

Proposta de aplicação das RSSF's na detecção de Roda Quente em Ferrovia

Alexandre Rocha Grossi – agrossi@gmail.com

Rua Paulino de Melo, 25 Bairro São José

Barbacena – MG CEP 36205-038

Orientador Gustavo Campos Menezes

Membros da Banca Reinaldo Silva Fortes e Eduardo Macedo Bhering

Resumo: Tendo em vista o aumento do fluxo de transporte utilizando a ferrovia, o mesmo não pode apresentar falhas, sendo assim esta sendo proposto uma solução para um dos problemas mais graves na ferrovia, que é a roda quente, que pode causar o descarrilhamento de uma composição. Assim esta sendo proposto à utilização de um nó sensor sem fio, para transmitir as informações de temperatura da roda, quando essa passa por um determinado local, avisando ao condutor da composição que uma determinada roda esta quente. Evitando assim transtornos para a circulação de trens.

1 – Introdução

Na ferrovia, devido ao aumento do fluxo de transporte e a grande quantidade de carga que é transportada não são admitidas falhas, pois os transtornos são imensos, tendo em vista alguns problemas na ferrovia uma que chama a atenção é o problema do aquecimento da roda de um vagão que pode causar sérios danos ao fluxo de transporte quando essa roda se danifica. Para evitar esse problema, é possível e viável a utilização de nó sensor sem fio para detectar e enviar a informação do aquecimento da roda, tendo em vista o custo e a facilidade de utilização do mesmo.

1.1 – Conceitos

Para um melhor entendimento do texto, segue abaixo uma lista de abreviações, siglas e conceitos utilizados.

- Vagão – Componente que transporta materiais na ferrovia.
- Sapata de freio – Componente do sistema de freio do vagão que entra em contato diretamente com a roda para realizar a frenagem.
- Rodeiro – Estrutura formada por duas rodas e que sustenta o vagão.
- CCO – Centro de Controle Operacional.

1.2 – Causas de roda quente

Devido as grandes distâncias percorridas por um vagão, sua roda é o equipamento que mais problemas podem sofrer, sendo que o principal é o aquecimento.

Esse aquecimento pode ser causado por problemas no sistema de freio, que ficando acionado indevidamente causa atrito constante entre a roda e a sapata de freio vindo a aquecer a roda.

O rolamento interno de uma roda, também pode causar o aquecimento da mesma devido a desgaste do rolamento ou a defeitos no mesmo.

Ocorrendo esse aquecimento o rodeiro pode sofrer fraturas ou quebras e vir a descarrilhar causando sérias perdas materiais e pessoais, evitar esses problemas e de suma importância para a ferrovia. Como mostra a figura 1.



Figura 1 – Foto de um rodeiro descarrilhado.

2 – Situação Atual

Hoje são utilizados dois dispositivos colocados ao longo da linha, que medem a radiação infravermelha emitida pelas rodas e rolamentos. Quando o trem passa, é feito um disparo que analisa as condições de temperatura. Caso exista algum problema, é acionado um alarme que avisa tanto o maquinista, quanto o CCO e, dependendo do caso, a composição é parada imediatamente para que as correções sejam feitas. Os dispositivos são:

- O Hot Wheel responsável pela avaliação e manutenção das rodas em operação.
- O Hot Box tem realiza o controle dos rolamentos.

2.1 – Custo

Esses dispositivos são produzidos pela GE e apresentam custo aproximado de \$90.000,00 (noventa mil dólares) cada.

Devido a esse custo hoje na MRS Logística SA – concessionária que controla, opera e monitora a Malha Sudeste da Rede Ferroviária Federal. A empresa atua no mercado de transporte ferroviário desde 1996, quando foi constituída, interligando os estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo. São 1.674km de malha - trilhos que facilitam o processo de transporte e distribuição de cargas numa região que concentra aproximadamente 65% do produto interno bruto do Brasil e estão instalados os maiores complexos industriais do país. Pela malha da MRS também é possível alcançar os portos de Sepetiba e de Santos (o mais importante da América Latina) – estão instalados ao todo 13 pontos distribuídos por toda a malha, sendo quatro detectores para rodas e rolamentos e nove somente para rolamentos.

3 – Proposta

Tendo em vista a grande capacidade de sensoriamento de um nó sensor, esta sendo proposto à utilização de nós sensores para controlar o aquecimento das rodas e dos rolamentos, vistos que o mesmo pode detectar com facilidade o calor de um corpo próximo do sensor.

3.1 – Nó sensor sem fio

Os nós sensores sem fio são dispositivos autônomos equipados com capacidades de sensoriamento, processamento e comunicação. Os nós coletam dados via sensores, processam localmente ou coordenadamente entre vizinhos podendo enviar a informação para o usuário ou, em geral para um data sink, que é um dispositivo que armazena todos os dados transmitidos, também conhecido como depósito de dados.

A figura 2 mostra alguns nós sensores desenvolvidos através de projetos acadêmicos.

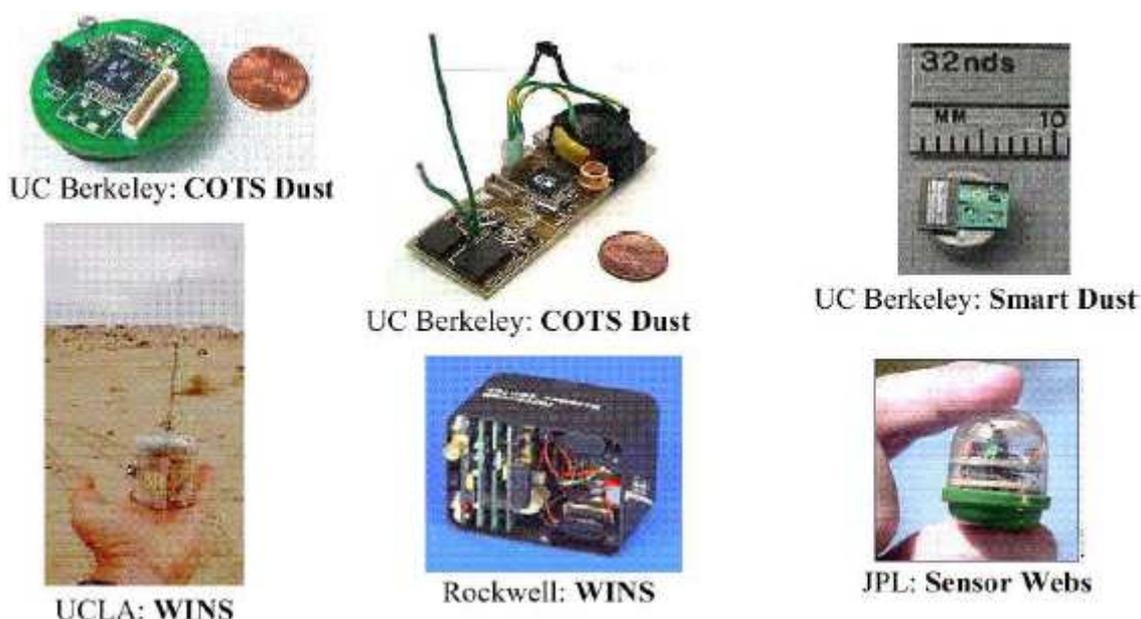


Figura 2 – Nó sensores desenvolvidos em projetos acadêmicos.

Um nó sensor é composto por dispositivo de sensoriamento, memória, processador, bateria e transceptor (figura 3).

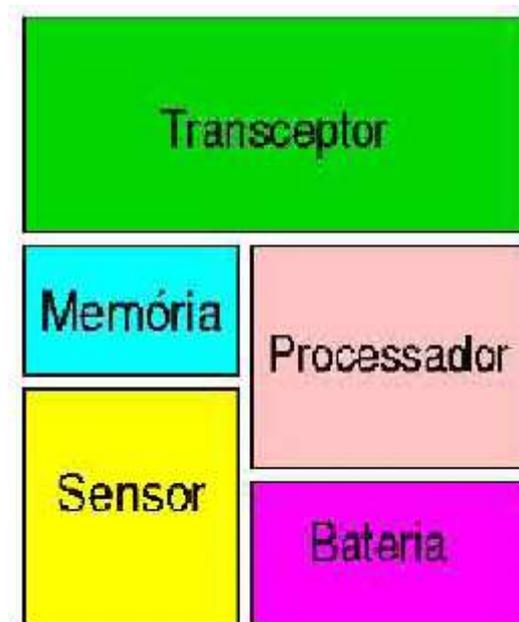


Figura 3 – Estrutura de um nó sensor.

O dispositivo sensor produz de forma mensurável a uma mudança de condição física, por exemplo, temperatura, pressão, campo magnético, presença ou ausência de movimento, áudio e vídeo. Esses dispositivos têm características físicas e teóricas diferente, sendo assim vários nós sensores são encontrados no mercado. Os principais tipos de nós são:

- Temperatura: monitora temperatura;
- Magnetômetro: monitora o campo magnético;
- Luz: monitora a luminosidade;
- Pressão: monitora pressão, pode ser utilizado para monitorar altura;
- Umidade: monitora a umidade.

A memória e o processador estão envolvidos nas atividades computacionais do nó sensor, sendo que quanto maior for à frequência do processador maior será o consumo de energia, esse consumo pode ser medido pelo número dos ciclos de clock destinado as operações do sensor como processamento de sinas e verificação de códigos de erros. Dentre as características do processador e da memória as principais são: trabalham em baixa frequência, normalmente 4 MHz, possuem baixo consumo de energia e baixa capacidade de armazenamento entre 4 e 128 KB.

A bateria possui a energia a ser utilizada pelo sensor que tem capacidade finita. Assim existe vários tipo de baterias utilizadas. As principais são: linear simples, lítio NR e lítio *Coin Cell*.

O transceptor faz a função de antena, amplificador, transmissor e receptor. Os tipos mais comuns de comunicação são:

- **Óptica (laser):** o transmissor utiliza raios laser para enviar a informação. Pode ser dividida em ativa e passiva. Tem como principal vantagem o baixo consumo de energia e como desvantagem a necessidade de que os nós estejam direcionados;

- **Rádio frequência (RF):** baseado em ondas eletromagnéticas com frequência variando de dezenas de kHz a centenas de GHz. O tamanho da antena deve ser pelo menos $\lambda / 4$, onde λ é o comprimento de onda, para aperfeiçoar a comunicação.

O consumo de energia depende da operação a ser efetuada pelo nó sensor, sendo que a transmissão consome mais energia que a recepção.

3.2 – Especificações Técnicas

Após estudar vários tipos e modelos de nós sensores, os desenvolvidos pela Universidade de Berkeley, conhecidos como Motes, formam os mais indicados para serem utilizados na ferrovia, visto que foram os únicos que apresentam sensores magnéticos e térmicos, que serão utilizados.

Os sensores Motes podem ser encontrados sob diversas formas, tamanhos e características. A primeira geração, implementada como projeto de tese de Seth Hollar em 2000, é conhecida como Macro Motes ou COTS dust Motes, em seguida temos Rene Motes e, finalmente, a última geração de desenvolvimento, formada pelos MICA Motes e Smart Dust. A Tabela 1 descreve as características mais frequentes dos nós sensores Motes.

Características	Descrição
Processador	Atmel AT90LS8535 micro controlador 4Mhz, 35 pinos (I/O), voltagem de operação de 2,7 a 5,5 V. Consome 19.2 mJ/s no modo ativo, 5.7 mJ/s <i>Idle</i> e menos de 3 μ J/s no modo <i>Sleep</i> (medidas para consumo com 4MHz, 3V e 20°C);
Comunicação	Rádio Transceptor RF 916,5 Mhz, com capacidade de transmitir em média 10Kbps. O dispositivo de comunicação mais comum é o TR1000, que possui gastos de energia com transmissão e recepção de 36 mJ/s e de 5,4 mJ/s a 14,4 mJ/s, respectivamente;
Sistema Operacional	TinyOS, que é um sistema operacional dirigido a eventos desenvolvido para os nós sensores. É designado para suportar as operações de concorrência intensiva requerida pelas redes de sensores, utilizando poucos recursos de hardware, já que ocupa apenas 178 bytes de memória;
Memória	8 KB de memória programável, 512B de memória SRAM para dados e 32KB de EEPROM.

Tabela 1 – Características gerais dos Sensores Motes. [Silva, Braga, Ruiz e Nogueira 2003].

Abaixo, segue as principais características dos Mica Motes, que serão utilizados nesse projeto. Sua escolha foi devido a fatores como: menor consumo de energia, maior capacidade de armazenamento e largura de banda para comunicação.

Características	Descrição
Transceptor	Rádio transceptor RFM TR1000 de 916 Mhz ou 433 Mhz, com taxa de transmissão de 50 Kbps;
Comunicação	Aproximadamente de 30 a 90 metros. Gasta 36mJ/s para transmitir dados e 5,4mJ/s para receber;
Bateria	Equipado com duas baterias AA. Energia Externa: 3,0V;
Sensores	Luz, temperatura, aceleração, sísmico, acústico e magnético;
Características Especiais	Expansão. Possui 51 pinos que permitem que outros elementos possam ser agregados ao sensor;
SO	Tiny OS;
Dimensões	Possui aproximadamente 5 cm ³ ;
Processador	O MICA Motes está equipado com micro controlador Atmega103 de 4Mhz e 8 bits, assim como os Motes tradicionais. O processador operando no modo ativo gasta cerca de 16,5mJ/s, 4,8mJ/s no modo Idle e no modo Sleep menos de 60J/s são necessários;
Memória	Contém uma memória Flash de 128KB, 4KB de RAM, 4KB de ROM e ainda uma memória Flash externa de 512 KB.

Tabela 2 - Características do Mica Motes. [Silva, Braga, Ruiz e Nogueira 2003].

Os MICA Motes são comercializados pela empresa Crossbow Technology, Inc., mas os preços não estão disponíveis ao público.

Com relação ao sensor térmico o mesmo trabalha com latência de alguns nano segundos, sendo ele totalmente viável no projeto. [Fairchild 1996].

3.3 – Projeto

O projeto consiste da utilização de dois nós sensores em uma posição da linha ferria, sendo que os mesmos transmitiriam as informações para uma estação base que se localizaria próxima aos sensores.

Os nós sensores seriam alimentados via fios que sairiam do subterrâneo da estação base, ligados diretamente aos sensores, mantendo-os sempre funcionando.

Os nós utilizariam dois sensores um térmico e um magnético, o primeiro para identificar quando uma roda esta quente e o segundo para identificar qual das rodas é a que apresenta aquecimento através da contagem das rodas que passam sobre o mesmo.

A estação base receberia os sinais via rádio frequência e analisaria a temperatura, sendo que se a temperatura ultrapassar o valor pré-determinado, acionará um rádio de comunicação VHF em uma das frequências já utilizadas pela ferrovia e informaria ao condutor da composição e ao CCO qual a roda esta quente, informando-lhe o número do vagão.

Todo vagão é composto por quatro rodeiros e cada rodeiro por duas rodas, ficando a cargo do condutor verificar o que esta causando o aquecimento.

A figura seguinte (figura 4) apresenta o esquema do projeto.

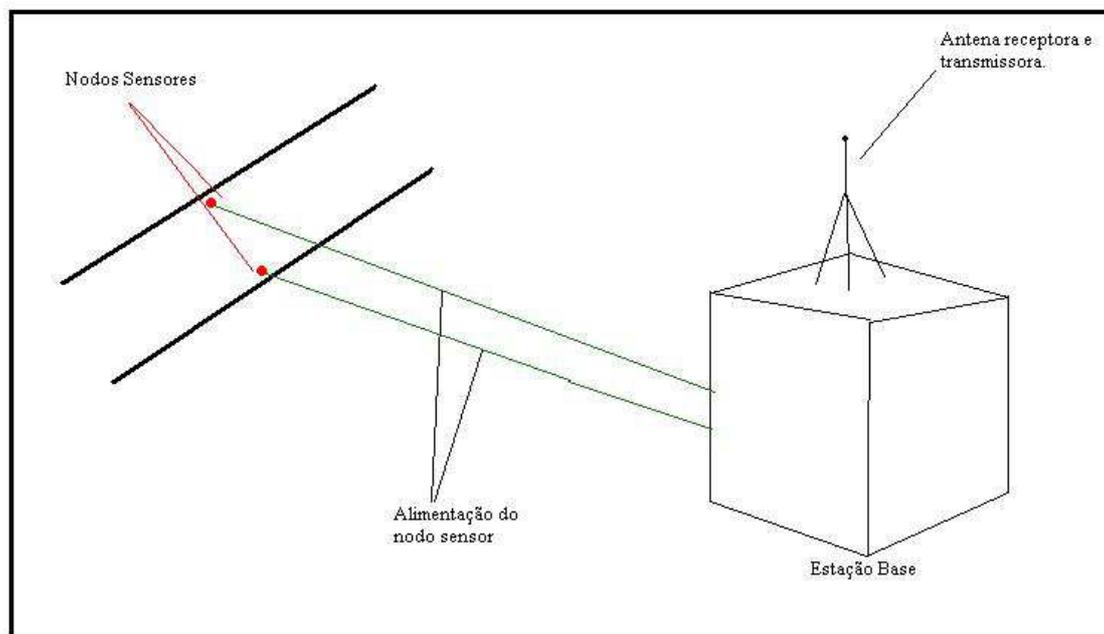


Figura 4 – Esquema do projeto.

3.4 – Custos

Devido ao grande custo dos equipamentos hoje utilizados cerca de \$90.000,00 cada um dos aparelhos, hot box e hot wheel, os nós sensores sem fios são uma excelente opção tendo em vista o baixo custo dos mesmo algo em torno de \$150,00 cada sensor.

Os sensores têm uma viabilidade econômica muito grande além de sua alta viabilidade técnica demonstrada anteriormente. E ainda um sendo eles de dimensões reduzidas que diminui a incidência de ação de vandalismo.

Abaixo segue tabela (tabela 3) de preços de alguns tipos de Mica Motes e suas dimensões.

Motes	Dimensões (cm)	Custo (Dolar)
CCR Motes	2.97 x 2.97 x 1.27	\$50
Laser Motes	2.54 x 2.54 x 5.14	\$91
RF Motes	7.62 x 2.54 x 1.27	\$172
WeC Motes	3.81 (diâmetro) x 1.27	\$55

Tabela 3 – Dimensões e Custo Mica Motes. [Silva, Braga, Ruiz e Nogueira 2003].

4 – Conclusão

A utilização de nós sensores para detecção de roda quente é uma forma fácil e prática, a fim de se evitar problemas durante o trajeto de uma composição ferria, sendo que os transtornos causados por esse problema vão desde prejuízos materiais até pessoais.

A utilização dos nós sensores traz vários benefícios para a ferrovia, tornando-a mais confiável e pode aumentar a quantidade de empresas interessadas no transporte de qualidade oferecido pela ferrovia.

Sendo totalmente viável tecnicamente a utilização tendo em vista a qualidade técnica do só sensor. E também é viável econômica visto que o custo do projeto é bem a baixo do valor de \$90.000,00 preço esse dos equipamentos hoje utilizados.

5 – Bibliografia

Silva, F. A., Braga, T. R. M., Ruiz, L. B., Nogueira, J. M. S. (2003) “Relatório Técnico 001/2003 - Tecnologia de Nodos Sensores Sem Fio”,
<http://www.sensornet.dcc.ufmg.br/Publicacoes/pesquisanodosRT2003.pdf>, novembro de 2005.

Loureiro, A. A. F., Nogueira, J. M. S., Ruiz, L. B., Mini, R. A. F., Nakamura, E. F., Figueiredo, C. M. S. “Redes de Sensores Sem Fio”,
<http://www.dcc.ufmg.br/~loureiro/cm/docs/sbrc03.pdf>, novembro de 2005.

MRS Logística SA. (2005) “Site da Empresa”, <http://www.mrs.com.br>, novembro de 2005.

Fairchild Semiconductor TM. (1996) “Data Shell do Sensor Térmico”
<http://www.fairchildsemi.com/ds/ND/NDS8858H.pdf>, dezembro 2005.