

**Felipe Bevilacqua – RM 56722**  
**Orientador: Prof. Dr. Jocel de Souza Rego**

---

**Monitoramento remoto de  
temperatura: Uma aplicação para  
veículos frigorificados**

---

**São Paulo**  
**2008**

**Faculdade de Informática e Administração Paulista**  
**Bacharelado em Sistemas de Informação**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

---

**Monitoramento remoto de  
temperatura: Uma aplicação para  
veículos frigorificados**

---

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Informática e Administração Paulista como parte da grade curricular e como requisito parcial para aprovação no curso de Sistemas da Informação.

Orientador: Prof. Dr. Jocel de Souza Rego

**São Paulo**

**2008**

## **AGRADECIMENTOS**

---

Agradeço a colaboração de meus pais, que sempre me incentivaram, principalmente durante esse período desafiador da minha vida e à minha namorada, que perdeu várias sessões de cinema aos fins de semana e ao ipod, que tocou constantemente para a concentração e longos tempos de dissertações de texto.

Agradeço também a Deus que me deu forças para continuar quando tudo estava dando errado e aos nossos excelentes e incomparáveis professores, os quais sempre estão a postos de nos oferecer ajuda, orientação, opinião e encaminhamento para um trabalho a nível de excelência e útil para um conhecimento acadêmico disponível a todos que se interessarem pelo estudo do mesmo.

Gostaria de acrescentar um agradecimento em especial ao Prof. Dr. Nivaldo Zafalon Jr. , o qual me ofereceu ajuda quando mais precisava, possibilitando a execução deste estudo, pois caso contrário, nada de concreto seria possível devido à alta complexidade e necessidade de estudos e aprofundamentos somente à ele conhecido.

## **DEDICATÓRIAS**

---

Dedico esse trabalho a minha família como mostra de esforço, estudo e dedicação à educação sempre oferecida e incentivada, a cada dia da minha vida.

## SUMARIO

---

AGRADECIMENTOS .....	3
DEDICATÓRIAS .....	4
SUMARIO .....	5
LISTA DE TABELAS .....	7
LISTA DE FIGURAS .....	8
RESUMO .....	9
ABSTRACT .....	10
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....	11
1.1 – Apresentação .....	11
1.2 – Objetivos do trabalho .....	12
1.3 – Motivação .....	13
1.4 – Apresentação do conteúdo .....	13
CAPÍTULO 2 – O PROCESSO LOGÍSTICO .....	15
2.1 – Logística: Uma visão Geral .....	15
2.1.1 – Definição histórica .....	15
2.1.2 – Logística frigorificada .....	15
2.1.3 – Funcionamento da operação .....	16
2.2 – Surgimento do Operador Logístico .....	17
CAPÍTULO 3 – TELEMETRIA .....	18
3.1 – Telemetria: Uma visão geral .....	18
3.2 – Onde é utilizada .....	19
3.3 – Tecnologias utilizadas .....	19
3.4 – Sistema de transmissão de dados via telefonia móvel .....	21
3.4.1 – Histórico (evolução) .....	21
3.4.2 – Como são utilizados .....	21
3.5 – Transmissão de dados entre dispositivos sem fio .....	23
3.5.1 – Monitoramento Remoto .....	24
3.6 – Telemetria nos Transportes .....	26
3.6.1 – Pontos Positivos .....	26
3.6.2 – Pontos Negativos .....	26
3.6.3 – Solução para o monitoramento da temperatura remotamente .....	26
3.6.4 – Tecnologias a serem aliadas .....	27
3.7 – Visão Computacional .....	27
3.7.1 - O que é um sistema computacional? .....	27
3.7.2 - Linguagem Assembler .....	28
3.7.3 - Linguagem C .....	28
3.7.4 - Linguagem PHP .....	29
3.7.5 – Banco de dados MySQL .....	30
3.7.6 – Comunicação Serial .....	30
3.7.7 - Java para dispositivos móveis (J2ME) .....	31
3.7.8 - Middleware .....	31
3.7.9 – Transmissor/receptor MAX232 .....	32
3.7.10 – Microcontrolador PIC16F877A .....	34
CAPÍTULO 4 – MATERIAIS E MÉTODOS .....	37
4.1 – Desenvolvimento do coletor de temperatura .....	37
4.1.1 – Apresentação .....	37
4.2 - Construção .....	37

Figura 7 – primeira tentativa de confecção da placa coletora de temperatura. ....	38
4.3 - Interface.....	41
4.4 – Página de acesso .....	44
4.4.1 – Funcionalidades do website.....	45
4.5 - Testes .....	46
<b>CAPÍTULO 5 – RESULTADO E DISCUSSÃO .....</b>	<b>50</b>
5.0 - Dificuldades Encontradas.....	50
5.1 - Solução adotada.....	53
5.2 – Custos.....	54
5.3 – Resultados a serem obtidos .....	55
5.4 – Possibilidade de criação de uma nova solução.....	55
5.5 – Conclusão Final .....	56
<b>BILIOGRAFIA .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 – critério de criticidade adotado.....	45
Tabela 2 – custo individual por componente eletrônico.....	54
Tabela 3 – Custo total do projeto.....	55

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 – Interação entre os atores do sistema.....	24
Figura 2 - Exemplo de conversão de dados feita pelo middleware.....	32
Figura 3 - Conversão dos valores de tensão e lógicos pelo MAX232.....	32
Figura 4 - Esquema elétrico para a utilização do MAX232.....	33
Figura 5 - Organização de memória de um microcontrolador com arquitetura Harvard.....	34
Figura 6 - Diagrama de pinagem do PIC16F877A.....	35
Figura 7 – primeira tentativa de confecção da placa coletora de temperatura. ....	38
Figura 8 – Segunda placa confeccionada 3 vezes sem sucesso. ....	39
Figura 9 – Placa eletrônica coletora de temperatura final. ....	40
Figura 10 – visualização da organização dos componentes eletrônicos ....	40
Figura 11 – Ordem de processos na placa eletrônica.....	41
Figura 12 – processo de funcionamento do programa em JAVA .....	43
Figura 13 – apresentação do site na internet para a visualização de temperatura.....	44
Figura 14 – Ordem do tráfego de informações no site de visualização .....	45
Figura 15 – Tela de testes via Hiper Terminal .....	46
Figura 16 – Tela do sistema em execução via emulador.....	48
Figura 17 – destaque para a tela de emulação.....	48
Figura 18 – Aparelho Nokia n73, estudado por oferecer a conectividade e requisitos necessários para o projeto.....	52
Figura 19 – Detalhe da conexão inferior do celular, o qual permite conexão via cabo serial.....	52
Figura 20 – Detalhe da pinagem de portas do modelo N73.....	52
Figura 21 – Gravador de circuitos integrados (PIC).....	54

## RESUMO

---

Este estudo descreve sobre a criação de um dispositivo eletrônico que detecta a temperatura de um local, processa-a através de um aparelho móvel como um celular e envia esta informação para a internet; onde assim pode ser acessada a qualquer momento em qualquer lugar por meio de um computador conectado também à internet.

Serão apresentados os conceitos de Logística, Telemetria e suas aplicações nos dias de hoje, proporcionando uma visão estratégica e ampla sobre as possibilidades e necessidades deste estudo sobre duas das áreas que atualmente mais crescem no mundo, necessitando de controles cada vez mais precisos, eficazes e principalmente que trabalhem em tempo real.

O trabalho consiste no estudo das alternativas disponíveis, necessidades técnicas, dispositivos necessários, desenvolvimento dos programas utilizados e da integração de todos estes itens que compõe a solução proposta neste estudo.

## **ABSTRACT**

---

This study describes the creation of an electronic device that detects the temperature of a place. This device sends all temperature information using a cell phone to specific address to storage and be available to anyone see them from any place and anytime from internet

Will be performing the logistic concept, telemetry and all actual applications way, bringing a strategy overview and a business model to apply this technologies and also all needs involved this study material about two areas that are growing up at this time, pushing hard and needing more and more control of all process and most important, working in real time.

The work is the study of alternatives available, technical needs, devices needed, developing the software used and the integration of all these items that make up the solution proposed in this study.

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

---

### 1.1 – Apresentação

A presente monografia de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) versa inicialmente sobre o processo da Cadeia Logística para Veículos Frigorificados, doravante CLVF. Inicialmente pretendia-se fazer um estudo mais detalhado sobre todo o processo CLVF, no intuito de contribuir com sugestões para o aprimoramento de algum ponto deste processo. Na medida em que o trabalho fora sendo desenvolvido, percebeu-se que deveria ser prestado uma maior atenção à satisfação do cliente, fornecedor do produto frigorificado, até onde a carga deve ser entregue, em condições adequadas e restritas de temperatura. Foi então notado que em muitos dos casos estudados, a atenção devida e necessária ao cliente não era levada em consideração no processo da CLVF. Nesta altura do trabalho, necessitava-se resolver o seguinte questionamento: como melhorar a satisfação do cliente, que está pagando por um serviço de transporte frigorificado?

Ressalta-se neste trabalho a importância da satisfação do serviço prestado e não é apresentada uma solução para a conservação do produto frigorificado.

Na medida em que o aprofundamento dos estudos foi realizado, percebeu-se que na maioria dos casos o cliente não possui o acompanhamento necessário e eficiente de uma carga que em muitas das vezes requer cuidados especiais, sendo, em grande parte das vezes, produtos perecíveis. Refletiu-se sobre o assunto e foi resolvido mudar o foco deste trabalho, qual seja: era necessário contribuir de forma efetiva, no intuito de deixar o cliente plenamente e totalmente satisfeito quanto ao serviço a ele prestado. Chegando à conclusão de que, se fosse possível deixar o cliente informado, em seu escritório ou ambiente de trabalho, tendo plenas condições de acompanhar as condições de temperatura do produto transportado, o cliente estaria plenamente informado e satisfeito, quanto ao

serviço a ele prestado. Com isto, foi decidido desenvolver um dispositivo que colete a temperatura da carga, processe esta informação e envie à internet. Desta forma o cliente teria totais condições de acompanhar e consultar via internet, a qualquer momento, a temperatura real da carga em um veículo refrigerado em movimento, junto ou não com a localização do veículo. Com isso, um novo desafio surgiu: era preciso desenvolver um produto que fosse barato e eficiente para que possa ser competitivo neste mercado. Com base nisto, foi desenvolvido um dispositivo, vide capítulo 3.

Finalmente, ao término deste projeto, foi realizado um breve estudo sobre o processo logístico para veículos refrigerados e apresentado um dispositivo que colete a temperatura da carga, processe esta informação e envie à internet, onde o cliente, pode à qualquer momento consultar via internet e fazer acompanhamento da temperatura real da carga em um veículo em movimento. Espera-se com isto, ter contribuído de forma eficaz para a melhoria do processo logístico em veículos refrigerados e alcançado plenamente os objetivos deste trabalho de conclusão de curso.

## **1.2 – Objetivos do trabalho**

O objetivo deste projeto é contribuir com o aprimoramento do processo logístico e para isto desenvolveu-se um dispositivo eletrônico que permite coletar a temperatura da carga de um veículo refrigerado através de um sensor de temperatura, processe esta informação e envie esta informação para um aparelho celular. O celular por sua vez, lerá estas informações e enviará via conexão à internet para um banco de dados on-line. Este processo como um todo possibilitará assim o seu acesso a estas informações durante todo o tempo necessário ao cliente através de uma página de internet. De forma resumida podemos separar os objetivos deste trabalho em:

**1.2.1 – Objetivo Principal:** Contribuir no aprimoramento do processo da cadeia logística para veículos refrigerados através da proposta e estudo de um novo dispositivo de monitoramento para a

complementação dos que já existem como de localização por exemplo.

**1.2.2 – Objetivo Secundario:** Desenvolver um dispositivo capaz de monitorar a temperatura da carga em veículos frigorificados. As informações de temperatura da carga poderá ser acompanhada em tempo real por um cliente interligado à internet.

### **1.3 – Motivação**

O principal agente motivador deste projeto foi a falta de uma solução simples, barata e funcional no mercado logístico, de um monitoramento remoto de temperatura idealizada para um veículo frigorificado, contribuindo assim para o aprimoramento da cadeia de todo o processo logístico.

Foi observado, no andamento deste estudo, o surgimento de uma solução para o mercado de transportes de produtos frigorificados, que incorpora algo semelhante à necessidade deste projeto. Durante uma feira anual de Logística, o Salão da Logística de 2007, o fabricante ThermoKing® apresentou um motor de refrigeração que interagia com um computador e uma conexão à internet, a qual possibilitava o acompanhamento em tempo real da localização do veículo, a temperatura, velocidade e diversas outras características próprias à determinado caminhão. Porém, todos estes recursos em uma única solução; possuindo assim como um enorme obstáculo o preço, que incluía todos os itens ultrapassando dezenas de milhares de dólares e principalmente, não está disponível para a venda no Brasil.

### **1.4 – Apresentação do conteúdo**

Este estudo analisará as tecnologias existentes que permitem a coleta de temperatura necessária, este envio de informações e todo o desenvolvimento da solução até o seu total funcionamento, podendo ser aplicado comercialmente no mercado de monitoração remota e telemetria.

Sendo totalmente descartada qualquer hipótese de estudo ou adoção destas outras soluções.

Para seguir a contento a apresentação desta monografia de trabalho de conclusão de curso, o conteúdo foi desenvolvido em partes separadas, cada qual descritas por capítulos, resumidamente descritas a seguir.

Inicialmente é apresentado no capítulo 1, uma introdução sobre este trabalho. Nesta parte é descrito de forma geral como foi dado o desenvolvimento deste trabalho, focando-se principalmente os objetivos e a motivação que levaram à escolha do tema e o seu desenrolar.

No capítulo seguinte, capítulo 2, é descrito sobre o processo logístico necessário ao entendimento do processo como um todo, contendo noções básicas da caracterização de um operador logístico, as etapas básicas do processo logístico, estatísticas da necessidade desta solução e onde este estudo poderá contribuir para este ramo de atividade no Brasil.

No capítulo 3, será apresentado o conceito e utilização da telemetria, que trata do monitoramento de dados remotamente, seu conceito e suas aplicações hoje existentes.

Após o processo logístico descrito e bem entendido, juntamente com o conceito de telemetria, partir-se-á para o capítulo seguinte, o capítulo 4. O qual descreve os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento do dispositivo eletrônico de temperatura utilizado no monitoramento de temperatura da carga no veículo frigorificado e para o seu acompanhamento na internet, contendo também observações sobre o dispositivo móvel (celular) necessário que suporte as capacidades exigidas para toda esta interface de comunicação.

Por último, no capítulo 5, finalmente apresenta-se as conclusões e perspectivas futuras que vislumbram-se com este trabalho.

## **CAPÍTULO 2 – O PROCESSO LOGÍSTICO**

---

### **2.1 – Logística: Uma visão Geral**

#### **2.1.1 – Definição histórica**

A Logística nasceu da ciência militar que tratava do alojamento, equipamento e transporte de tropas; bem como a produção, distribuição, manutenção e transporte de materiais e de outras atividades não combatentes relacionadas [27]. Inicialmente citada e utilizada na França em tempos de guerra, teve sua etimologia derivada do verbo francês Loger (alojar, prover, introduzir) [1], e desde então nunca mais deixou de ser aplicada e passou a ser definida como um modelo de análise em administração integrada [2], que objetiva otimizar os fluxos de materiais desde sua concepção até sua colocação para venda como produto final [23,28].

Desta forma, a logística é por definição a área responsável pela execução de todas as atividades de uma empresa, tais como: transporte, armazenamento, movimentação de materiais, processamento de pedidos e gerenciamento das informações, implementando e controlando o fluxo e armazenamento eficiente e econômico de matérias primas [1], materiais semi-acabados e materiais acabados, desde o ponto de origem até o ponto final de consumo, atendendo suas especificações e exigências [24]. A logística desencadeia assim, uma mobilização de diversos setores das indústrias necessários para a sua operabilidade sem grandes perdas e desperdícios [4,27].

#### **2.1.2 – Logística frigorificada**

O uso da refrigeração no transporte ajuda a reduzir as perdas de produtos envolvidos pela logística, que podem chegar a 40% do total produzido no ramo de alimentos perecíveis [5]. É cada vez maior também o número de empresas do setor de armazéns que passam a transportar os

produtos, agregando assim mais valor aos seus serviços prestados ao cliente.

Sabe-se que um caminhão para transportar carga seca não custa mais de 60% do preço de um refrigerado [5,12]. Devido à climatização, os custos, tanto na armazenagem, quanto na distribuição são cerca de 30% maiores quando comparados a uma operação envolvendo produtos secos [5].

“O mercado de produtos frigorificados tem encontrado inúmeros e freqüentes desafios face às tendências comerciais e às exigências seletivas dos consumidores. Os desafios logísticos da cadeia de frio exigem exaustivos projetos e adaptações tecnológicas para minimizar o tempo em trânsito, controlar temperaturas, promover movimentações inteligentes e, com a ajuda de softwares, combinar e agendar entregas com prazos definidos, garantindo assim, a validade do produto”; segundo Borré e Agito [5].

### **2.1.3 – Funcionamento da operação**

O funcionamento da operação logística consiste em coletar o produto ou matéria prima dos fabricantes fornecedores, transportá-lo até um local próprio para sua armazenagem em grande quantidade e distribuí-lo até os fornecedores finais (que vão desde redes de atendimento ao cliente e grandes supermercados até padarias e comércios particulares em geral), de acordo com a demanda existente no momento, monitorando e controlando todo o acesso às informações necessárias para garantir a integridade do produto, de acordo com normas técnicas vigentes no país.

No caso da empresa em exemplo, a Log Frio Logística Ltda, um operador logístico no mercado do ramo de transportes frigorificados, o controle específico da entrega consiste na comunicação direta do motorista e seu ajudante com a sede da empresa por meio de rádios com

comunicação direta de voz, onde o motorista confirma para o operador do sistema a entrega já realizada do produto e outras informações necessárias para a baixa efetiva deste produto.

Toda esta operação confia ao motorista e seu ajudante o constante e impreciso monitoramento da temperatura de todos os produtos durante todo o dia de serviço, podendo normalmente ocorrer falha humana em qualquer parte do processo estudado.

## **2.2 – Surgimento do Operador Logístico**

Com o avanço no mercado interno de consumo de produtos refrigerados, os armazéns frigoríficos evoluíram para os denominados Operadores Logísticos. Com 4.265.554,3 m<sup>3</sup>, 26.000 veículos médios e pequenos refrigerados, surgem para atender um consumo de 188 milhões de brasileiros e a rede de abastecimento de hipermercados representada por 2100 lojas além das 74.000 lojas de redes de supermercados e varejistas e os segmentos de fast-food e refeições coletivas. No Brasil, o movimento anual dos supermercados representa 6% do PIB e o faturamento em 2006 foi de R\$ 105 bilhões, gerando 800 mil empregos diretos e 1.2 milhões de empregos indiretos.

Com isso, o Operador Logístico assume então um papel importante na sociedade juntamente com uma enorme responsabilidade de manter, transportar e conservar o estado de consumo adequado a todos seus produtos manejados com a máxima qualidade e controle seguindo as exigências de prazos, quantidade e portabilidade de todos os itens deste processo. Cabendo assim uma importante contribuição deste estudo neste setor, sendo que o mesmo pode impactar diretamente no preço final de milhões de produtos oferecidos à população; devendo assim manter a flexibilidade e simplicidade necessária para manter o seu preço final de custo baixo a ponto de não causar praticamente nenhuma mudança de custo final no serviço prestado pelo Operador Logístico.

## **CAPÍTULO 3 – TELEMETRIA**

---

### **3.1 – Telemetria: Uma visão geral**

Telemetria é o processo pelo qual características de um objeto (como o fluxo de vazão de um hidrômetro, a velocidade de um avião ou a tensão de um medidor), são medidos remotamente e os resultados dessa medição transmitidos a uma estação distante onde são indicados, gravados e analisados. Os meios de transmissão podem ser o ar, o espaço livre ou via cabo. Uma via de transmissão muito utilizada é via sinal de rádio (wireless – do inglês, sem fio), principalmente no recolhimento de dados meteorológicos e também na Fórmula 1 [26].

1. A transmissão remota de dados é, hoje em dia, um recurso fundamental para alguns setores, onde a necessidade de uma comunicação instantânea é um fator estratégico para a sobrevivência em mercados cada vez mais competitivos.
2. A comunicação de áreas remotas com uma central de captação de informações é o princípio básico de funcionamento da transmissão via telemetria.
3. Até pouco tempo atrás, poucas pessoas podiam ter acesso a estes recursos. Eram caros e suas tecnologias não eram capazes de comunicar as regiões mais remotas. Com o custo diminuindo e com a melhora na qualidade dos equipamentos, hoje em dia até um produtor rural usa um equipamento de comunicação remota para saber instantaneamente qual que é o grau de desenvolvimento de sua lavoura, a temperatura e umidade do solo, etc. [26].

### 3.2 – Onde é utilizada

Além da redução de custos e aumento de eficiência, as aplicações de telemetria também auxiliam no desenvolvimento do uso da tecnologia de informação, ajudando as empresas a entenderem melhor o mercado, a atenderem melhor as necessidades dos clientes, a oferecerem novos produtos e serviços e a se comunicarem com os outros setores da indústria [26].

Outros setores também vêm se destacando no uso da telemetria, como: a segurança fixa, a automação industrial, a distribuição de petróleo e derivados, o controle de trânsito, os caixas eletrônicos e as áreas de meio ambiente e agricultura [26].

### 3.3 – Tecnologias utilizadas

O sistema de telemetria básico é composto por quatro elementos chaves do processo:

1. Máquinas Inteligentes e Sensores: Aparelhos que monitoram, controlam e medem algum tipo de atividade localmente. Podem existir vários sensores em um determinado local [26].
2. Interface da Aplicação: Interface entre os sensores e a rede de comunicação. Para aplicações remotas, refere-se à Unidade de Terminal Remota (RTU – do inglês *Remote Terminal Unit*) [26].
3. Base de Comunicação (do inglês *Backbone*): O sistema pode ser por linhas fixas (do inglês *landline*) ou rádio e transmitir informações dos sensores através da interface da aplicação, para um computador central de comando e um centro de controle [26].

4. Centro de Controle e Comando: Este é o ponto central que recebe os dados transmitidos pelos sensores. A informação é processada, podendo ser disseminada para diferentes localidades através da internet [26].

A rede de comunicação é a estrutura física que estabelece a conexão entre a unidade terminal remota (RTU) e o centro de controle. Pode funcionar por ondas ou por comunicação física [26].

Os meios disponíveis para aplicações de telemetria são:

- Microondas
- Rádio Privado (UHF/VHF)
- Celular (SMS – GPRS - EDGE)
- Telefone (Linha Fixa)
- Energia (Transmissão via linha elétrica)
- Satélite (VSAT)

O setor de segurança e monitoramento de alarmes tem demonstrado grande interesse em adotar soluções sem fio, tanto como um meio de comunicação primário, quanto como uma contingência à linha fixa, no entanto, não está muito seguro quanto a confiabilidade do sistema.

O processo de adaptação é lento e se ajusta com o andamento da economia, no entanto, se configura como uma potencial área de ação.

Com o crescimento e a popularização das redes de comunicação via celular, se popularizou muito o transporte de informações via telemetria por esse tipo de rede, de forma de as informações trafegam pelos vários padrões existentes, via rede celular [26].

### **3.4 – Sistema de transmissão de dados via telefonia móvel**

#### **3.4.1 – Histórico (evolução)**

O telefone móvel celular surgiu há 31 anos, criado e testado com sucesso pelo pesquisador da até então desconhecida e simples fabricante de rádios para carros Motorola. O primeiro aparelho celular pesava em torno de 1,5 kg e media 25 cm de comprimento por 7 cm de largura. No Brasil, os primeiros aparelhos começaram a serem comercializados após 15 anos, e já contavam com concorrentes como Siemens e Samsung [9].

Com o passar do tempo, a telefonia móvel passou a ter um papel essencial para a comunicação, ganhando mais qualidade e abrangência de recursos e de sinais. Com esta maturidade e desenvolvimento, tornou-se possível a adição de novas funcionalidades como recursos de fotografia, filmes, jogos, música, acessar a internet e até realizar transações financeiras; abrindo um novo campo para os sistemas da informação de todo o mundo.

#### **3.4.2 – Como são utilizados**

A telefonia móvel celular é um dos meios de comunicação mais utilizados devido à mobilidade que oferece a uma pessoa, podendo utilizar o aparelho em qualquer lugar dentro da área de cobertura do sinal. No Brasil, o número de clientes já supera 85 milhões e o número de linhas móveis ultrapassa o número de fixas [9,13].

Essa mobilidade existe devido aos aparelhos utilizarem como meio físico de transmissão de dados, as ondas de radiodifusão.

As tecnologias de telefonia celular são classificadas em gerações. A primeira geração (1G), desenvolvida no início dos anos 80, caracteriza-se

pela transmissão analógica. No final da década de 80 e início da década de 90, surgiu a segunda geração de telefones celulares (2G), agora digitais (os padrões mais utilizados no Brasil são desta geração). Existem também alguns padrões de transição entre a segunda e a terceira geração (sistemas 2,5G), com melhorias significativas na capacidade de transmissão de dados, cujos principais representantes denominam-se conexão GPRS e EDGE. Já na terceira geração (ainda em experiências no Japão e na Europa), os padrões são finalmente apropriados tanto para comunicação de voz quanto para a transmissão de dados, incluindo acesso à Internet em alta velocidade. Já está sendo desenvolvida também a quarta geração [14].

No Brasil, a exemplo de países como Japão e Alemanha (10), o aparelho celular começa a entrar na classe de utilização financeira para compras, podendo efetuar o pagamento de uma compra ou de uma conta apenas por transmissão de dados via telefonia móvel [9].

Um recente serviço relevante ao assunto, denomina-se Oi Paggo, criado e lançado pela empresa de telecomunicações Oi Telecomunicações em meados do ano de 2007. Consiste na pessoa enviar uma mensagem através do celular à prestadora de serviço juntamente com o código de pagamento oferecido pela empresa oferecedora do produto em questão. Após confirmação de senha, o pagamento é confirmado à empresa e o usuário recebe posteriormente em casa a fatura de suas compras mensalmente [9,13].

### **3.5 – Transmissão de dados entre dispositivos sem fio**

Com o aparecimento da comunicação sem fio entre dispositivos eletrônicos apareceram inúmeras possibilidades para o seu uso no cotidiano das pessoas e das empresas. Esse fato mudou de forma drástica o mundo em que vivemos e suas ainda pode mudar muito mais.

Uma das formas de comunicação sem fio que mais se difundiram no século passado (XX) a telefonia celular já está embutida na vida das pessoas quando elas querem conversar com outras o que foi a proposta da primeira geração (1G) de aparelhos celulares, que eram analógicos.

A segunda geração (2G) trouxe sistemas completamente digitais e incluiu serviços de transmissões de dados, mas uma baixa taxa de transmissão. O que já torna possível o uso limitado dessa tecnologia para a transmissão de dados entre dispositivos para gerenciamentos remotos.

A terceira geração (3G) chega para trazer celulares multimídia capazes de transmitir e receber dados a altas taxas. E quarta geração (4G) propõe esta conexão de forma independente da rede que vai ser usada como, por exemplo, Wi-fi, Wi-MAX, Bluetooth e as próprias tecnologias de telefonia celular CDMA, W-CDMA, GSM/GPRS. As possíveis aplicações destas tecnologias são imensas e podem fazer com que as pessoas se sintam cada vez mais perto das outras pessoas ou até mesmo do seu ambiente de trabalho ou pessoal que pode ser inteligente e gerenciável.

Uma aplicação importante desta tecnologia, é na área de monitoramento, onde é possível receber e enviar informações importantes através do celular.

### 3.5.1 – Monitoramento Remoto

Com o avanço da tecnologia de transmissão de dados, hoje é possível monitorarmos diversos serviços ou produtos que necessitem ser acompanhados por técnicos ou responsáveis por uma determinada área. Hoje em dia o monitoramento remoto é utilizado nas mais diversas formas como acompanhamento médico e controle de temperaturas.

Uma das áreas de destaque é a Telecardiologia, em particular o tele-monitoramento da atividade cardíaca através do eletrocardiograma (ECG). O tele-monitoramento através do ECG tem despertado um grande interesse da comunidade científica devido ao alto índice de mortes associadas às doenças do coração.

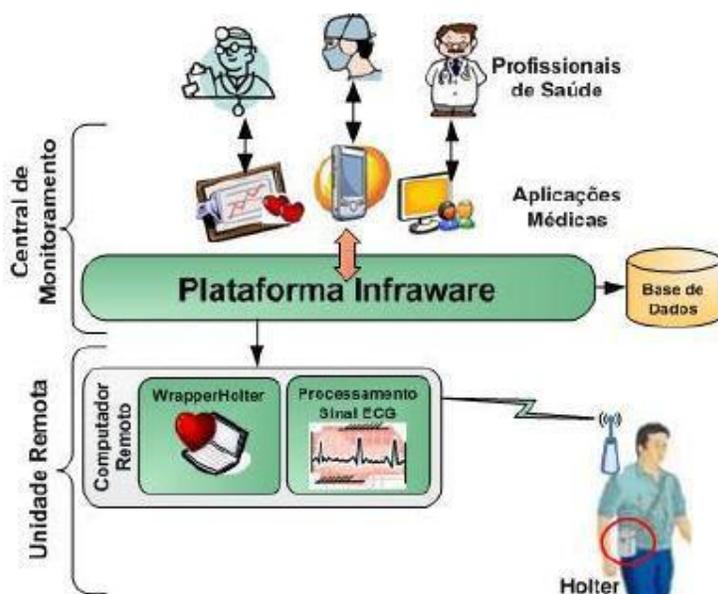


Figura 1 – Interação entre os atores do sistema.

Outra área de exemplo é o setor da agricultura, um exemplo disso é a plantação de vegetais através da hidroponia que é uma técnica de produção muito difundida e está em um estágio crescente em vários países do mundo. Hoje em dia, ela é importante, pois reduz a contaminação e a degradação do solo e da água subterrânea devido ao baixo ou, às vezes, inexistente uso de

agrotóxicos. A hidroponia é uma técnica de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma solução aquosa contendo apenas os elementos minerais indispensáveis aos vegetais [5].

Neste tipo de cultivo é necessário monitorar diversos fatores como por exemplo, o pH da água, oxigenação, temperatura, umidade relativa, abertura da malha de proteção solar entre outros. Com o monitoramento remoto, podemos obter relatórios de vários plantios remotamente, no caso testado por Ernani José Fritzen [6], o monitoramento é feito pela internet.

O monitoramento remoto também está sendo utilizado na observação da Terra; o Satélite de Sensoriamento Remoto - SSR é um satélite de observação da Terra que está previsto dentro do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) da Agência Espacial Brasileira (AEB). Inicialmente ele foi definido para uma órbita polar, tendo como carga útil o sensor WFI (*Wide Field Imager*, do inglês amplo campo de imagens) que hoje se encontra a bordo dos satélites da série CBERS.

Segundo Bogossian [7] em meados da década de 90 do século passado foi revista a missão do SSR passando a ser um satélite com órbita equatorial baixa, visando atender a demanda por imagens de sensoriamento remoto para fins de monitoramento da região Amazônica. As primeiras especificações desta nova concepção do SSR e as suas diversas aplicações potenciais, tais como: desmatamento, queimadas, enchentes, caracterização e classificação da vegetação, monitoramento de áreas agrícolas, radiação solar, mineração e geologia estão descritas em Bogossian et al. (1995) e Rudorff et al. (1995;1996). Outras aplicações como desertificação na região Nordeste e estudos em oceanografia também são possíveis devido à faixa de cobertura do SSR estar entre as latitudes de 5°N e 15°S.

## **3.6 – Telemetria nos Transportes**

### **3.6.1 – Pontos Positivos**

A telemetria nos transportes se mostra extremamente eficiente e necessária, pois abrange desde a monitoração dos pneus e da kilometragem percorrida até a localização exata a qualquer momento do veículo em qualquer parte do mundo. Com a evolução da tecnologia e novas soluções disponíveis no mercado, começam a surgir automatizações para o setor, como controle de temperatura e até visual do ambiente interno dos veículos e de suas cargas.

### **3.6.2 – Pontos Negativos**

Começam a surgir pontos negativos no uso da telemetria nos transportes, a partir do momento em que esta, é utilizada de forma completamente automática, efetuando uma ação de ligar ou desligar determinado equipamento apenas na confiança de sensores instalados. Estes, porém, podem sofrer falhas ou defeitos de fabricação, tornando esta automatização desnecessária ou até danosa ao veículo ou à operação corrente.

### **3.6.3 – Solução para o monitoramento da temperatura remotamente**

Recém lançados, já existem sensores e soluções que monitoram a temperatura remotamente, conforme capítulo 3.1.3, mas faz parte de uma solução voltada à outra finalidade, ambiente de trabalho e principalmente custos diferentes do estudo analisado em questão.

Uma solução para este estudo em análise, deve-se em comunicar um dispositivo de monitoração de temperatura à um dispositivo de comunicação celular móvel onde através da transmissão de dados remota possa efetuar a coleta e envio de informações pertinentes à solução desejada, abrangendo assim uma gama maior de equipamentos e finalidades desejados pelo cliente.

### **3.6.4 – Tecnologias a serem aliadas**

As tecnologias que serão empregadas e que contribuirão para o projeto se basearão na transmissão de dados via GPRS e no processamento das informações utilizando uma interface desenvolvida em Java. Todo este estudo levará em conta a oferta destas tecnologias e soluções no mercado, na disponibilidade dos serviços necessários e na demanda de tecnologias deste nível exigido cada vez mais pelas empresas prestadoras deste tipo de serviço, o transporte de produtos perecíveis.

## **3.7 – Visão Computacional**

### **3.7.1 - O que é um sistema computacional?**

Uma arquitetura que contém um microprocessador é constituída por uma unidade de microprocessamento, denominada (CPU), um subsistema de memória, uma interface de entrada e saída de dados (I/O) e uma interface entre todos os componentes.

Cada sistema físico como este necessita de uma forma direta de um sistema (software), hora denominado programa de computador, onde o usuário pode incluir alguns sistemas construídos com bibliotecas de dados e criar sob a forma de rotinas programas que podem ser executados.

O programa de computador pode abranger uma grande variedade de linguagens a níveis de tradutores. Linguagens de alto nível, médio nível e baixo nível. “Linguagem de máquina” ou linguagem de baixo nível é uma linguagem que pode ser compreendida pelo microprocessador diretamente (da mesma forma como os computadores “pensam”), estas portanto, ocorrem na denominada linguagem Assembler. Linguagens de médio nível são instruções que se assemelham mais com a linguagem humana, como

nós a conhecemos, utilizando também instruções de computador, misturando códigos para um desenvolvimento mais rápido e com um pouco mais de controle em sua execução. Assim como na linguagem C e C++. Linguagens de alto nível são linguagens que se assemelham e oferecem grande semelhança com a linguagem natural humana, facilitando e oferecendo enorme capacidade de entendimento e desenvolvimento por pessoas de programas que serão executados em máquinas [30].

### **3.7.2 - Linguagem Assembler**

Linguagem assembler portanto, é uma linguagem de baixo nível, a qual utiliza instruções, operadores e registradores para criar uma rotina que será executada pelo microprocessador através de um interpretador de código [30].

Esta linguagem foi adotada para a programação do microcontrolador PIC por ser uma atividade de nível crítico que será executado constantemente por um longo período de tempo sem a interferência do usuário [30].

### **3.7.3 - Linguagem C**

Linguagem em C é uma alternativa de linguagem de médio nível para a programação do microcontrolador PIC, por oferecer uma maior facilidade de compreensão do código e uma compactação aceitável para sua gravação no microcontrolador. Porém, precisa ser compilada e não apenas interpretada, demandando assim um passo a mais para sua implementação e não possuindo um total controle sobre as instruções que serão executadas constantemente pelo microcontrolador [31].

A linguagem Assembler portanto, foi escolhida por prover os mesmos benefícios da linguagem C, mesmo tendo menos facilidades de

desenvolvimento. Porém, a diferença é que não precisa ser compilado como ocorre na linguagem C; criando e desfrutando assim de benefícios como ganho de performance, tamanho reduzido do arquivo (necessário para a gravação no microcontrolador PIC) e sua execução a nível de segurança de aplicativos de performance crítica, ou seja, necessitam da não ocorrência de erros ou falhas. Estes, muito utilizados em programações de controles para aviões, equipamentos hospitalares entre outros que não possam haver erros [31].

### **3.7.4 - Linguagem PHP**

O PHP sucede de um produto mais antigo, chamado PHP/FI. PHP/FI foi criado por Rasmus Lerdorf em 1995, inicialmente como simples scripts Perl como estatísticas de acesso para seu currículo online. Ele nomeou esta série de script de 'Personal Home Page Tools'. Como mais funcionalidades foram requeridas, Rasmus escreveu uma implementação utilizando a linguagem C muito maior, a qual era capaz de comunicar-se com base de dados e possibilitava à usuários desenvolver simples aplicativos dinâmicos para Web. Rasmus resolveu disponibilizar o código fonte do PHP/FI para que todos pudessem ver e também usá-lo, bem como fixar bugs e melhorar o código [32].

Ao longo dos anos, o PHP foi sendo atualizado e sofrido diversas atualizações de versão, chegando no ano de 1999, em parceria com um grupo denominado “Zend Engine” à versão 4 de seu código. Quando assim, em julho de 2004, alcançou, com diversas contribuições de programadores de todo o mundo afiliados ao grupo Zend, à versão 5 de seu código [32].

Esta versão então, adotada neste estudo como código para desenvolvimento da interface Web para ler as informações do banco de dados e exibí-la ao usuário final [32].

### **3.7.5 – Banco de dados MySQL**

De acordo com o site da MySQL Brasil o MySQL se tornou o mais popular banco de dados open source do mundo porque possui consistência, alta performance, confiabilidade e é fácil de usar. Nos dias de hoje o MySQL é usado em mais de 6 milhões de instalações em todos os continentes ( inclusive na Antártica ), que vão desde instalações em grandes corporações a específicas aplicações embarcadas. Além disso, o MySQL se tornou a escolha de uma nova geração de aplicações, que utilizam o modelo LAMP ( Linux, Apache, MySQL, PHP ) [35].

Ainda, segundo o site, o MySQL funciona em mais de 20 plataformas, incluindo Linux, Windows, HP-UX, AIX, Netware, dando a você flexibilidade e controle, além disso a MySQL oferece uma gama completa de produtos certificados, testados e homologados pela própria MySQL AB, que é a empresa responsável pelo desenvolvimento e suporte ao banco em todo mundo, além de treinamento e consultoria [35].

Foi escolhido o Banco de Dados MySQL no projeto, pois além de ser um produto de alta confiabilidade, é gratuito, diferente de outros bancos qualificados tecnicamente como, Oracle, SQL, porém pagos.

### **3.7.6 – Comunicação Serial**

A porta de comunicação serial RS232, foi inicialmente adotada seguindo a padronização de uma interface para a comunicação de dados entre equipamentos definida pela Electronic Industries Association (EIA); onde a sigla RS é uma abreviação de "Recommend Standard" e os numeros indicam este padrão que especificam as tensões (variam de +3 volts a + 25 volts para representar o número 0 de uma comunicação binária e de -3 volts a -25 volts para representar o número 1), temporizações, funções, protocolos

e conexões mecânicas dos sinais transmitidos. Esta denominação RS232 foi atualizada no ano de 1991 pelo mesmo comitê (EIA) para EIA232E, mas será adotado RS232 neste trabalho para o melhor entendimento.

### **3.7.7 - Java para dispositivos móveis (J2ME)**

A linguagem Java para dispositivos móveis, denominada J2ME, foi adotada por possuir uma grande variedade de aparelhos celulares no mercado que possuem o suporte e a integração com esta plataforma. Para o desenvolvimento de aplicativos que interajam entre o aparelho celular e algum dispositivo externo à ele conectado, era necessária uma biblioteca para o acesso à porta de comunicação do aparelho celular, a GCF.

GCF é a sigla de Generic Connection Framework, como no nome, é um pacote de conexões genéricas que abrangem diversas formas de comunicações no celular ou para qualquer outro tipo de dispositivo móvel. Entre eles podem ser criados conexões via internet (http), via mensagens telefônicas (sms) e via conexões de entrada e saída em série (I/O) a comunicação serial.

### **3.7.8 - Middleware**

Um *Middleware* é uma “camada de mediação”, a qual realiza a integração entre diferentes sistemas ou componentes. É utilizado para trocar informações entre diferentes plataformas, funcionando como uma espécie de tradutor. [2]

Neste estudo optou-se por utilizar como *middleware* a linguagem Java. Esta tecnologia, que usa a premissa da orientação a objeto, tem como vantagem a portabilidade, sendo possível de execução em diferentes máquinas inclusive em um aparelho celular. Ao contrário de linguagens convencionais, a linguagem Java não é compilada para linguagem de

máquina como outras linguagens, e sim para um tipo intermediário de representação, chamados de bytecodes, estes executados por uma máquina virtual (JMV – *Java Virtual Machine*).

A API (*Application Programming Interface*) utilizada é gratuita, desenvolvida e disponibilizada pela SUN, empresa que possui os direitos legais sobre a linguagem JAVA. Esta API, chamada Javacomm, pode ser encontrada facilmente no *website* da empresa.

Na figura 2 podemos observar um exemplo de conversão de dados feita pelo middleware.



Figura 2 - Exemplo de conversão de dados feita pelo middleware

### 3.7.9 – Transmissor/receptor MAX232

O circuito integrado MAX232 tem a função de converter os valores de tensão associados aos valores lógicos como mostrado na figura 3.

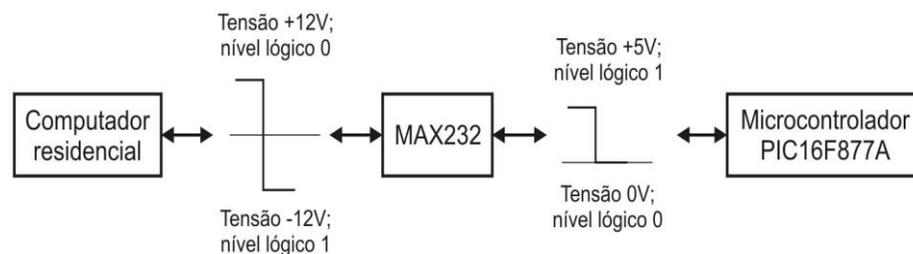


Figura 3 - Conversão dos valores de tensão e lógicos pelo MAX232

Entre o MAX232 e o computador a comunicação serial associa o nível de tensão de -12V ao valor lógico 1 e +12V ao valor lógico 0. Entre o MAX232 e o microcontrolador a comunicação serial associa o nível de tensão de +5V ao valor lógico 1 e 0V ao valor lógico 0. O MAX232 inverte a relação entre a tensão e os valores lógicos para estabelecer a comunicação entre o microcontrolador e o PC. Na figura 4 podemos conferir o diagrama elétrico utilizado para o CI MAX232.

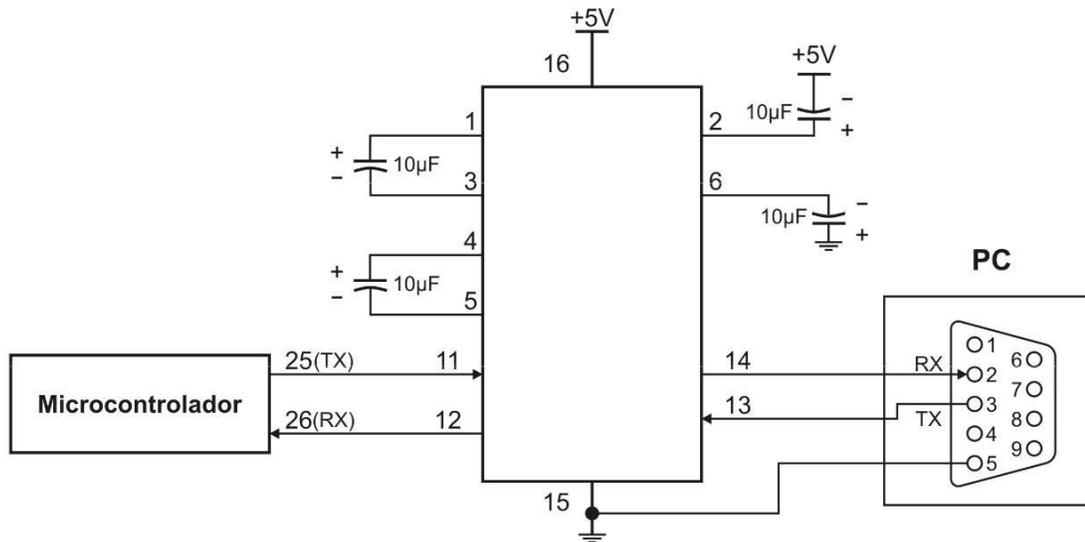


Figura 4 - Esquema elétrico para a utilização do MAX232

### 3.7.10 – Microcontrolador PIC16F877A

Os microcontroladores PIC (*Peripheral Interface Controller*) são circuitos integrados (CIs) fabricados pela Microchip. Estes CIs possuem todas as funções de um computador em um único encapsulamento (*Chip*).

Os microcontroladores PIC descendem da arquitetura Harvard, tais como os microcontroladores 8051, 8052 e outros. A figura 5 ilustra a organização de um microcontrolador baseado na arquitetura Harvard. Esta arquitetura separa completamente a memória de programa da memória de dados. [3]

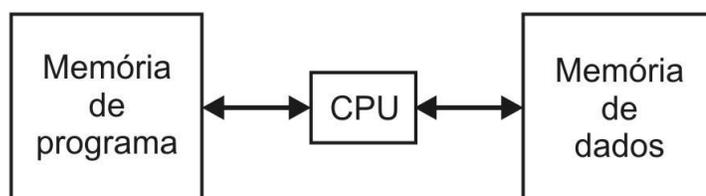


Figura 5 - Organização de memória de um microcontrolador com arquitetura Harvard

Os microcontroladores PIC são máquinas do tipo RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), ou seja, possuem um conjunto de instruções reduzido, mais precisamente 35 instruções [7]. O PIC16F877A é um microcontrolador com memória FLASH de alta performance, o qual fornece ao CI uma alta flexibilidade para o desenvolvimento de sistemas baseados em microcontroladores. [7]

Os principais recursos deste microcontrolador são:

- **Memória de programa:** 8192 endereços de memória de programa com instruções de 14 *bits*;
- **Memória de dados:** 368 *Bytes*;
- **Memória EEPROM:** 256 *Bytes*;

- **SPI (Serial Peripheral Interface):** Controle por *hardware* de interface SPI;
- **UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter):** Controle por *hardware* de Interface UART com taxas de transmissão de 300bps até 115Kbps, podendo operar em modo de 8 ou 9 *bits*, com paridade, bits de parada e início, etc. Como o microcontrolador trabalha apenas com 5V é necessário a utilização de um transmissor/receptor para converter os níveis de tensão (MAX232);
- **I<sup>2</sup>C (Inter IC):** Controle por *hardware* de interface I<sup>2</sup>C;
- **ICSP (In-Circuit Serial Programming):** Permite a gravação do microcontrolador diretamente na placa de aplicação;
- **Timers:** Possui Timers de 8 e 16 *bits*;
- **Portas:** 33 portas de entrada/saída de dados; e
- **Conversor analógico/digital:** 10 conversores analógico/digitais de 10 bits.

Para facilitar a identificação das conexões no circuito, a figura 6 apresenta o diagrama de pinagem do PIC16F877A.

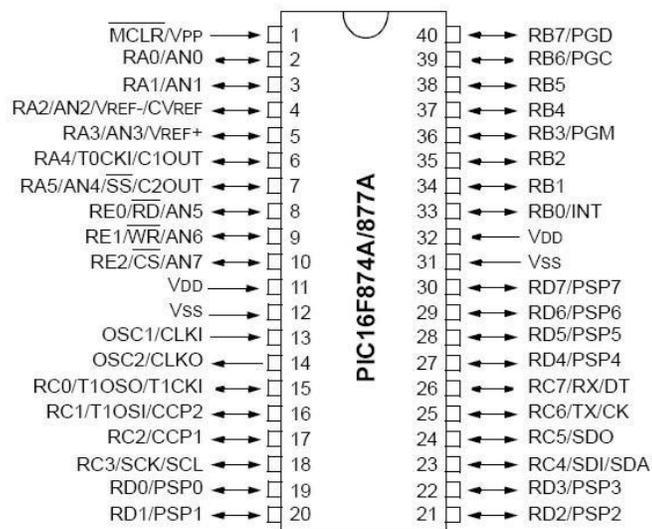


Figura 6 - Diagrama de pinagem do PIC16F877A

Embora o PIC16F877A possua um circuito oscilador interno de apenas 8MHz, neste trabalho optou-se pela utilização de um circuito externo de 20MHz para um melhor aproveitamento do potencial do microcontrolador. [7]

## **CAPÍTULO 4 – MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 – Desenvolvimento do coletor de temperatura**

#### **4.1.1 – Apresentação**

Para a detecção da temperatura do ambiente, antes pesquisado no mercado nacional e internacional, decidiu-se ter de confeccionar uma placa de circuito eletrônico contendo um sensor de temperatura utilizando o componente eletrônico LM35DZ, por já vir pré-fabricado de fábrica, sendo confiável em relação à suas medições e coletas de temperatura; e uma interface de saída compatível com um celular. Para esta conexão, foram estudados dois principais aspectos, a padronização de comunicação que possibilitasse uma maior integração entre dispositivos já existentes e a linguagem disponível que permitisse esta comunicação de maneira simples e eficaz com uma variedade grande de aparelhos celulares compatíveis.

### **4.2 - Construção**

Para a construção do aparelho coletor de temperatura, o qual seria responsável em verificar a temperatura através do sensor, processá-la e enviá-la via comunicação serial à um dispositivo independente como um computador ou um celular; foram estudados vários métodos de construção própria e produtos já existentes no mercado disponível para compra. Neste quesito, não existe nenhum dispositivo que desempenhe somente esta função, ou que seja possível agregar conhecimento, disponível para a compra, restando desenvolver um periférico somente para este estudo.

Em um primeiro momento, a construção do dispositivo foi baseado em um trabalho hospedado na internet de um professor da universidade federal

de São Carlos (UFSCAR) Waldeck Schutzer, visualizado e disponível através do link: <http://dm.ufscar.br/profs/waldeck/pic/thermopic/> .

Este trabalho oferecia uma série limitada de estudos e de descrição sobre o dispositivo, resultando na grande parte do tempo gasto com análises eletrônicas, exaustivos e diversos testes de tentativas e erros, resultando em duas placas confeccionadas e re-confeccionadas sem uma funcionalidade utilmente desejada. Ou seja, não funcionando em nenhum momento. É possível acompanhar as tentativas de acordo com as figuras 7 e 8 a seguir.

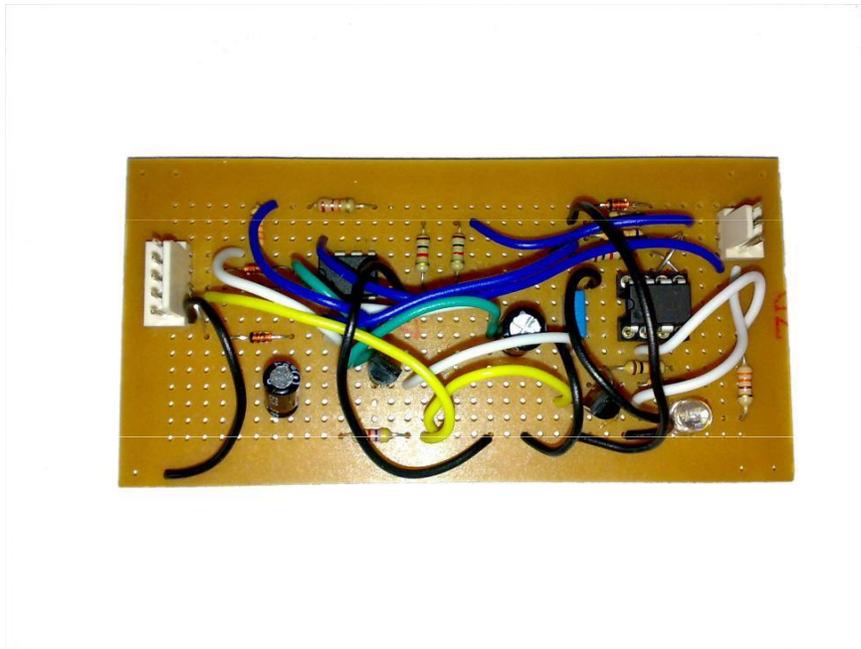


Figura 7 – primeira tentativa de confecção da placa coletora de temperatura.

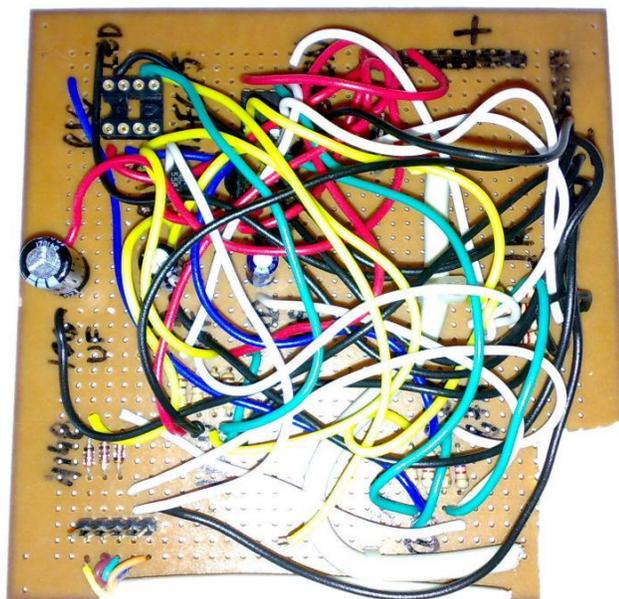


Figura 8 – Segunda placa confeccionada 3 vezes sem sucesso.

Assim, restavam apenas outras duas alternativas, solicitar auxílio e orientação de um professor ou profissional da área de eletrônica para auxiliar na confecção deste dispositivo, ou efetuar um trabalho que descrevesse o não funcionamento desta solução e seus motivos. Apresentado pelo orientador deste estudo, Prof. Dr. Jocel de Souza Rego, o Prof. Dr. Nivaldo Zafalon Jr., acompanharam parte destes experimentos, auxiliando e confeccionando uma nova e funcional placa de circuito, a qual coleta a temperatura através de um sensor de temperatura, processa esta informação e a envia à um computador via comunicação serial, exatamente da forma como planejado inicialmente; possibilitando em fim a continuação do estudo agora voltado à programação do dispositivo móvel, o celular, bem como sua conexão com esta nova interface via um cabo de dados.

Esta nova placa e seu funcionamento estão descritos em detalhes juntamente com fluxogramas de funcionamento e a descrição dos componentes no anexo 1 deste estudo, e sua foto pode ser visualizada a seguir na figura 9



Figura 9 – Placa eletrônica coletora de temperatura final.

É possível visualizar a organização destes componentes eletrônicos através da figura 10 a seguir:

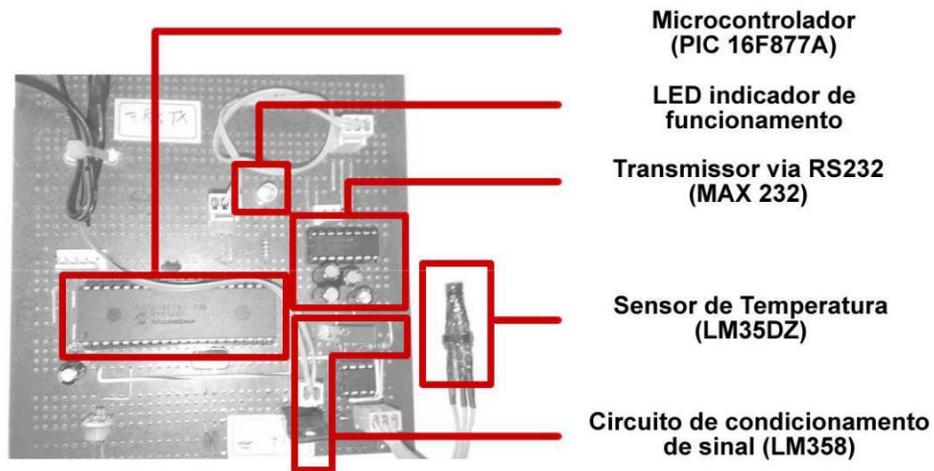


Figura 10 – visualização da organização dos componentes eletrônicos

O funcionamento da placa, o qual foi implementado no código da programação, segue o diagrama de sistema apresentado na figura 11, o qual apresenta a organização dos processos eletrônicos que ocorrem no circuito.

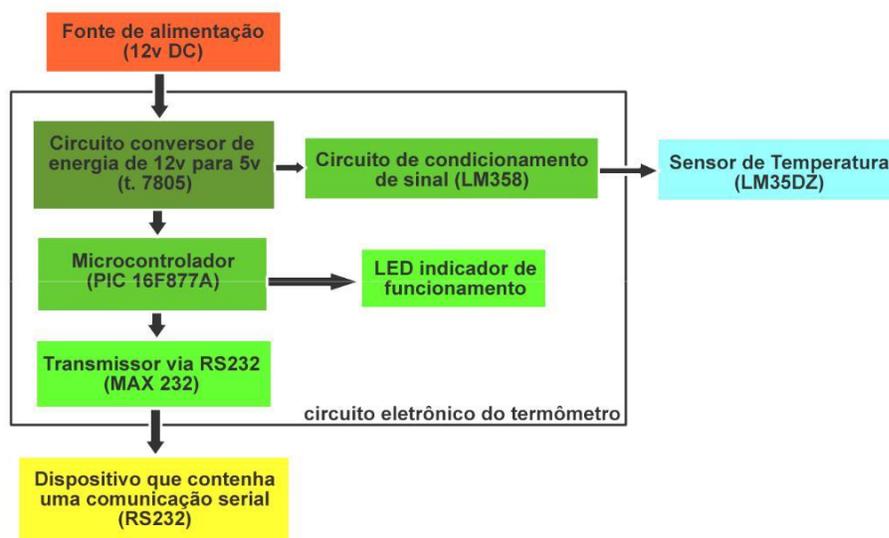


Figura 11 – Ordem de processos na placa eletrônica

### 4.3 - Interface

Depois de coletada a temperatura, o dispositivo móvel tem que processar esta informação e enviá-la para uma base de dados na internet, a qual já pode fazer parte de um sistema já existente em uma corporação e não é o foco nem está na abrangência deste estudo. Porém, se trata da maior dificuldade deste trabalho pela sua implementação, a qual abrange não só o tratamento dos dados à ela enviados, como na criação desta comunicação a qual integra o próprio dispositivo móvel à uma interface de comunicação construída manualmente.

Para isso, utilizando a linguagem de programação baseado em JAVA, foi desenvolvido um programa que além de coletar e tratar estes dados,

envia-os à internet, para uma próxima fase do processo que será explicada adiante. Um trecho de destaque do código pode ser conferido a seguir, pois se trata exatamente do momento de coleta da temperatura para ser tratada, comentada linha por linha:

```

1 try {
2     //cria uma conexão para o programa
3     cc = (CommConnection)Connector.open("comm:COM0");
4     //cria um canal de entrada de informações para receber a temperatura
5     is = cc.openDataInputStream();
6     //cria a string para receber o valor da temperatura
7     String i;
8     //lê do canal de entrada a temperatura
9     i = is.read();
10    //Concatena a temperatura com um texto indicativo
11    String x = "Temperatura : "+i;
12    //fecha a conexão com o canal
13    cc.close();
14    //Mostra na tela do celular a temperatura coletada
15    stSerial.setText(stSerial.getText().concat("\n Temperatura -> ").concat(x));
16 } catch (Exception ex) {
17     //trata a exceção caso ocorra algum erro e mostra-a na tela
18     stSerial.setText(stSerial.getText().concat("\n erro -> "
19 ").concat(ex.getMessage()));

```

Uma peculiaridade deve ser citada e destacada neste código, a linha 3, onde ocorreram mais erros devido a falta de conhecimento da porta serial do celular implementada pelo fabricante, a qual é variável e não segue nenhum padrão; demandando mais tempo de desenvolvimento pelos testes e erros ocorridos.

Este processo é melhor visualizado através do figura 12, que ilustra todo o processo desempenhado pelo programa.

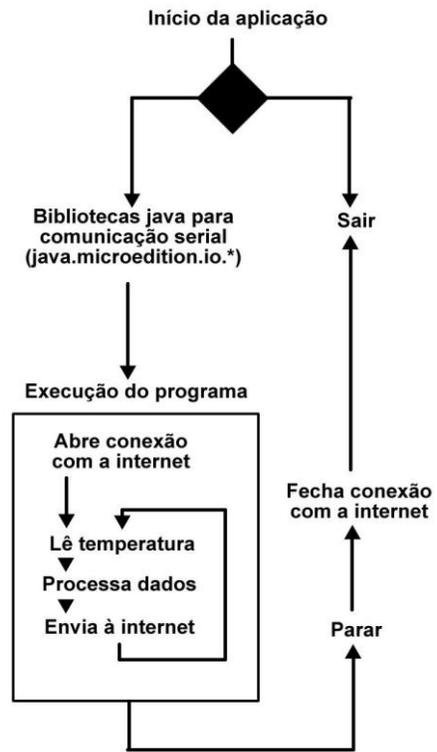


Figura 12 – processo de funcionamento do programa em JAVA

#### 4.4 – Página de acesso

Para a visualização das informações, utilizando o PHP, foi desenvolvida uma página para a internet de consultas em tempo real da temperatura obtida pelo termômetro, esta, pode ser visualizada de acordo com a figura 13, que apresenta a tela inicial e principal do site de visualização.

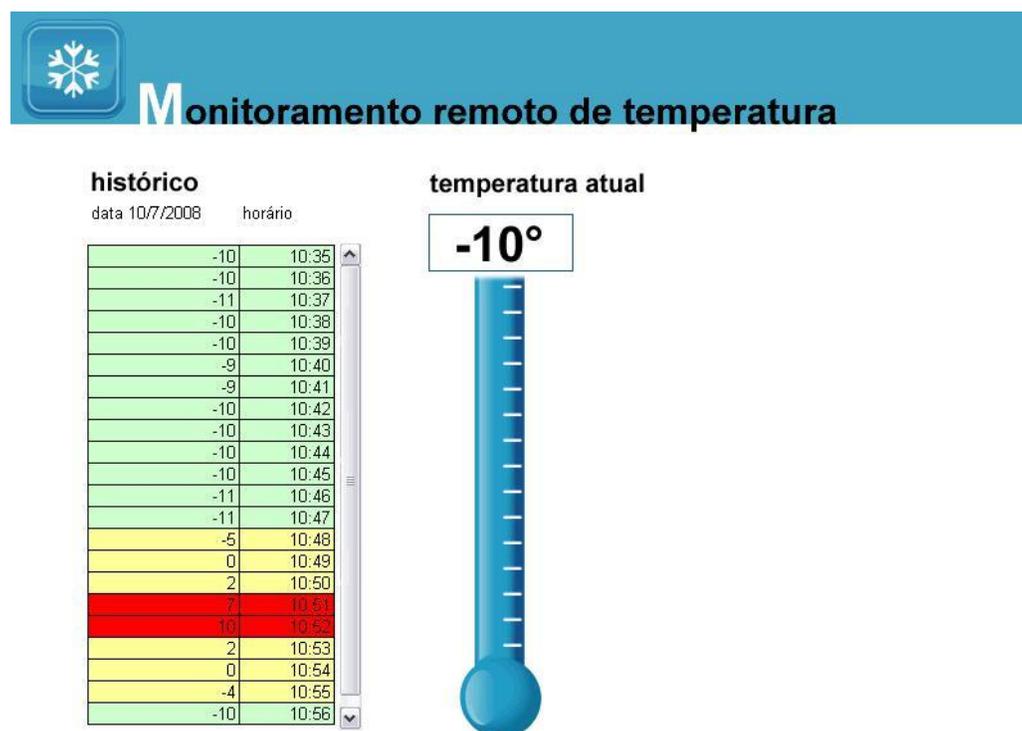


Figura 13 – apresentação do site na internet para a visualização de temperatura

Esta página também segue um fluxo de informações, as quais estão dispostas a seguir na figura 14.

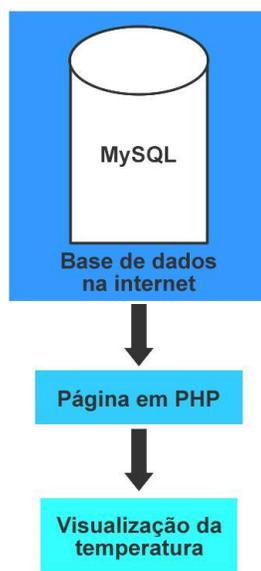


Figura 14 – Ordem do tráfego de informações no site de visualização

#### 4.4.1 – Funcionalidades do website

Como a informação será guardada em um banco de dados disponível integralmente na internet, a lista de funções possível de se realizar com estes dados podem ser adicionadas e criadas a medida do necessário a cada cliente, mas para este estudo resumiu-se em apenas mostrar e classificar todas as temperaturas coletadas de acordo com um limite pré-estabelecido de acordo com informações obtidas de produtos comumente distribuídos por operadores logísticos, o sorvete, o qual deve seguir normas estabelecidas pelo INMetro [40], para controle de criticidade; onde estes respeitam a tabela 1, a seguir:

Temperatura		Criticidade	Cor representativa
mín.	máx.		
-50	-10	Normal	
-9	0	Atenção	
1	50	Crítico	

Tabela 1 – critério de criticidade adotado

Estas funcionalidades porém, podem ser futuramente convertidas em gráficos, análises específicas para cada tipo de produto e incorporadas com diversos outros fatores úteis à cada empresa e seu produto.

#### 4.5 - Testes

Inicialmente foi testado apenas a placa de circuito eletrônico em comunicação com o computador via conexão serial utilizando uma ferramenta nativa do sistema Microsoft Windows XP®, o *Hiper Terminal*, que é um programa simples que se comunica com dispositivos periféricos conectados ao computador, possibilitando assim uma interface quase sem interferência do sistema operacional, comumente utilizada para a configurações de dispositivos diretamente pela porta paralela ou pela porta serial.

Estes testes são visualizados na figura 15, a tela do Hiper Terminal recebendo as informações diretamente do dispositivo criado via porta serial (comunicação RS232).

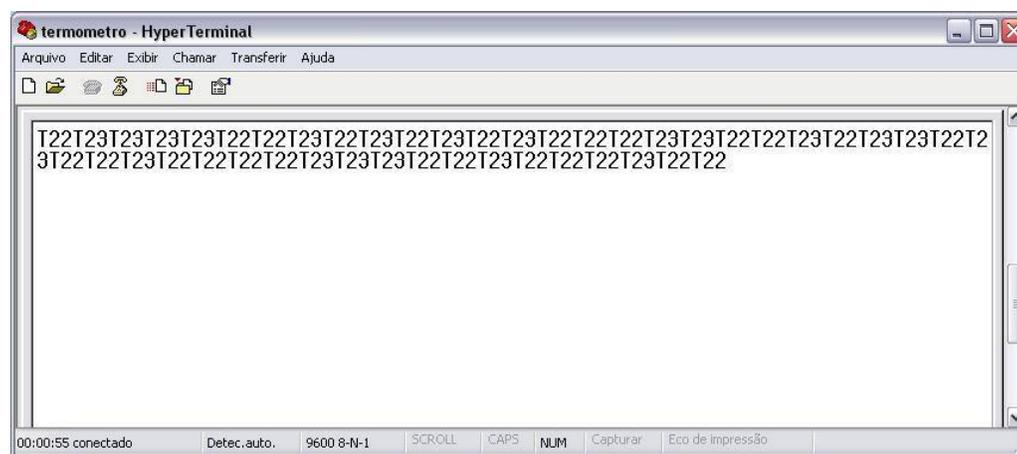


Figura 15 – Tela de testes via Hiper Terminal

Nota-se a ocorrência da letra “T” propositalmente inserida antes da temperatura indicando a medição de um novo valor, sendo tratada em

seguida pelo programa em JAVA que coletará estes valores para retransmiti-los à base de dados na internet.

Portanto, o dispositivo funciona corretamente de acordo com as especificações estabelecidas e desejadas, inclusive sendo testado por longo período de duração, de 8 (oito) horas constantemente ligado, não apresentando sobrecarga, aumento de temperatura do circuito ou qualquer interferência de medição, podendo ser aplicado comercialmente em uma solução futura.

Em seguida, por ainda não conter o aparelho estudado (Nokia n73), foi necessário um teste de mesmo peso e funcionalidade. Assim então foi adotado um emulador de dispositivo oferecido e disponibilizado pelo próprio fabricante para proceder com os testes de funcionamento e coleta de temperatura a nível real de operação. Pode-se conferir na figura 16 e 17 o funcionamento do emulador exatamente como esperado, coletando a temperatura, a qual posteriormente e transparentemente é enviada à internet.

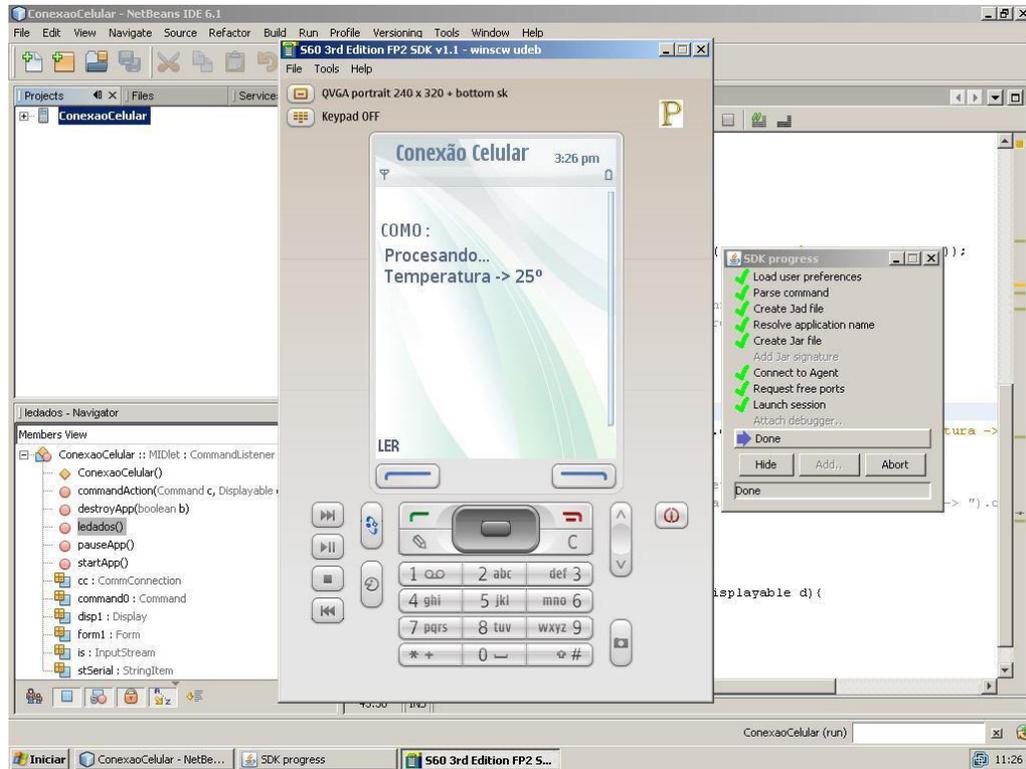


Figura 16 – Tela do sistema em execução via emulador



Figura 17 – destaque para a tela de emulação

A imagem 8 (oito) ilustra bem o funcionamento exato do sistema, que tem o mesmo e absoluto efeito e funcionamento em um dispositivo real caso conectado da mesma maneira conforme já estudado.

## **CAPÍTULO 5 – RESULTADO E DISCUSSÃO**

---

### **5.0 - Dificuldades Encontradas**

A primeira dificuldade encontrada foi a extrema falta de um dispositivo simples e funcional no mercado para a realização de uma simples medição de temperatura e a transmissão desta informação a um dispositivo de interação, como um computador ou um celular, criado somente para este fim; sendo possível somente utilizar data-loggers (medidores e armazenadores de temperaturas independentes, que são descarregados periodicamente em um computador) ou multímetros que possuem esta função, uma interface RS232 e programas próprios e independentes utilizados apenas para estas funções.

Foi observado, no andamento desde estudo e projeto, o surgimento de uma solução para o mercado de transportes de produtos refrigerados, que incorpora algo semelhante à necessidade deste projeto. Durante uma feira anual de Logística, o Salão da Logística 2007, o fabricante ThermoKing apresentou um motor de refrigeração que interagia com um computador e uma conexão à internet, a qual possibilitava o acompanhamento em tempo real da localização do veículo, a temperatura, velocidade e diversas outras características. Porém, em uma única solução possuindo como enorme obstáculo o preço que incluía todos os itens ultrapassando dezenas de milhares de dólares e principalmente, não disponível para a venda no Brasil. Sendo totalmente descartada qualquer hipótese de estudo ou adoção desta solução.

Em seguida, a maior dificuldade e grande desafio, entretanto, foi a descoberta e estudo de um problema somente percebido na implementação do projeto: A pré-disponibilidade da porta de comunicação RS232 ou qualquer outra como a comunicação via infra-vermelho, somente desenvolvida e oferecida pelo fabricante do aparelho celular, sem nenhum

critério de adoção, manualização desta informação ou qualquer outro indicativo possível de identificação pré-determinado; sendo somente reconhecido e identificado este parâmetro através da criação e execução de um programa (disponível e anexo ao projeto) no próprio aparelho. Ficando assim dependente e obrigado à realização de diversos testes baseados na metodologia de tentativa e erro.

Alguns aparelhos celulares foram escolhidos e realizados testes baseados em critérios simples mas importantes, como a existência de uma interface via cabo físico que permita uma adequação e adaptação de um cabo simples e barato, a existência de um sistema Java que suporte a biblioteca já descrita acima (GCF) MIDP 2.0 e a conexão à internet via GPRS ou tecnologia 3G. Estes aparelhos testados estão listados a seguir de acordo com marca e modelo:

- Sony Ericsson – W810i
- Sony Ericsson – W580i
- Motorola – V3
- Motorola – Z6
- Nokia – 6822
- Nokia – 3205
- Nokia – N73

Com isso, pode-se perceber a extrema falta de implementação e atenção por parte dos fabricantes à este quesito; ocasionando no atraso do projeto e mudanças de padrões à adotar para a realização física e real com sucesso deste projeto de uma maneira ou de outra.

Após os testes realizados, o único aparelho que suportasse qualquer comunicação implementada pelo fabricante e disponível no mercado para fácil acesso e adotado para a realização deste projeto, foi o aparelho N73 do fabricante Nokia, ilustrado na figura 18 e 19. Possibilitando assim o

andamento inicial do projeto mesmo com atraso mas possível de ser realizado.



Figura 18 – Aparelho Nokia n73, estudado por oferecer a conectividade e requisitos necessários para o projeto



Figura 19 – Detalhe da conexão inferior do celular, o qual permite conexão via cabo serial.



Figura 20 – Detalhe da pinagem de portas do modelo N73

Para a interconexão entre a placa eletrônica desenvolvida e o aparelho celular, será necessário a confecção de um cabo entre a placa e o celular, respeitando a pinagem ilustrada na figura 20 que respeita a seguinte configuração: [34]

- Pino 6 – RX
- Pino 7 – TX
- Pino 8 - GND

## 5.1 - Solução adotada

Para esta solução então, a adoção da comunicação via serial foi a única que permitia a interação com qualquer dispositivo eletrônico que provesse esta comunicação, a qual foi testada e identificada com sucesso no aparelho adotado em questão, o Nokia N73.

Porém, pelo seu alto custo em relação aos outros aparelhos disponível no mercado, até a apresentação deste presente estudo será analisado a possibilidade de aquisição do mesmo para sua utilização exclusiva nesta apresentação. Caso ocorra a não possibilidade de aquisição desde aparelho, será considerado como igual peso e funcionalidade, uma biblioteca de desenvolvimento disponível pelo próprio fabricante para testes de igual resultado em um emulador de dispositivo integrado à interface de desenvolvimento [33] .

## 5.2 – Custos

Para este projeto, consideramos dois itens de centro de custos:

- O primeiro, independente do segundo, considera-se os componentes necessários para a fabricação da placa eletrônica, como componentes eletrônicos de acordo com a tabela 2 a seguir:

Componente	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
PIC16F877A de 20 MHz	1	15,65	R\$ 15,65
Cristal de 20MHz	1	1	R\$ 1,00
1N4148	2	0,02	R\$ 0,04
Capacito eletrolítico de 1microFaraday x 50V	5	0,1	R\$ 0,50
Placa eletrônica	1	6,5	R\$ 6,50
Resistor de 1/8 de Watt de 1K $\Omega$	1	0,02	R\$ 0,02
Resistor de 1/8 de Watt de 3,9K $\Omega$	2	0,02	R\$ 0,04
LED de 5mm azul	1	0,1	R\$ 0,10

Tabela 2 – custo individual por componente eletrônico

- O segundo e terceiro centro de custo consideram-se aquisições independentes como o gravador de PIC para a gravação da programação do sistema na placa eletrônica e o próprio aparelho celular em questão.

O gravador de PIC foi adquirido por um preço de R\$ 30,00 de um fabricante no interior de São Paulo, e pode ser observado na figura 21.

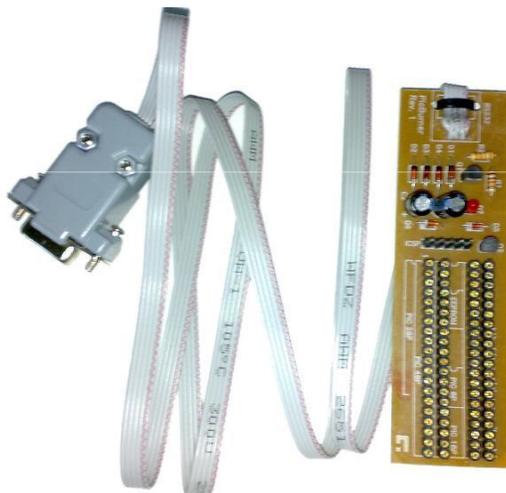


Figura 21 – Gravador de circuitos integrados (PIC)

O celular Nokia N73 pode ser adquirido por um preço de R\$ 899,00 na loja do próprio fabricante. E pode ser observado na figura 18.

Podemos considerar portando a tabela de custos a seguir na tabela 3:

<b>Preço total do projeto</b>	<b>R\$ 952,85</b>
<b>Placa eletrônica</b>	R\$ 23,85
<b>Celular Nokia N73</b>	R\$ 899,00
<b>Gravador de PIC</b>	R\$ 30,00

Tabela 3 – Custo total do projeto

### 5.3 – Resultados a serem obtidos

Concluindo, espera-se criar uma solução simples e funcional para suprir a descrita necessidade de automatização e otimização desta operação em estudo, integrando a telefonia móvel e suas transmissões de dados com uma interface digital de temperatura para o monitoramento constante dos produtos ao serem entregues no momento da confirmação de entrega realizada pelo operador logístico responsável em estudo.

### 5.4 – Possibilidade de criação de uma nova solução

Com o desenvolvimento de cada vez mais novas tecnologias e o avanço constante de recursos físicos e soluções, começam a aparecerem dispositivos que realizem estas tarefas como no exemplo da multinacional *Thermo King*. A exemplo deste fabricante e fornecedor de equipamentos é possível sim, realizar esta nova e específica solução idealizada a resolver o problema específico em estudo.

É possível também implementar uma solução em conjunto com um posicionamento global, por exemplo, incorporando esta solução à um receptor de informações via satélite de posicionamento global (GPS).

## **5.5 – Conclusão Final**

Conclui-se em fim, que esta solução pode ser adotada e implementada em qualquer operador logístico por um custo baixíssimo com possibilidades de estudo sobre um novo aparelho celular, o qual possui modelos novos lançados diariamente. Podendo assim em breve conter os requisitos exigidos para este projeto, respeitando as características aqui apresentadas.

## BILIOGRAFIA

---

[1] PESTANA, F.B. Dicionário Completo da Língua Portuguesa Ed. 3, pág. 545 v. 4. São Paulo: Folha da Tarde, 1994.

[2] VANTINE, J.G. Logística. São Paulo: 1992. Disponível em: <http://www.aslog.org.br/download.php?titulo=SistemaLogístico&chave=Q2b8c8w2b8EGZ8ESY8IHd8k2Z882c8Eyc8k2c8QXZ80WY88Fb882Z8k2c8QXa8M2b84ie8kGc> . Acesso em: 13 ago. 2007.

[3] JUNIOR, Maurício K.; NETO, Francisco F. Logística Empresarial. São Paulo, 2005. Disponível em: [http://www.fafitfacic.com.br/curso/apoio/apoio031020062919\\_539.pdf](http://www.fafitfacic.com.br/curso/apoio/apoio031020062919_539.pdf) . Acesso em: 16 ago. 2007. (Coleção Gestão Empresarial)

[4] MOREIRA, Daniel A.; IHY. Mauro T. Gerenciamento do abastecimento de mercadorias: Estudo de caso da reposição automática do Makro Atacadista S.A. São Paulo: RAI – Revista de Administração e Inovação, v.3, n.2, p.05-22, 2006. Disponível em: <http://www.npgp.org.br/rai/index.php/rai/article/download/55/49>. Acessado em: 16 ago. 2007.

[5] BORRÉ, Márcia H.; AGITO, Naraiana. Operadores Logísticos Frigorificados. Santa Catarina: GELOG-UFSC, 2005. Disponível em: <http://www.gelog.ufsc.br/Publicacoes/20061/Operadores%20Logisticos%20Frigorificados.pdf> . Acessado em: 16 ago. 2007.

[6] LIMA, Maurício P. Custos logísticos na economia brasileira. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. Disponível em: [http://joomla.coppead.ufrj.br/port/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=1145&Itemid=204](http://joomla.coppead.ufrj.br/port/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1145&Itemid=204) . Acessado em: 16 ago. 2007.

[7] CLIMATES, Emerson. Soluções para monitoramento e gerenciamento eletrônico de instalações. São Paulo: 2007. Disponível em:

<http://www.radiofrigor.com.br/telas2/pagina.asp?id=3&sub=5&aa=26>

Acessado em: 22 ago. 2007.

[8] MARQUES, Érico V.; DI SERIO, Luis C.; HASHIMOTO, Marcos. O uso da tecnologia da Informação como fator de competitividade no Brasil. São Paulo: FGV, 2006. Disponível em:

<http://www.dea.ufms.br/Jornada/2001/23.pdf> . Acessado em: 16 ago. 2007.

[9] SILVA, Abrai B.; MOREIRA, Luiz R. B. Telemetria em sistemas de comunicação móvel celular. Brasília: FATEC, 2005. Disponível em:

<http://www.labredes.unb.br/PFG.162004.pdf> . Acessado em: 07 jun. 2007.

[10] FERREIRA, Marcos A. C. Sistema de monitoramento contínuo de qualidade de águas produtivas e de mananciais. São Paulo: 2005.

Disponível em: [http://www.lsi.usp.br/~acseabra/4marcos\\_ferreira3.pdf](http://www.lsi.usp.br/~acseabra/4marcos_ferreira3.pdf) .

Acessado em: 21 ago. 2007

[11] MIRANDA, Renato B., MARCONDES, Valeska P.P. Prime: uma solução Java para acesso móvel a informações utilizando GSM/GPRS. Minas Gerais: 2006. Disponível em:

<http://www.dcc.ufla.br/infocomp/artigos/v3.1/art05.pdf> .

Acessado em 14 jun. 2007.

[12] CABRINI, Fábio H., FLORIDO, Ivan R., KOFUJI, Sergio T.

Monitoramento de temperatura utilizando rede de sensores sem fio em ambientes controlados. São Paulo: USP, 2005. Disponível em:

[http://www.pad.lsi.usp.br/humanlab/trabalhos/Contecsi\\_2006\\_01.pdf](http://www.pad.lsi.usp.br/humanlab/trabalhos/Contecsi_2006_01.pdf)

Acessado em: 22 ago. 2007.

- [13] PALUDO, Lauriana. Um estudo sobre as tecnologias Java de desenvolvimento de aplicações móveis. Santa Catarina: Florianópolis, 2003. Disponível em:  
<http://www.inf.ufsc.br/~leandro/ensino/esp/monografiaLaurianaPaludo.pdf> .  
Acessado em: 16 ago. 2007.
- [14] ANDREÃO, Rodrigo V.; FILHO, José G. P. CALVI, Camilo Z. Telecardio: Telecardiologia a serviço de pacientes hospitalizados em domicílio. Espírito Santo: UFES, 2006. Disponível em:  
<http://www.sbis.org.br/cbis/arquivos/906.pdf> . Acessado em: 16 ago. 2007.
- [15] SOUSA, Consuelo L.; FARIA, Cláudia P.; NEVES, Elisa C. A. Avaliação da temperatura de balcões e câmaras frias de armazenamento de queijos e embutidos em supermercados da cidade de Belém – PA (Brasil). Paraná: 2003. Disponível em:  
<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/download/1158/959> . Acessado em: 16 ago. 2007.
- [16] DELSING, Jerker; LINDGREN, Per; OSTMARK, Ake. Mobile internet enabled sensors using mobile phones as access network. CSEE: Lulea University of Technology, 2004. Disponível em:  
[http://www.itcon.org/data/works/att/2004\\_27.content.04159.pdf](http://www.itcon.org/data/works/att/2004_27.content.04159.pdf) . Acessado em: 14 ago. 2007.
- [17] PANHAN, André M. Sistema de aquisição de dados e monitoramento remoto para câmaras frias e sistemas de refrigeração. Campinas: Unicamp, 2002. Disponível em:  
<http://libdigi.unicamp.br/document/?down=vtls000259176> . Acessado em: 16 ago. 2007.
- [18] CALVI, Camilo Z. Uma Plataforma de suporte a aplicações móveis sensíveis ao contexto. Espírito santo: 2006. Disponível em:

[http://www.lprm.inf.ufes.br/~camilo/docs/RedesCamilo\\_Final.pdf](http://www.lprm.inf.ufes.br/~camilo/docs/RedesCamilo_Final.pdf) . Acessado em: 16 ago. 2007.

[19] KLUCH, Halina D. W. ; MELLO, Anderson M.; FREITAS, Sergio T.; BRACKAMNN, Auri. Efeito do pré-resfriamento e condições de armazenamento sobre a qualidade físico-química e lanosidade de pêssegos cv. chiripá. Rio grande do sul: 2003. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v9n3/artigo15.pdf> . Acessado em: 16 ago. 2007.

[20] JORNAL O POVO. Ceará: 2007. Disponível em: <http://www.opovo.com.br/tecnologia/721849.html> . Acessado em: 22 ago. 2007.

[21] OI PAGGO – Tarifas e serviços. São Paulo: 2007. Disponível em: <http://www.oipaggo.com.br> .

[22] ABNT. Normas técnicas, NBR 14701. São Paulo: 2007. Disponível em: <http://www.abntnet.com.br/ecommerce/buynorma.aspx?FonteID=21346>  
Acessado em: 22 ago. 2007.

[23] JOHNSON, H.T. e KAPLAN, R.S. The Risc ans Fall of Management Accounting Harvard Business School Press, 1987. 53 p.

[24] BARRET, T. Mission Costing: A New Approach to Logistics Analysis´in International Journal of Physical Distribution and Materials Management. Vol. 12, n°7, 1982. 138 p.

[25] CHRISTOPHER, M. G. Total Distribution: A Framework for Analysis, Costing and Control Gower Press, 1971. 24 p.

[26] VISSOTO, Jr. Dornelles – Jornalista e redator do site [http://www.vivaolinux.com.br/\(http://www.vivaolinux.com.br/artigos/verArtigo.php?codigo=1710&pagina=9](http://www.vivaolinux.com.br/(http://www.vivaolinux.com.br/artigos/verArtigo.php?codigo=1710&pagina=9) – Acessado em 29 out. 2007).

[27] CHRISTOFER, M. *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Pioneira Thomsom, 2002. 240 p.

[28] MARINO, M.K.; SCARE, R.F. *Logística de distribuição de suco de laranja concentrado congelado como fator de vantagem competitiva*. Ribeirão Preto: 1999. Disponível em: [http://www.pensa.org.br/anexos/biblioteca/1332007162946\\_.pdf](http://www.pensa.org.br/anexos/biblioteca/1332007162946_.pdf) . Acesso em 16 ago. 2007.

[29] RODRIGUES Alexandre D. - IBGE – São Paulo 2004 <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/pub/conj/conj2/04.htm> - Acessado em 28 out. 2007

[26] FERNANDEZ Eng<sup>o</sup> Carlos R. - Jornal do Auto – São Caetano do Sul 2002 [http://www.jornauto.com.br/carga\\_viaria.pdf](http://www.jornauto.com.br/carga_viaria.pdf) - Acessado em 28 out. 2007

[27] LÓPEZ Sylvia R. - *Logística do Frio* – Madri – Espanha 2001 [http://www.mercasa.es/es/publicaciones/pdfs/dyc\\_58/077\\_logistica\\_frio.pdf](http://www.mercasa.es/es/publicaciones/pdfs/dyc_58/077_logistica_frio.pdf) - Acessado em 28 out. 2007.

[28] INMETRO normas disponíveis para consulta – São Paulo 2008 - <http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/boletins/info13278.pdf> - Acessado em 07 jul. 2008

[29] INMETRO normas disponíveis para consulta – São Paulo 2008 - <http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/boletins/info0110.pdf> - Acessado em 07 jul. 2008

[30] RAMANKUTTY Hiran - From C To Assembly Language – India 2007 - <http://linuxgazette.net/issue94/ramankutty.html> - Acessado em 4 ago. 2008

[31] JUTTA R. – ANSI C – EUA 2006 - <http://www.lysator.liu.se/c/> - Acessado em 4 ago. 2008

[32] PHP Group – Página Oficial PHP no Brasil – São Paulo 2008 - <http://br.php.net/history> - Acessado em 8 ago. 2008

[33] NOKIA Forum – Página oficial da fabricante Nokia para desenvolvedores – São Paulo 2008 - <http://www.forum.nokia.com/info/sw.nokia.com/id/4a7149a5-95a5-4726-913a-3c6f21eb65a5/S60-SDK-0616-3.0-mr.html> - Acessado em 20 jul. 2008

[34] PINOUTS Team – DKU5 pop prt scheme – Rússia – 2005 - [http://pinouts.ru/CellularPhonesCables/nokia\\_dku-5\\_cable\\_pinout.shtml](http://pinouts.ru/CellularPhonesCables/nokia_dku-5_cable_pinout.shtml) - Acessado em 12 jan. 2008

[35] MySQL - Página Oficial MySQL brasil – São Paulo 2008 - <http://www.mysqlbrasil.com.br/?q=node/2> - Acessado em 03 ago. 2008

## ANEXOS

---

Anexo I – resumo da norma ABNT NBR 14701 [22]:

Código : NBR14701

Código Secundário :

Data de Publicação : 01/05/2001

Título : Transporte de produtos alimentícios refrigerados - Procedimentos e critérios de temperatura

Título em Inglês : Transport of refrigerated foodstuffs - Procedure and criterion of temperature

Objetivo : Estabelece os procedimentos e critérios de temperatura para o transporte de produtos alimentícios refrigerados (resfriados ou congelados) no tocante a estocagem, carga deslocamentos e descarga, de forma a garantir sua integridade e preservar sua qualidade inicial até a recepção pelo destinatário/recebedor. Aplica-se ao produto com temperatura especificada, apresentada pelo embarcador/expedidor e seguida pelo transportador, devendo ser transportado até o ponto final de destino em condições estáveis.

Comitê Atual : ABNT/CB-16 - TRANSPORTES E TRÁFEGO

Origem : 16:400.07-001:2000

nº de Páginas : 7

Organismo : ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

Esta norma possui o preço para sua aquisição no valor de R\$ 30,20 e pode ser comprada através do link:

<http://www.abntnet.com.br/ecommerce/buynorma.aspx?FonteID=2134>