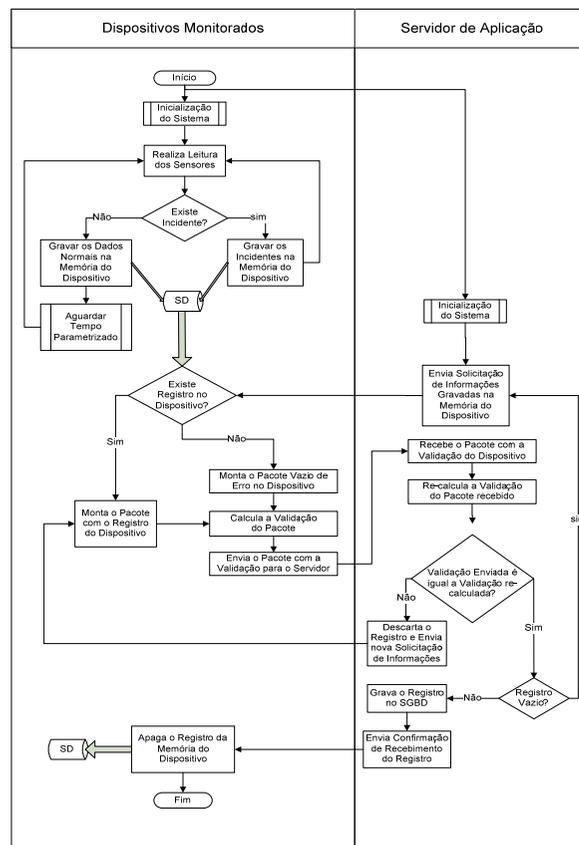


Figura 5: Fluxo de informação entre os dispositivos e o servidor de aplicação.

5 A construção do modelo

Esta seção apresenta os componentes utilizados na construção do modelo de gestão de predição de falhas no gerenciamento da infraestrutura de *Datacenter*. São apresentados os detalhes das atividades de pesquisas realizadas, bem como as implementações adotadas nos módulos de gestão propostos no modelo.

5.1 Módulo de gestão de hardware

Os dispositivos *End Device*, *Rack Device* e *Power Device* do modelo previstos foram implementados e possuem funcionalidades e arquiteturas semelhantes, embora suas aplicações sejam diferentes. O desenvolvimento foi realizado a partir da elaboração do diagrama de blocos e do esquema elétrico de cada tipo de dispositivo. Na Figura 6 apresenta-se o diagrama de blocos comuns a todos os dispositivos.

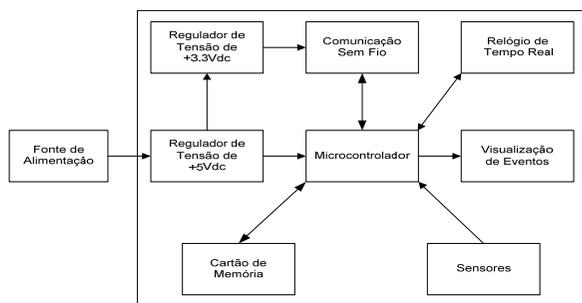


Figura 6: Diagrama de Blocos dos dispositivos.

5.1.1 Fonte de Alimentação

Todos os dispositivos possuem uma fonte com dois níveis de tensões reguladas e estabilizadas em +5Vcc e +3.3Vcc. O primeiro nível de tensão é responsável por alimentar a os blocos de microcontrolador, relógio de tempo real, sensores, visualização de eventos. O segundo nível de tensão é responsável por alimentar a comunicação sem fios e o Cartão de Memória. Os dispositivos do tipo *End Device* possuem origem energética a partir das tensões do equipamento (Vdc), e os equipamentos dos tipos *End Device* e *Rack Device* possuem origem energética a partir da rede elétrica (Vac).

5.1.2 Microcontrolador

Os processos como leitura de sensores, armazenamento, comunicação com a rede sem fio, visualização de eventos no visor LCD ou GLCD e outras operações são realizadas através de instruções programadas e embarcadas no microcontrolador. Os dispositivos *End Device* e *Power Device* foram projetados com microcontroladores idênticos e dispositivo *Rack Device* traz um microcontrolador com mais pinos de entradas e saídas.

5.1.3 Relógio de Tempo Real

O bloco responsável pela manutenção da data e hora do sistema que será sincronizada em todos os dispositivos a partir do servidor de aplicação.

5.1.4 Comunicação sem fio

Através do bloco comunicação sem fio é estabelecida a transmissão de dados com o servidor de aplicação através de módulos Xbee com conexão ponto-multiponto formando a Redes Sensores Sem Fio - RSSF.

5.1.5 Cartão de Memória

A eficiência na aquisição de dados pelos sensores é garantida pelo bloco cartão de memória, onde são gravadas as informações coletadas pelos sensores, mesmo que a rede de comunicação não esteja disponível.

5.1.6 Visualização de Eventos

O bloco de visualização de eventos estabelece a para comunicação visual entre os dispositivos e os usuários do sistema com a utilização de LEDs, Display LCD e Display Gráfico. Os status dos eventos podem ser visualizados, entre eles, os status de ligado, gravação, leitura, proteção, programação e comunicação.

5.1.7 Sensores

Os sensores de tensão, corrente, temperatura e umidade foram desenvolvidos para os dispositivos do modelo proposto. O dispositivo *End Device* possui sensores de temperatura e tensão de corrente contínua, o dispositivo *Power Device* possui apenas sensores de tensão para corrente alternada e o dispositivo *Rack Device* possui sensores de tensão, corrente, temperatura e umidade.

5.1.8 Dispositivos desenvolvidos

Os dispositivos *End Device*, *Rack Device* e *Power Device* foram prototipados e implantados. A sincronia foi implementada nos dispositivos através de códigos embarcados nos seus microcontroladores. Desta forma, à solicitação do servidor da aplicação, os dispositivos são sincronizados para a realização conjunta e ordenada de suas tarefas.

Na sequência é detalhado através de imagens o *End Device*.

5.1.8.1 End Device

O dispositivo *End Device* foi desenvolvido para ser instalados em baias de 5¼ dos servidores legados do *Datacenter*.

Na Figura 7 e na Figura 8 apresentam-se respectivamente o Layout do *End Device* e sua representação de forma tridimensional.

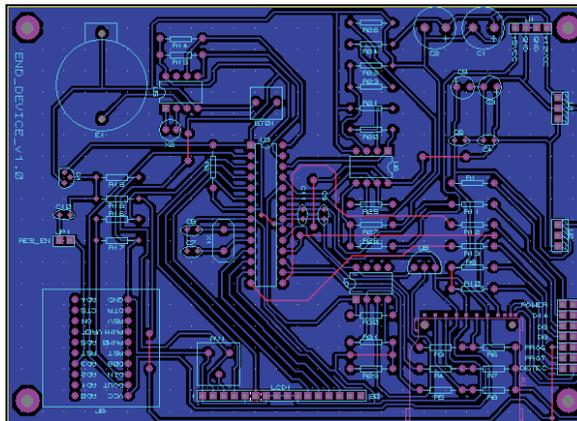


Figura 7: Layout do dispositivo *End Device*.

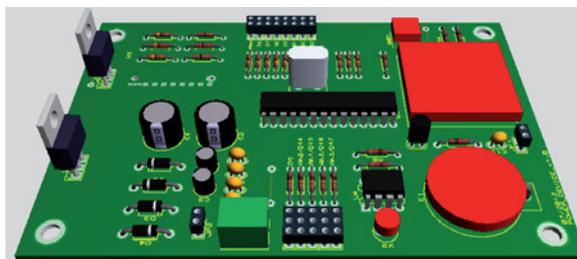


Figura 8: Representação tridimensional do dispositivo *End Device*.

A Figura 9 apresenta o do *End Device* pronto numa imagem de seus componentes. A Figura 10 é a sua parte frontal evidenciando o display de LCD.

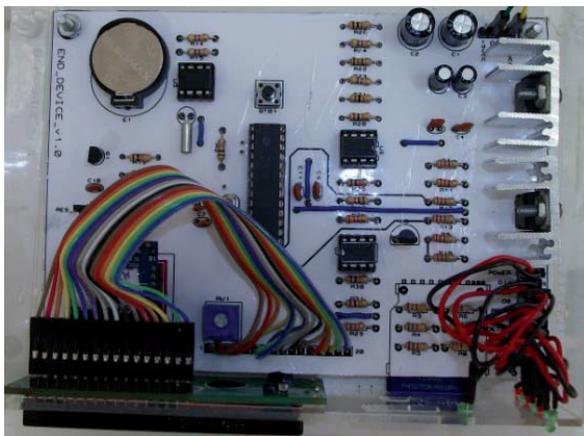


Figura 9: Os componentes do *End Device* pronto.

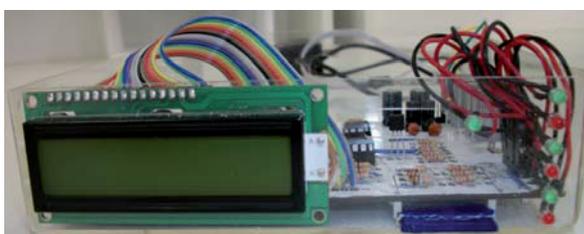


Figura 10: Parte frontal do *End Device*.

6 Implantação dos dispositivos no Datacenter do CEPROMAT

O Centro de Processamento de dados do Estado de Mato Grosso – CEPROMAT através da Lei nº 8.199, de 11 de novembro de 2004 foi instituído gestor como Sistema Estadual de Informação e Tecnologia da Informação do Estado e sua infraestrutura ficou disponível para todos os órgãos do Governo do Estado de MT.

Em fase de implantação, os dispositivos estão sendo instalados no *Datacenter* do órgão e em breve poderemos analisar os dados gerados num estudo de caso real. A Figura 11 mostra o ambiente atual do *Datacenter*.



Figura 11: Ambiente de servidores do *Datacenter* do CEPROMAT.

No *Datacenter* do CEPROMAT existem 22 (vinte e dois) equipamentos servidores em operação que fazem parte do legado empresa, na Figura 12 apresentam-se esses

equipamentos que não possuem nenhum tipo de gerenciamento de infraestrutura em nos termos definidos pelo modelo proposto neste projeto.



Figura 12: Ambiente de servidores legado do *Datacenter* do CEPROMAT

O modelo de gestão de predição de falhas no gerenciamento de infraestrutura de *Datacenter* – PROGRIDA está sendo implementado no *Datacenter* do CEPROMAT. Na Figura 13 e na Figura 14 apresentam-se as imagens dos dispositivos de sensoriamento que estão sendo instalados nos equipamentos do *Datacenter*.



Figura 13: *Power Device* e *Rack Device* instalados e operando.



Figura 14: *End Devices* instalados e operando.

7 Considerações Finais

O estudo dos conceitos de *Datacenter* e das tecnologias envolvidas no modelo, foram decisivos na sua elaboração, o que resultou num conjunto conciso, eficiente e com custo-benefício favorável.

No modelo apresentado, seguindo as referências constantes na biblioteca ITIL de boas práticas em gerência de infraestrutura de TI, estão inclusos os módulos de Gestão Hardware, de Comunicação, da Aplicação. A grande contribuição desse trabalho está na gestão da infraestrutura e segurança de forma integrada aos demais módulos utilizado no modelo de monitoramento.

Os resultados obtidos na fase de implementação, que dão sustentabilidade à proposta de gestão, foram baseados na interatividade inicialmente prevista, sendo possível a predição de falhas no gerenciamento da infraestrutura do *Datacenter*.

Na construção da validação dos módulos do modelo inicialmente proposto foram realizadas algumas implementações e diversos episódios mostraram que o modelo de monitoramento auxiliou na detecção de falhas no gerenciamento da infraestrutura corporativa do Centro de Processamento de Dados do Mato Grosso. Isto evidencia a relevância e aplicabilidade do projeto que por hora se mostra bastante adequado à tarefa no que se refere ao seu custo de implantação e eficiência do modelo.

Referencias bibliográficas

- [ANSI05] ANSI, TIA/EIA-942. Telecommunications Infrastructure Standard for Datacenters, 2005.
- [Ashrae05] Ashrae. Datacom Equipment Power Trends and Cooling Applications. In: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 124p. Atlanta: 2005.
- [Kumbakara08] Kumbakara, N. Managed IT services: the role of IT standards. In: Information Management & Computer Security, Vol. 16 Iss: 4, p.336 – 359: 2008.
- [Ramalho10] Ramalho, L. A. Metodologia de experimentos didáticos de aplicações Zigbee. Trabalho de Conclusão de Curso (Redes de Computadores), IFMT, Cuiabá-MT, 2010.
- [Ramalho & Oliveira10] Ramalho, L. A. & Oliveira, R. Rede de sensores como suporte à pesquisa – Análise ambiental integrada da sub-bacia Sangue-Arinos (MT). In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (III SIMGEO), Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.
- [Sahai03] Sahai, A. et al. Specifying and Monitoring Guarantees in Commercial Grids Through SLA. In: Proceedings of the 3rd IEEE/ACM Internacional Symposium on cluster Computing and the Grid (CCGRID '03), p. 1- 8, 2003.