

TRANSMISSÃO DE DADOS UTILIZANDO TECNOLOGIA CELULAR⁽¹⁾

Guilherme Camargo (2)
Alexandre Nogueira (3)

Resumo

A aplicação da tecnologia wireless tem crescido verticalmente na área de automação, desempenhando um papel fundamental na integração de processos nas indústrias de metalurgia. Em paralelo, a telefonia celular avança pelo mundo, tanto no aspecto geográfico, alcançando pontos de cobertura de difícil acesso, quanto no aspecto político-econômico com a unificação das principais operadoras nacionais e internacionais. Sob este ponto de vista, este trabalho tem como objetivo alinhar a necessidade de transmissão de dados das empresas de mineração aproveitando o crescimento da cobertura celular do país. Serão abordados os tipos de padrões existentes na frequência da telefonia celular, assim como os canais, protocolos e equipamentos disponíveis. Um cenário comparativo será elaborado, levantando os principais critérios de relevância como velocidade de transmissão, cobertura, segurança, manutenção e custo. Após a análise da tecnologia, será levantada sua aplicabilidade em processos específicos da mineração. Serão desenhadas arquiteturas que possam aproveitar os recursos desta tecnologia, tanto na parte de hardware e software. A utilização da banda celular para transmissão de informações, tornou-se uma opção em soluções pontuais e de baixa frequência de coleta de dados. Aproveitar a infra-estrutura instalada, conduz em uma nova onda: a terceirização da aquisição de dados remotos.

Palavras-chave: wireless, integração, automação e celular

(1) Trabalho a ser apresentado no VIII Seminário de Automação de Processo da ABM - Outubro de 2004 – Belo Horizonte – MG – Brasil

(2) Gerente de Soluções - CONTRASTE

(3) Gerente de Contas - CONTRASTE

1 Introdução

O trabalho será estruturado em quatro partes: Alinhamento de conceitos da tecnologia, Estratégia das operadoras na área de dados, Aplicabilidade da tecnologia em soluções de metalurgia e Conclusão.

No alinhamento de conceitos serão discutidos os padrões disponíveis no mercado mundial, focando em pontos como velocidade de transmissão, área de cobertura e segurança. Esta parte também irá nortear o mercado e quebrar paradigmas.

As divisões de dados das operadoras nacionais estabeleceram soluções prevendo uma demanda para atender as empresas que necessitam de tecnologia de ponta para esta área. Para isso será abordado o hardware disponível para desenvolver estas soluções e política de serviços das operadoras.

A aplicabilidade é extensa em diversas áreas de metalurgias, principalmente da parte de logística, mas será estudado o caso das mineradoras que possuem sua própria rede de distribuição para auxiliar a integração de processos.

A conclusão será baseada nos benefícios percebidos a partir das aplicações da tecnologia, considerando critérios de eficiência e custo.

2 Objetivo

O objetivo da realização do trabalho é criar alternativas na disciplina de comunicação remota entre *sites* na área de automação de processos. Para atingir este objetivo será analisada a disponibilidade e evolução das tecnologias, os serviços ofertados pelas operadoras e a necessidade em aplicações específicas das empresas de metalurgia.

3 Sistemas Celulares

3.1 Introdução

Os sistemas celulares são classificados na categoria WWAN (Wireless Wide Area Networks) e são divididos por gerações conforme sua evolução:

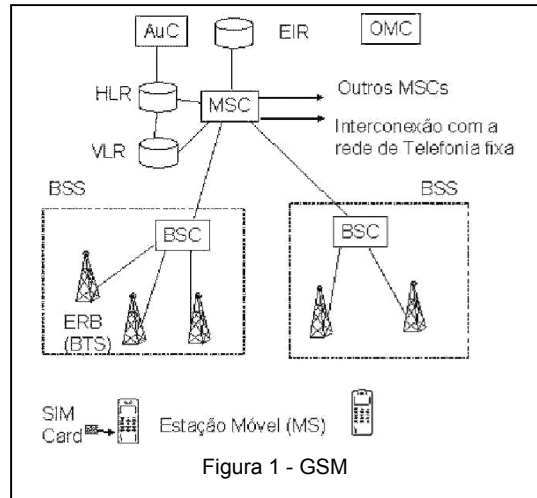
Tabela 1 - Sistemas

- | | |
|-------------|--|
| 1G | Sistemas analógicos como o AMPS. Taxa de transmissão: média de 19,2 Kbps |
| 2G | Sistemas digitais como o GSM (cartão SIM), CDMA (IS-95-A) ou TDMA IS-136. |
| 2,5G | Sistemas celulares que oferecem serviços de dados por pacotes e sem necessidade de estabelecimento de uma conexão (conexão permanente) a taxas de até 144 kbps. São um passo intermediário na evolução para 3G. Os principais sistemas são o GPRS e extensões do CDMA. |
| 3G | Sistemas celulares que oferecem serviços de dados por pacotes e taxas de até 2 Mbps. Os principais sistemas são o WCDMA e o CDMA 1xEV. |

3.2 Tecnologia GSM

O GSM (Global System for Mobile Communication) é um padrão digital de segunda geração do celular desenvolvido na Europa e adotado na maior parte do mundo.

Desenvolvido inicialmente para a faixa de 900 MHz, o GSM teve posteriormente uma versão adaptada para as faixas de 1800 e 1900 MHz. O GSM tem a estrutura básica dos sistemas celulares e oferece as mesmas funcionalidades básicas dos demais sistemas celulares associadas à mobilidade como roaming e handover entre células. A arquitetura de referência de um sistema GSM é apresentada na figura ao lado.



Mobile Station (MS) : Ou Estação Móvel é o terminal utilizado pelo assinante quando carregado com um cartão inteligente conhecido como SIM Card ou Módulo de Identidade do Assinante (Subscriber Identity Module)

Base Station System (BSS) : É o sistema encarregado da comunicação com as estações móveis em uma determinada área. É formado por várias Base Transceiver Station (BTS) ou ERBs, que constituem uma célula, e um Base Station Controller (BSC), que controla estas BTSs

Mobile-Services Switching Centre (MSC) : Ou Central de Comutação e Controle (CCC) é a central responsável pelas funções de comutação e sinalização para as estações móveis localizadas em uma área geográfica designada como a área do MSC.

Home Location Register (HLR) : Ou Registro de Assinantes Locais é a base de dados que contém informações sobre os assinantes de um sistema celular.

Visitor Location Register (VLR) : Ou Registro de Assinantes Visitantes é a base de dados que contém a informação sobre os assinantes em visita (roaming) a um sistema celular.

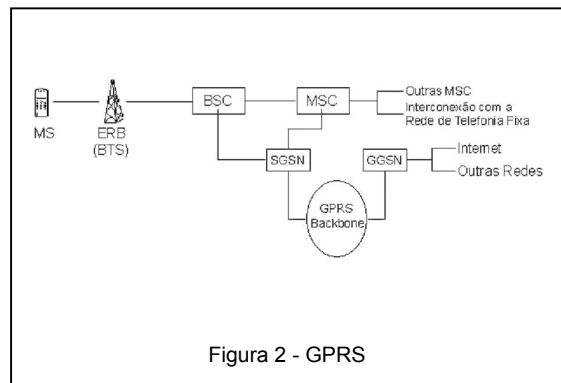
Authentication Center (AUC) : Ou Centro de Autenticação é responsável pela autenticação dos assinantes no uso do sistema.

Equipment Identity Register (EIR) : Ou Registro de Identidade do Equipamento é a base de dados que armazena a Identidade Internacional do Equipamento Móvel (IMEI) dos terminais móveis de um sistema GSM.

Operational and Maintenance Center (OMC) : Ou Centro de Operação e Manutenção é a entidade funcional através da qual a operadora monitora e controla o sistema.

GPRS

O GPRS (General Packet Radio Service) é um serviço para comunicação de dados que permite a estação móvel uma conexão a Internet sem a necessidade de se estabelecer uma chamada telefônica (always on). Este serviço pode utilizar até os 8 time slots de uma canal GSM de 200KHz o que implica em uma taxa que teoricamente poderia chegar a 115 kbit/s. A arquitetura do sistema é representada ao lado.



EDGE

O EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) é um padrão desenvolvido para aumentar a taxa de dados para serviços oferecidos pela rede GSM. Este aumento é obtido pelo uso de um novo tipo de modulação (8 BPSK) para a portadora dos canais de RF em substituição a usada atualmente 0,3GMSK. É possível desta forma oferecer 48 kbit/s por slot de tempo o que possibilitaria o oferecimento de conexões IP de até 384 kbit/s. Esta solução mantém a estrutura básica de canalização do GSM implicando na instalação de transceptores com modulação 8 BPSK para os canais de RF dedicados a esta aplicação.

3G

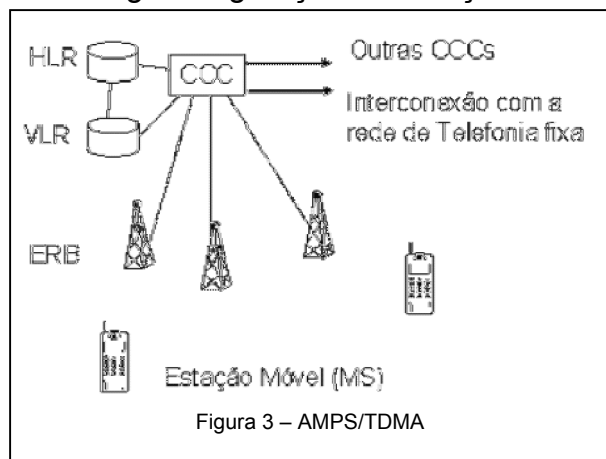
A evolução do GSM para serviços de terceira geração com taxas de dados de até 2 Mbit/s vem sendo padronizada pelo 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Esta evolução exigiu a definição de um novo padrão para a interface entre Estação Móvel e ERB com canais de RF de 5MHz. Este novo padrão (WCDMA) implicará em mudanças na estrutura de canalização do GSM exigindo uma banda adicional de frequências para implementação do serviço por parte das operadoras mantendo, no entanto, a compatibilidade e demais interfaces da arquitetura GSM.

A adoção do GSM pelas operadoras no Brasil tem impacto não apenas na interface rádio, o que exige novos terminais GSM, mas na rede nacional de roaming que é atualmente baseada nos IS-41 para os sistemas AMPS, TDMA e CDMA. A sinalização de roaming do GSM é feita através do protocolo MAP como suporte do SS#7.

3.3 Tecnologia AMPS / TDMA

A primeira Geração de Sistemas Celulares, formada por sistemas analógicos, estabeleceu a estrutura e funcionalidades básicas associadas a estes sistemas como roaming e handover entre células. O AMPS (Advanced Mobile Phone System) desenvolvido pelo Bell Labs nos Estados Unidos (1979) entrou em operação naquele país em 1983 tornando-se o sistema analógico dominante a nível mundial. O crescimento da utilização de sistemas celulares levou a necessidade do aumento da capacidade destes sistemas tendo sido este o grande motivador nos Estados Unidos para o desenvolvimento dos sistemas digitais de segunda geração. A solução TDMA surgiu como uma opção que mantinha compatibilidade com a arquitetura e canalização utilizada pelos sistemas AMPS tendo sido inicialmente chamada de DAMPS ou Digital AMPS. O AMPS e o TDMA (IS-136) apresentam, portanto, a mesma arquitetura básica apresentada na figura ao lado.

Quando os sistemas digitais de segunda geração (CDMA e TDMA) foram implantados, o AMPS passou a ser utilizado como uma alternativa para



complementar a cobertura destes sistemas, devido a sua extensa cobertura. Isto é possível pois os terminais móveis são duais TDMA/AMPS e CDMA/AMPS, podendo passar a operar automaticamente em AMPS quando o sistema digital não está disponível.

No Brasil todas as operadoras de Banda A mantêm canais AMPS em toda a sua área de cobertura, de modo a garantir o roaming nacional para todos os assinantes. Assim, um assinante da Telefonica Celular (Vivo), que utiliza o CDMA, ao viajar para o Rio Grande do Sul utilizará o serviço no modo AMPS pois as operadoras de Banda A e B naquele estado têm sistemas TDMA. Da mesma forma, um assinante de uma operadora de TDMA ao se dirigir a uma pequena cidade do interior de São Paulo, coberta apenas pela antiga Telesp Celular (padrão CDMA), terá que operar em modo AMPS. O roaming do TDMA ou do AMPS com sistemas GSM exigiria terminais duais, ou com três modos, e não está implementado no Brasil.

3.4 Tecnologia CDMA

CDMA é uma tecnologia que utiliza espalhamento espectral (Spread Spectrum) como meio de acesso para permitir que vários usuários compartilhem uma mesma banda de frequências. O CDMA permite uma melhor utilização do espectro possibilitando um aumento de capacidade dos sistemas celulares.

A família de normas da TIA IS-95 da Telecommunications Industry Association dos Estados Unidos padronizou os sistemas celulares digitais de segunda geração conhecidos popularmente como CDMA, ou cdmaOne e que são baseados no IS-95.

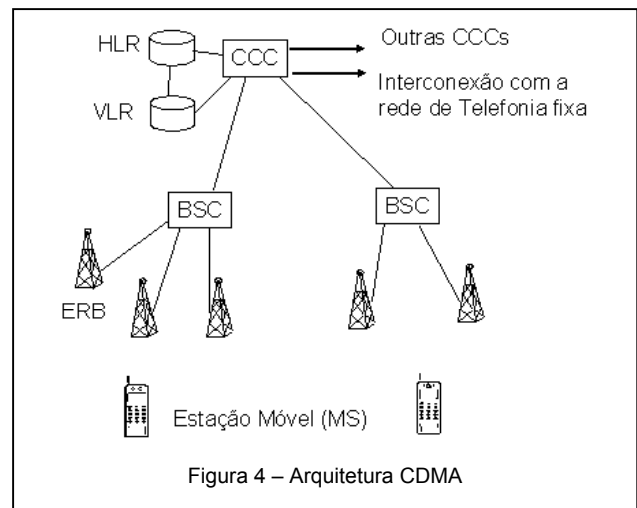
O CDMA tem a estrutura básica dos sistemas celulares e oferece as mesmas funcionalidades básicas associadas à mobilidade como roaming e handover entre células.

IS-41

O IS-41 é o protocolo desenvolvido pela TIA (Telecommunications Industry Association) dos Estados Unidos para implementar a sinalização entre redes celulares e possibilitar o roaming entre operadoras. Ele é o protocolo utilizado por sistemas baseados em padrões desenvolvidos pela TIA como AMPS, TDMA (IS-136) e CDMA (IS-95).

No Brasil, a rede nacional de roaming, que possibilita o roaming automático entre celulares das Bandas A e B, é baseada no protocolo IS-41.

O Protocolo IS-41 é dividido em duas partes: Serviços de Aplicação IS-41 e Serviços de Transferência de Dados.



Evolução do CDMA

Esta evolução para serviços de terceira geração com taxas de dados de até 2 Mbit/s vem sendo padronizada pelo 3rd Generation Partnership Project 2 (3GPP2) e mantém a compatibilidade com os sistemas IS-95 e sua estrutura de canais de RF de 1,25 MHz.

Estão sendo desenvolvidos os seguintes padrões:

Tabela 3 – Desenvolvimento de novos padrões

Geração	2 G	2,5 G	3G
Tecnologia	cdmaOne (IS-95 A e B)	CDMA2000 1X*	CDMA 1xEV-DO CDMA 1xEV-DV
Taxa de dados (teórica)	14,4 kbit/s	153 kbit/s	2,4 Mbit/s

* CDMA2000 1X= CDMA/IS-95-C, CDMA 1xRTT ou CDMA2000 1x.

4 Serviços

As operadoras nacionais segmentaram seus serviços em duas áreas : voz e dados. Contudo, a área de dados acompanha o crescimento dos celulares de voz, onde as ERBs de voz, podem ser aproveitadas para transmissão de dados. Atualmente temos o seguinte cenário do mercado nacional :

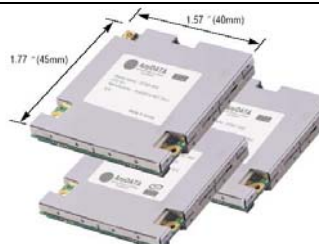
Tabela 4 – Mercado nacional

Celulares (Milhares)	Tecnologia	Março 2004		2003
Vivo	CDMA/TDMA	21.876	44,5%	44,8%
Claro	TDMA/GSM	9.957	20,3%	20,6%
TIM	TDMA/GSM	9.123	18,6%	18,0%
Oi	GSM	4.408	9,0%	8,4%
Outros	TDMA	3.779	7,7%	8,2%

Os serviços de dados, ao contrário de voz, são tarifados por Megabyte ou pacote de Megabyte. Em média o custo para o usuário é de menos de 1 real por Megabyte.

Além disso, as empresas de tecnologia em hardware, desenvolveram equipamentos e acessórios para notebooks, PDAs, celulares, CLPs e outros dispositivos, suportando esta nova área de serviços. Podemos citar os seguintes equipamentos:

Tabela 5 – Hardware CDMA

Modelo	Fabricante	Foto
DTSS- 800/1800/1900 : CDMA 2000 1xRTT WIRELESS MODEM <ul style="list-style-type: none"> • Protocolo IS-95A/B • Interface padrão RS-232E • Transmissão acima 153 Kbps • Envio e recebimento de SMS 	AnyDATA	


Modelo	Fabricante	Foto
EM-800/1800, EMII-800/1800/1900 e EMIII-DUAL (External CDMA modem) <ul style="list-style-type: none"> • Suporta transmissão de voz • Interface padrão RS-232C ou stand alone • Transmissão acima 153 Kbps • Envio e recebimento de SMS 	AnyDATA	

Tabela 6 – Hardware GSM

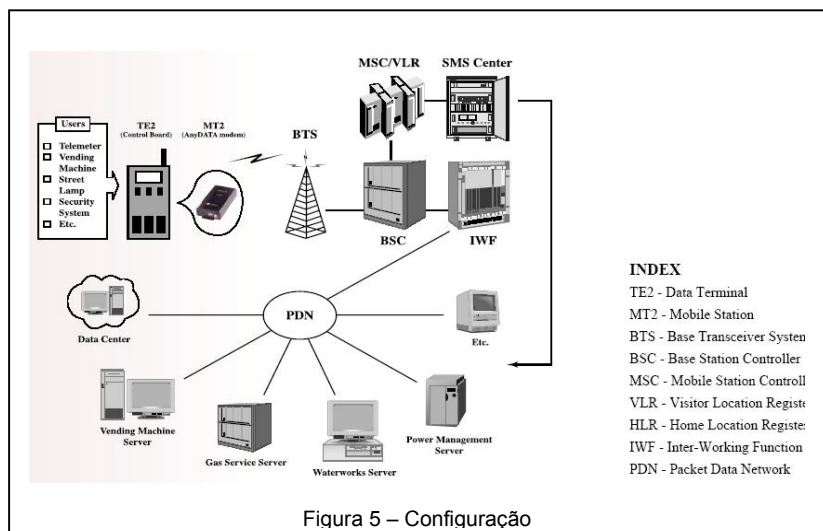
Modelo	Fabricante	Foto
SocketModemTM GSM/GPRS : Características: <ul style="list-style-type: none"> • GPRS Classe 10 com dupla banda de trabalho: 850/1900 ou 900/1800 GSM/GPRS 	MultiTech	
GMSSMC (GSM Smart Modem Controller) : Características : <ul style="list-style-type: none"> • Envio e recebimento de SMS • Comunicação serial padrão RS-232E • Velocidade de transmissão 19 Kbps • Controle remoto por comandos AT 	Klinkmann	

5 Aplicabilidade

Existem basicamente duas formas para utilizar a tecnologia em aplicações de automação de processos:

- Mensagens Curtas (SMS) de 126 bytes
- Pacotes de dados

As maiorias dos modems suportam os dois tipos. O SMS é indicado em mensagens de caráter informativo sem ação imediata, como alarmes ou logs, já que dependem de disponibilidade do canal, levando um tempo maior até alcançar o destino. No caso dos pacotes de dados, a transmissão possui uma arquitetura híbrida, onde os dados são disponibilizados pela rede do cliente ou internet.



Para implementar uma solução típica com os seguintes componentes:

- PDA com software aplicativo
- Modem CDMA ou GSM
- Servidor de dados com conexão Internet
- Serviço de pacote de dados (2 MB / mês) da operadora de telefonia celular.

Esta configuração realiza a comunicação ponto a ponto, onde o Servidor concentra dados provenientes do PDA, via conexão Internet. O custo aproximado de implantação desta solução, com hardware e software, giram entre 30K e 50K (U\$), sendo o custo anual do serviço da operadora menor que 1K (R\$). Estas estimativas caem conforme o avanço da consolidação da tecnologia e aumento de implantações.

6 Aplicações

6.1 Sistema de Controle de Pátios – Módulo Gestão de Ordens de Serviço (Módulo GOS)

O CONTRASTE TEPAT – Sistema de Telecomando de Pátio possui hoje diversos módulos para integração de pátios de manobras. O sistema foi desenvolvido para gerenciamento de pátio de manobra ferroviários, no entanto o Módulo de Gestão de Ordens de Serviço pode ser adaptado a outras condições.

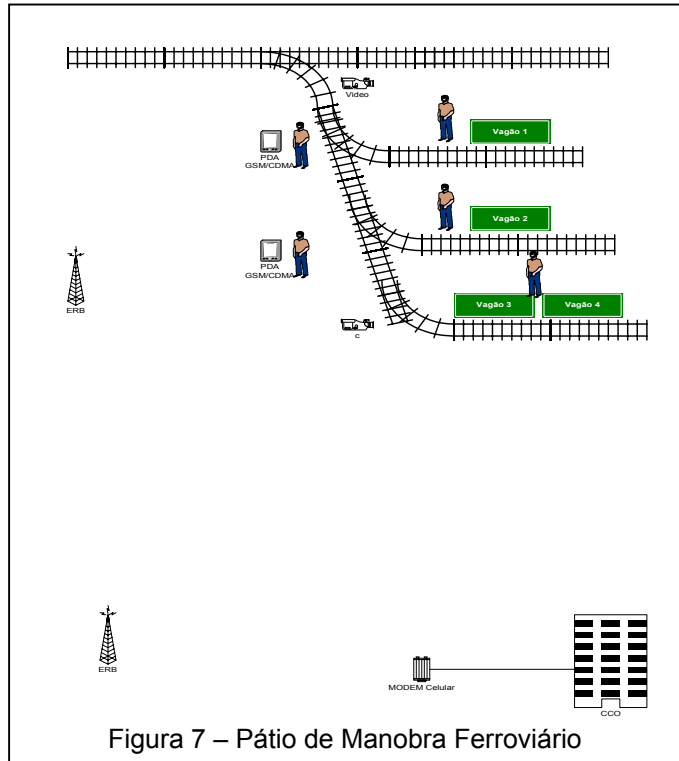
Basicamente o TEPAT possui as funcionalidades de Controle de equipamentos de via (Sinalização, posicionamento, etc), Controle de posicionamento de vagões e carga, Controle de despacho / percurso e Integração com sistemas de logística.



Com o módulo GOS, as funcionalidades são expandidas para Expedição de OS on-line, Recepção de posicionamento e finalização OS on-line, Fim da necessidade do despachador/manobreiro sair da área para devolver/recolher OS e Integração com painéis de aviso, impressoras, maquinas de chave, tudo via wireless – que é o foco deste trabalho.

6.2 Módulo GOS

- Montagem da OS pelo sistema TEPAT ou pelo CCO (movimentação de carga, carros, vagões ou materiais a serem executadas em campo)
- Envio da OS via rede wireless para o manobreiro/classificador no campo
- O Manobreiro recebe as OS e as lê diretamente no coletor de dados
- O TEPAT ou CCO é informado que o Manobreiro leu as informações
- O Manobreiro realiza as movimentações necessárias, baseado nas informações da OS



- O Manobreiro finaliza a OS e informa os desvios ao coletor de dados
- Automaticamente o TEPAT ou CCO recebem informações sobre o status das OS
- O sistema tem informações detalhas de:
 - Tempo de execução por OS
 - Tempo de estadia de vagões/carros/carga
 - Custo de estadia de cada vagão/carro/carga
 - Desempenho de cada manobreiro
 - Otimização do tempo de execução e para quem são enviadas as OS

7 Sistema de Movimentação, Entrada e Saída de Materiais - SMM

O Sistema de Controle de Entrada de Material gerencia automaticamente a entrada de caminhões, pesagem, classificação de material e saída dos caminhões.

A implantação deste tipo de sistema requer a implementação de uma rede sem fio para atender a todos os pontos de entrada e saída da indústria, bem como os pontos de balança e os pátios de classificação. Havendo na região cobertura celular digital, é possível a utilização da rede instalada das operadoras, reduzindo o custo com compra, instalação, dimensionamento e manutenção de redes sem fio proprietárias da empresa.

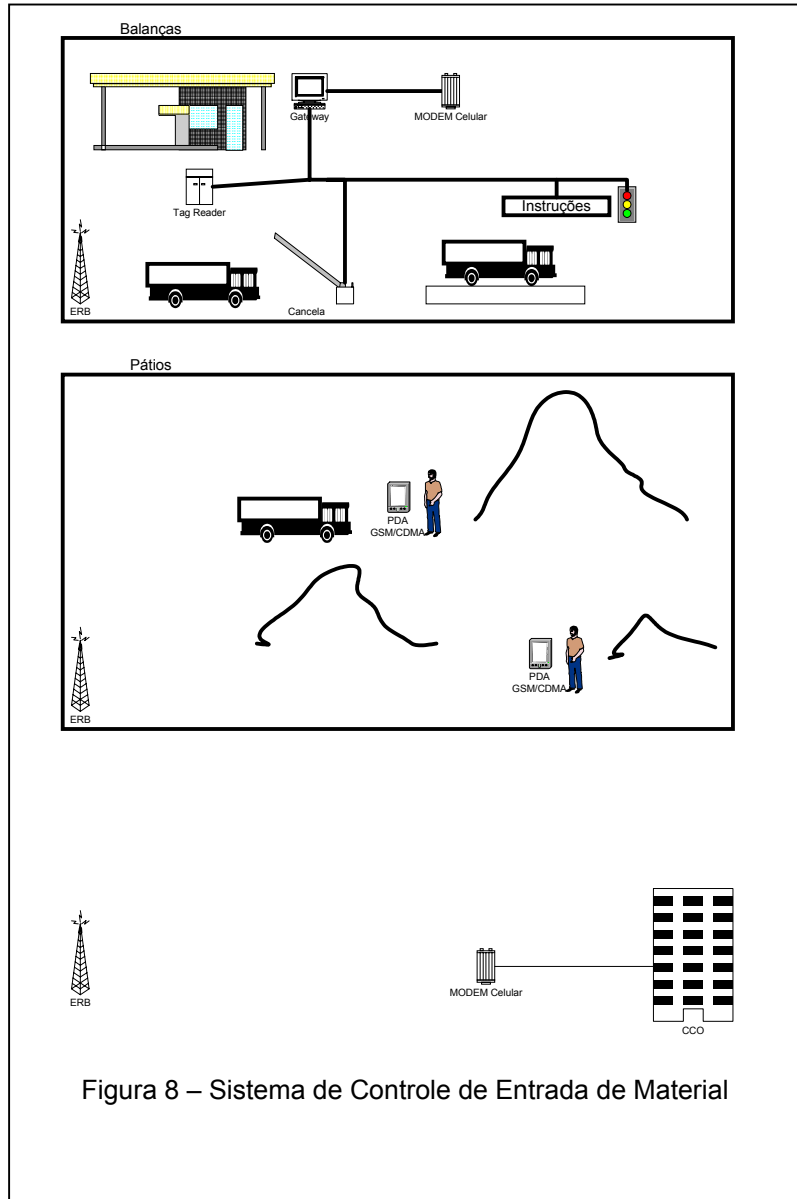


Figura 8 – Sistema de Controle de Entrada de Material

8 Conclusão

A comunicação de dados utilizando a rede celular já uma realidade consolidada e de fácil assimilação pelas equipes de tecnologia de informação da área de produção das empresas. Este tipo tecnologia se aplica automação de processos que vão além do domínio das empresas, como é o caso das empresas de mineração.

A maior vantagem é quanto ao seu baixo custo e qualidade de serviço ofertados para o mercado. Mas as principais desvantagens ainda são a falta de cobertura, diversidade de padrões e segurança. Isso é explicado porque o foco das operadoras ainda é o mercado varejo, que possui necessidades diferentes das empresas.

DATA TRANSMISSION WITH CELLULAR NETWORK (1)

Guilherme Camargo (2)

Alexandre Nogueira (3)

Abstract

The application of the technology wireless has grown vertically in the automation area, having played a basic paper in the integration of processes in the metallurgy industries. In parallel, the cellular telephony advances for the world, as much in the geographic aspect, reaching points of covering of difficult access, how much in the politician-economic aspect with the unification of the main national and international operators. Under this point of view, this work has as objective to line up the necessity data-communication of the mining companies being used to advantage the growth of the cellular covering of the country. The types of existing standards in the frequency of the cellular telephony will be boarded, as well as the canals, available protocols and equipment. A comparative scene will be elaborated, raising the main criteria of relevance as transmission speed, covering, security, maintenance and cost. After the analysis of the technology, will be listed its applicability in specific processes of the mining. Architectures will be drawn that can use to advantage the resources of this technology, as much in the part of the hardware and software. The use of the cellular band for transmission of information became an option in prompt solutions and of low frequency of collection of data. To use to advantage the installed infrastructure, leads in a new wave: outsourcing of acquisition of remote data.

Keyword: wireless, integration, automation and cellular

(1) Article to be presented on ABM's VIII Process Automation Seminary – October, 2004 – Belo Horizonte – MG – Brazil

(2) Gerente de Soluções - CONTRASTE

(3) Gerente de Contas - CONTRASTE