

CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO/VALIDAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO SMD

Para a avaliação e validação do SMD o equipamento biomédico utilizado foi um Oxímetro Dixtal, modelo DX-2405 (figura 5.1). O oxímetro faz a leitura de dois dados vitais: a frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (FR). O modelo utilizado tem um dispositivo de comunicação serial no padrão RS-232/DB9, com a seguinte configuração de pinagem: Rxd in (receptor) - pino 2, Txd out (transmissor) – pino 3, terra – pino 7 (figura 5.2).



Figura 5.1 - Oxímetro Dixtal , modelo DX-2405

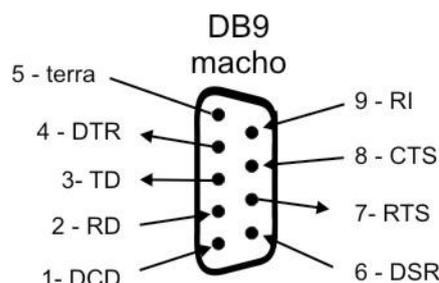


Figura 5.2 – Conector do oxímetro (RS232/DB9)

O oxímetro DX-2405 permite a configuração de variáveis de comunicação serial que possibilitam a sincronização durante o envio e o recebimento de dados em uma conexão serial. As variáveis configuráveis são: bit de parada igual a um, bit de paridade desligado, bit de dados igual a 8 e *bauds* (velocidade de transmissão) igual a 1200.

Entre os testes realizados na validação, três foram considerados principais para a validação do sistema: o primeiro verificou a comunicação entre o equipamento biomédico e o microcomputador da Unidade Cuidador/Paciente (coleta de dados); o segundo, a transmissão e recepção dos dados coletados (recebimento de dados e comunicação entre Unidades); e o terceiro teste mostra a visualização de imagens geradas pela web cam e o funcionamento simultâneo e independente do Windows Media Player e o SMD.

As condições necessárias para a realização dos testes foram as seguintes:

- ✍ Conexão do oxímetro, devidamente funcionando, com o computador do paciente/cuidador;
- ✍ Cabo de comunicação (no caso, serial RS-232) conectado ao oxímetro e computador do paciente/cuidador (figura 5.3);
- ✍ Sensor biomédico para medição dos dados vitais (figura 5.4);
- ✍ Computadores conectados à internet e com JRE (*Java Runtime Edtion*);
- ✍ Banco de dados instalado e configurados (valores de referência);
- ✍ Cabo de comunicação serial entre o computador e o equipamento (padrão RS232/DB9);
- ✍ Computadores e equipamento biomédicos configurados: *baud rate* = 1200, paridade = desligado, bit de dados = 8, bit de parada = 1.



a) Cabo de alimentação e comunicação



b) Detalhe cabo de comunicação

Figura 5.3 – Oxímetro DX-2405 com cabo serial para conexão no computador do paciente



Figura 5.4 – Sensor biomédico do oxímetro DX-2405

a) Teste de comunicação equipamento biomédico e o microcomputador da Unidade Cuidador/Paciente (coleta de dados)

O computador da Unidade Paciente/Cuidador foi conectado ao oxímetro (DX-2405) com o cabo serial RS-232 (figura 5.5) e o sensor foi colocado em uma pessoa.



Figura 5.5 – Unidade Paciente/Cuidador conectado ao oxímetro DX-2405

O *SMD_Paciente* foi ativado. Neste momento os dados coletados (na figura 5.6 são mostrados os dados referentes à coleta de aproximadamente 5 minutos). Os dados são enviados pelo Oxímetro na seqüência que mostra a saturação de oxigênio (SpO2) e o valor coletado, e a frequência cardíaca (Rate) e o valor coletado. Ao retirar o sensor biomédico do dedo do paciente o equipamento envia uma mensagem de status de *SENSOR FORA PACIENTE*. Ao recolocar o sensor no dedo do paciente o equipamento leva um tempo para reconhecer o sensor e retomar a leitura dos dados vitais (isso é verificado quando o SpO2 e o Rate são igualados a zero).

Durante a coleta dos dados a IHM Paciente/Cuidador é atualizada (figura 5.7). Apenas os dois dados vitais monitorados pelo oxímetro são mostrados os outros dois campos que referem-se à monitoração da temperatura e pressão arterial são mantidos sem as variáveis, já que não foram objeto de acompanhamento. Na figura abaixo os dados monitorados (SPO2 = 96 e BPM = 76) encontram-se dentro dos valores de referência cadastrados no banco de dados para o paciente Antônio Fonseca Pedreira (SPO2 máx = 99, SPO2 mín = 60, BPM máx = 100, BPM mín = 60), com isso o SMD indica ao paciente o status “normal” para as variáveis coletadas (banco de dados na figura 5.8).

The screenshot displays the 'SMD Paciente - Monitoramento Paciente' window. At the top, it identifies the 'Médico Responsável' as Sandra Cardoso de Mello, with a phone number of 555555. The patient is identified as Antonio Fonseca Pedreira. Below this, there are empty fields for 'Diagnóstico Geral' and 'Prescrição Médica'. The 'Monitoramento' section contains three buttons: 'Iniciar Monitor', 'Parar Monitor', and 'Histórico'. Two data rows are shown: 'Frequencia Respiratoria SPO2' with a value of 096 and status 'normal', and 'Frequencia cardiaca BPM' with a value of 076 and status 'normal'. A yellow box highlights two empty input fields with the text 'CAMPOS DESTINADOS ÀS VARIÁVEIS DE TEMPERATURA E PRESSÃO ARTERIAL'. At the bottom, there is a 'Converse com o Médico de Plantão' section with a text area for 'Mensagem do Médico' and an 'Enviar' button.

Figura 5.7 – IHM Paciente/Cuidador com os dados coletados (dentro dos valores de referência)

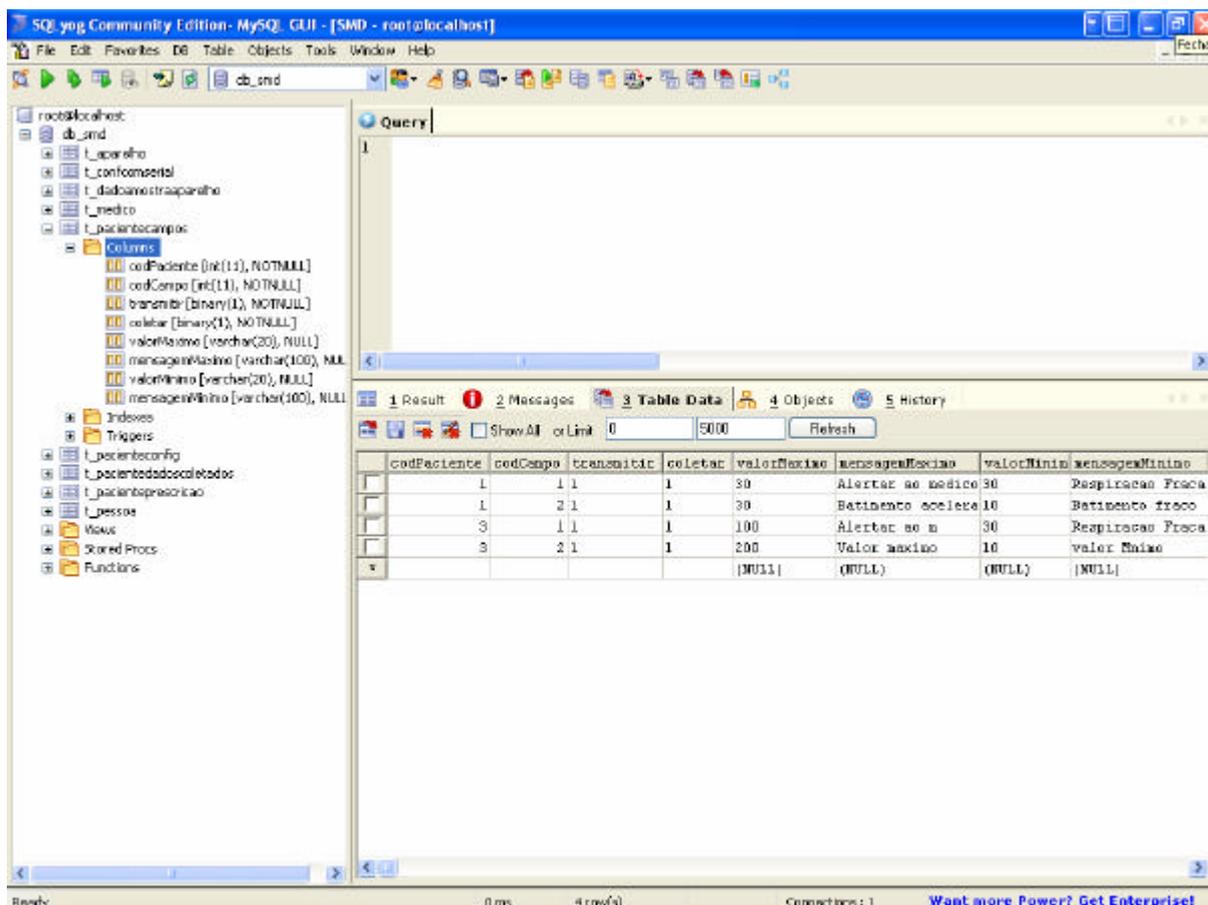


Figura 5.8 – Cadastramento dos valores de referência no banco de dados

Na figura 5.9 os dados monitorados encontram-se zerados evidenciando a leitura realizada pelo equipamento biomédico quando o sensor encontrava-se fora do dedo do paciente. Salienta-se que este caso ocorrerá em apenas quando o sensor estiver fora do paciente, por motivo de retirada ou má colocação do mesmo.

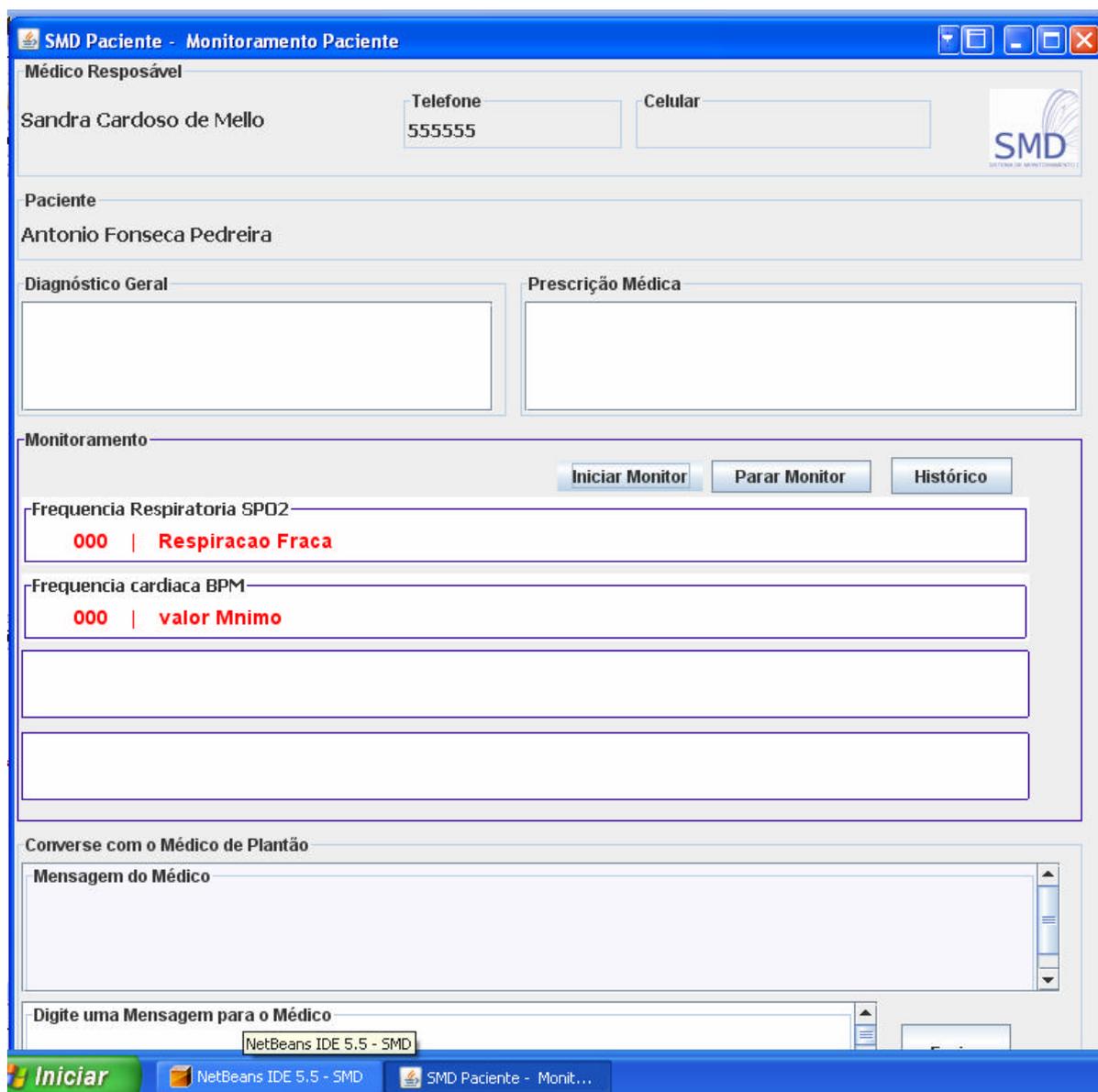


Figura 5.9 – IHM Paciente/Cuidador com os dados coletados (com valores zerados)

Para a realização do teste com os valores, fora dos valores de referência, foi necessário alterar, no banco de dados, o cadastro dos valores de referência para valores arbitrários. Foram recadastrados para a paciente Maria Adalgisa de Souto: SPO2 máx = 30, SPO2 mín = 80, BPM máx = 30, BPM mín = 80. Com isso a leitura de SPO2 = 98 e BPM = 61 mostraram-se fora dos valores de referência e o SMD indicou e fez as interferências necessárias ao paciente e cuidador (*alertar ao médico* e *batimento acelerado - alertar ao médico*), como pode ser visto na figura 5.10. Os dados fora dos valores de referência são mostrados em vermelho.

SMD Paciente - Monitoramento Paciente

Médico Responsável
Sandra Cardoso de Mello
Telefone: 555555
Celular:

Paciente
Maria Adalgisa de Souto

Diagnóstico Geral

Prescrição Médica
PARACETAMOL VIA ORAL COMPRIMIDO UMA VEZ AO DIA DUR
AMOXILINA 500MG XAROPE 5ml

Monitoramento

Iniciar Monitor Parar Monitor Histórico

Frequencia Respiratoria SPO2
098 | Alertar ao medico

Frequencia cardiaca BPM
061 | Batimento acelerado - Alertar ao medico

Converse com o Médico de Plantão

Mensagem do Médico

Digite uma Mensagem para o Médico

Enviar

Figura 5.10 – IHM Paciente/Cuidador com os dados coletados (fora dos valores de referência)

No ícone *Histórico* é permitida a geração de arquivo em HTML com os dados monitorados desde o início da ID (figura 5.11).

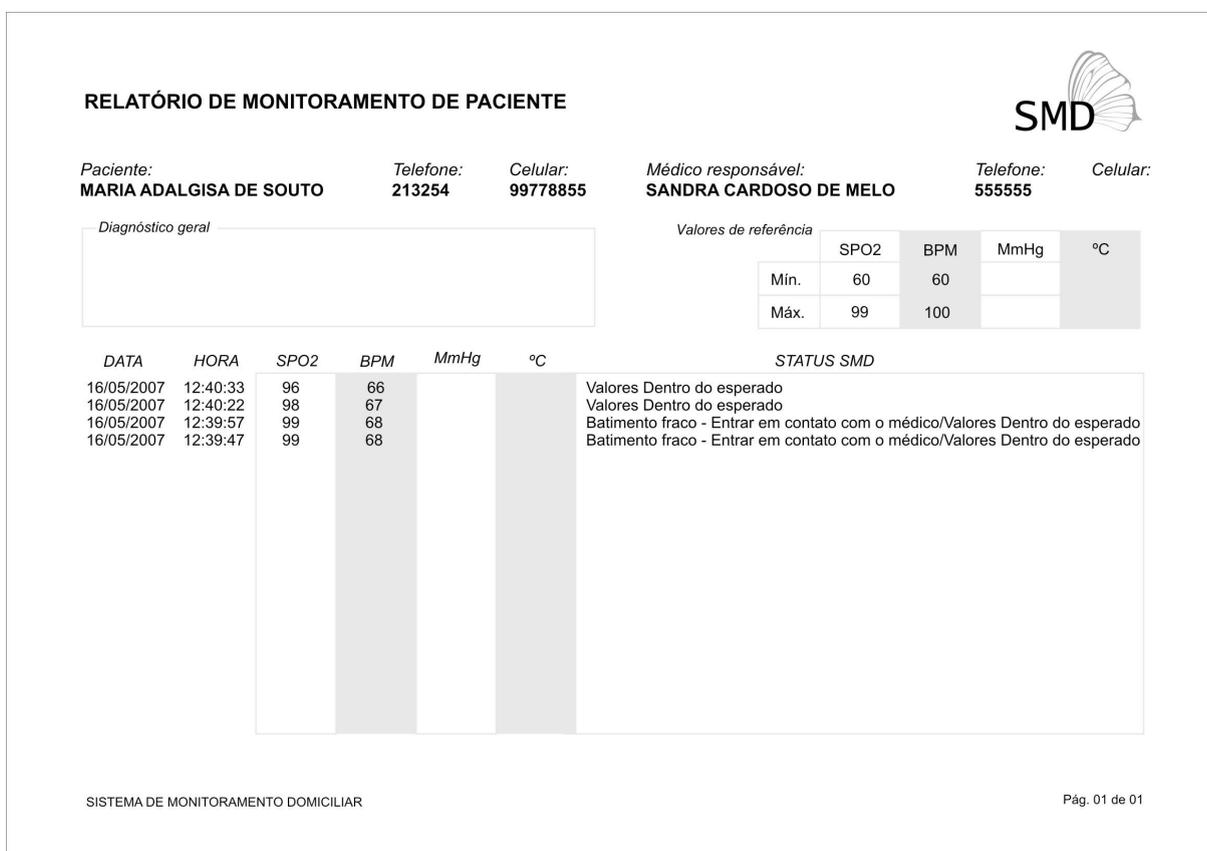
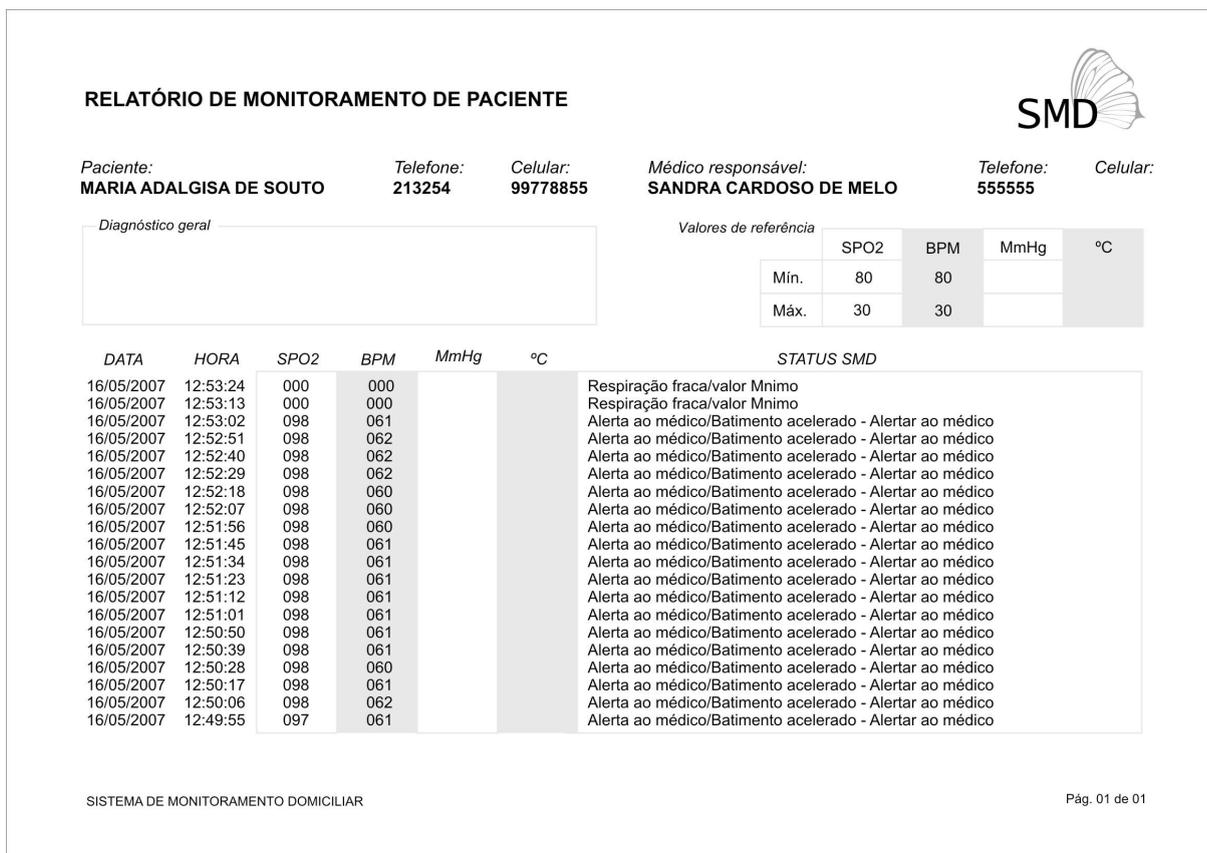


Figura 5.11 – Relatório de monitoramento de paciente

b) Teste de Transmissão e recepção dos dados coletados (recebimento de dados e comunicação entre Unidades)

Para o teste de transmissão e recepção dos dados utilizou-se dois microcomputadores sendo um com o *SMD_Paciente* e outro com o *SMD_Médico* instalados (figura 5.12). Os computadores estavam conectados na Internet.

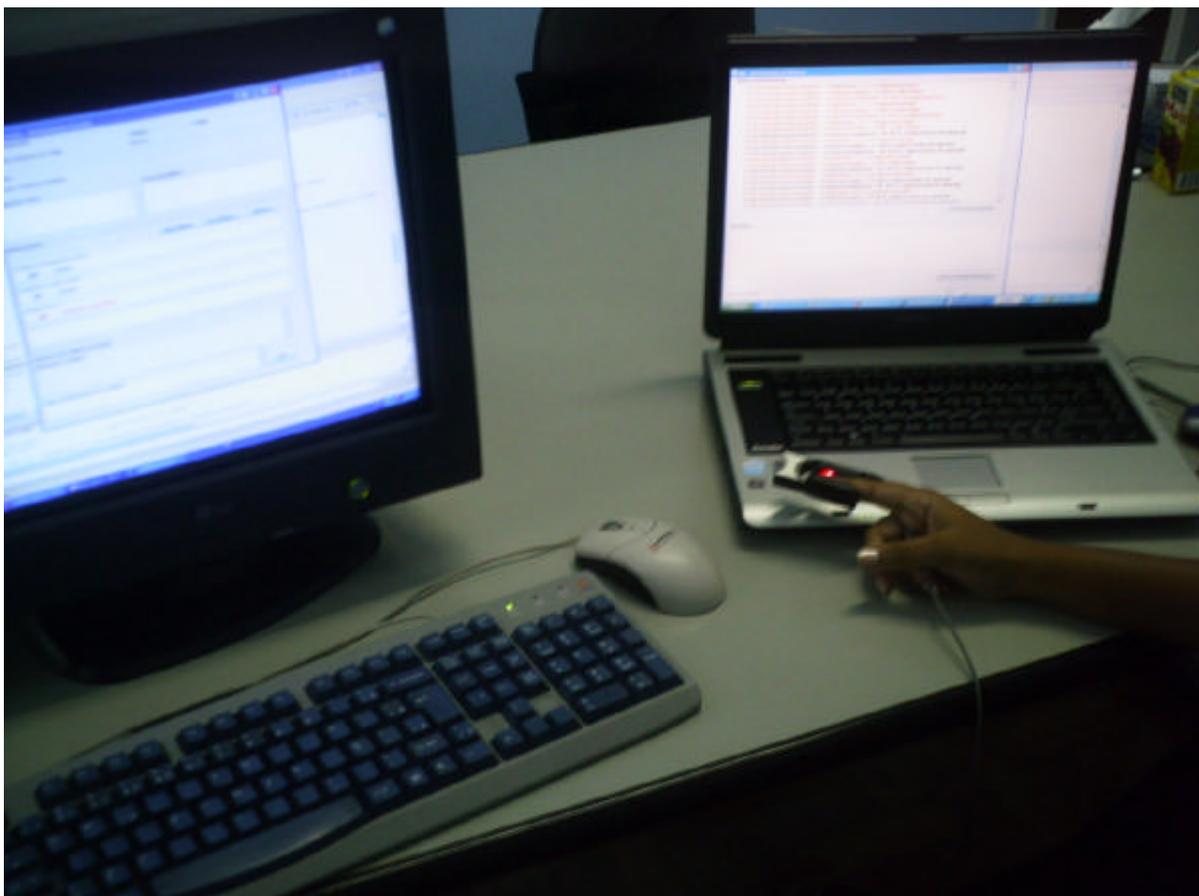


Figura 5.12 – Computadores conectados (computador do lado esquerdo – Unidade Paciente/Cuidador e do lado direito – Unidade do Médico)

A tela Monitoramento de Paciente do *SMD_Médico* é atualizada com os dados monitorados (figura 5.13). Para a visualização da coleta dos dados de mais de uma Unidade Paciente/Cuidado, foram simulados os dados do paciente Antônio Fonseca Pedreira. Nesta tela os dados fora dos valores de referência são mostrados em vermelho. No campo *Mensageiro* é visualizada uma mensagem enviada da Unidade Paciente/Cuidador da paciente Maria Adalgisa.

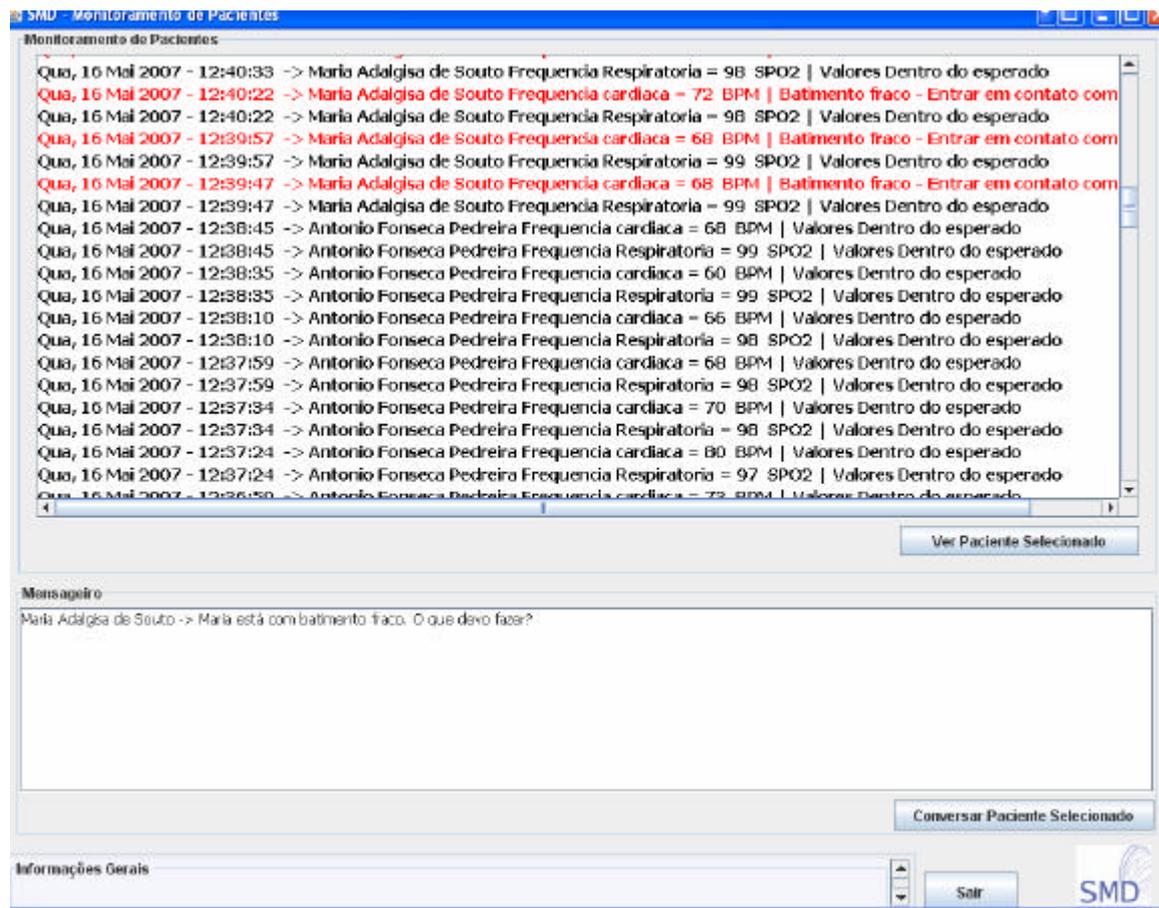


Figura 5.13 – IHM Médico com os dados coletados de dois pacientes

Ao selecionar o paciente, o médico visualiza apenas os dados da paciente Maria Adalgisa (figura 5.14). Em vermelho estão os dados fora da referência e em preto os dados dentro das referências, salienta-se que a interferência do SMD também é mostrada para o médico (como: *Batimento fraco – entrar em contato com o médico*). Nesta o diagnóstico e a prescrição são enviados pelo médico e enviados para a Unidade Paciente/Cuidador (figura 5.15). Ainda na interface de Orientação Médica o médico digita e envia uma mensagem para o cuidador – *dê uma colher de chá de magnésia de uma em uma hora*.

Na figura 5.16 são visualizadas as mensagens enviadas pelo paciente e as recebidas do médico. Mostrar na IHM médico as mensagens recebidas do paciente.

The screenshot displays the 'SMD - Orientação Médica' web application interface. It is organized into several sections:

- Dados Paciente:** A dropdown menu shows 'Maria Adalgisa de Souto'. To the right are input fields for 'Telefone' (213254) and 'Celular' (99778855). A logo for 'SMD' is visible in the top right corner.
- Médico Responsável:** A section with fields for 'Telefone: 555555' and 'Celular'.
- Histórico de Coletas Recebidas do Paciente:** A scrollable list of monitoring data. The visible entries are:
 - Qua, 16 Mai 2007 - 13:14:54 Frequencia cardiaca = 66 BPM | Batimento fraco - Entrar em contato com o medico
 - Qua, 16 Mai 2007 - 13:14:54 Frequencia Respiratoria = 99 SPO2 | Valores Dentro do esperado
 - Qua, 16 Mai 2007 - 13:14:44 Frequencia cardiaca = 66 BPM | Batimento fraco - Entrar em contato com o medico
 - Qua, 16 Mai 2007 - 13:14:44 Frequencia Respiratoria = 98 SPO2 | Valores Dentro do esperado
 - Qua, 16 Mai 2007 - 13:14:19 Frequencia cardiaca = 63 BPM | Batimento fraco - Entrar em contato com o medico
 - Qua, 16 Mai 2007 - 13:14:10 Frequencia Respiratoria = 87 SPO2 | Valores Dentro do esperadoA button 'Atualizar Últimos dados Coletados' is located below the list.
- Diagnóstico:** A text input field contains 'PACIENTE COM PRESSAO ALTA E DISTURBIO CORONÁRIO'. To the right are 'Salvar' and 'Enviar' buttons.
- Procedimentos:** A text input field contains 'PARACETAMOL VIA ORAL COMPRIMIDO UMA VEZ AO DIA DURANTE 5 DIAS.AMOXILINA 500MG XAR...'. To the right are 'Salvar' and 'Enviar' buttons.
- Conversar com o Cuidador:** A large text area labeled 'Mensagem do Cuidador' is empty. Below it is an input field with the text 'Dê uma colher de chá de magnésia de uma em uma hora.' and an 'Enviar' button.

a) IHM Médico com mensagem para o cuidador

The screenshot displays the 'SMD - Orientação Médica' application window. It is divided into several sections:

- Dados Paciente:** Patient name 'Maria Adalgisa de Souto', phone '213254', and cell phone '99778855'. Includes the SMD logo.
- Médico Responsável:** Phone '555555' and 'Celular' field.
- Histórico de Coletas Recebidas do Paciente:** A list of vital signs from May 16, 2007, including respiratory frequency, heart rate (68 BPM), and SpO2 levels. Red text indicates 'Batimento fraco - Entrar em contato com o medico'. A button 'Atualizar Últimos dados Coletados' is present.
- Diagnóstico:** A text input field with 'DIABETES E DISTÚRBIOS CORONARIANO' and buttons 'Salvar' and 'Enviar'.
- Procedimentos:** A text input field with 'PARACETAMOL VIA ORAL COMPRIMIDO UMA VEZ AO DIA DURANTE 5 DIAS.AMOXILINA 500MG XAR...' and buttons 'Salvar' and 'Enviar'.
- Conversar com o Cuidador:** A chat window showing a message from the doctor ('Medico -> Levante a cabeça do Paciente') and a response from the caregiver ('Cuidador -> Vou fazer'). Below is an input field with 'e para febre o que devo fazer?' and an 'Enviar' button.

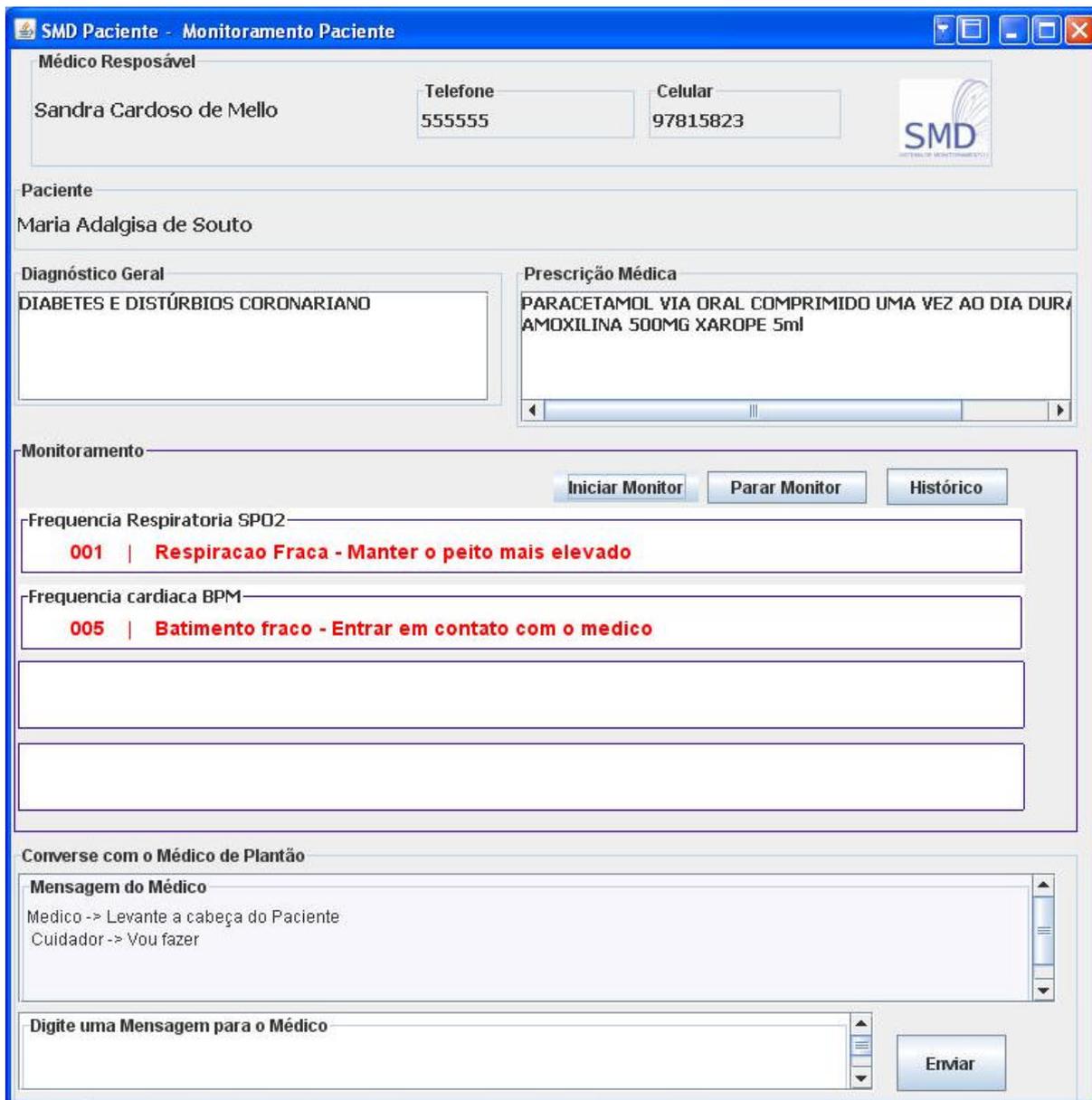
b) IHM Médico com diálogo entre cuidador e médico

Figura 5.14 – IHM Médico para monitoramento individual do paciente

The screenshot displays a web-based interface for patient monitoring. The title bar reads "SMD Paciente - Monitoramento Paciente". The interface is organized into several sections:

- Médico Responsável:** Sandra Cardoso de Mello. Fields for "Telefone" (555555) and "Celular" are present.
- Paciente:** Maria Adalgisa de Souto.
- Diagnóstico Geral:** An empty text area.
- Prescrição Médica:** PARACETAMOL VIA ORAL COMPRIMIDO UMA VEZ AO DIA DUR... AMOXILINA 500MG XAROPE 5ml.
- Monitoramento:** Includes buttons for "Iniciar Monitor", "Parar Monitor", and "Histórico".
 - Frequency Respiratoria SPO2: 099 | normal
 - Frequency cardiaca BPM: 068 | normal
- Converse com o Médico de Plantão:** A section for communication with the on-call doctor, featuring a "Mensagem do Médico" area and a "Enviar" button.

a) IHM Paciente/Cuidador com a prescrição



b) IHM Paciente/Cuidador como diagnóstico e prescrição

Figura 5.15 – IHM Paciente/Cuidador com o diagnóstico e a prescrição enviados pelo médico

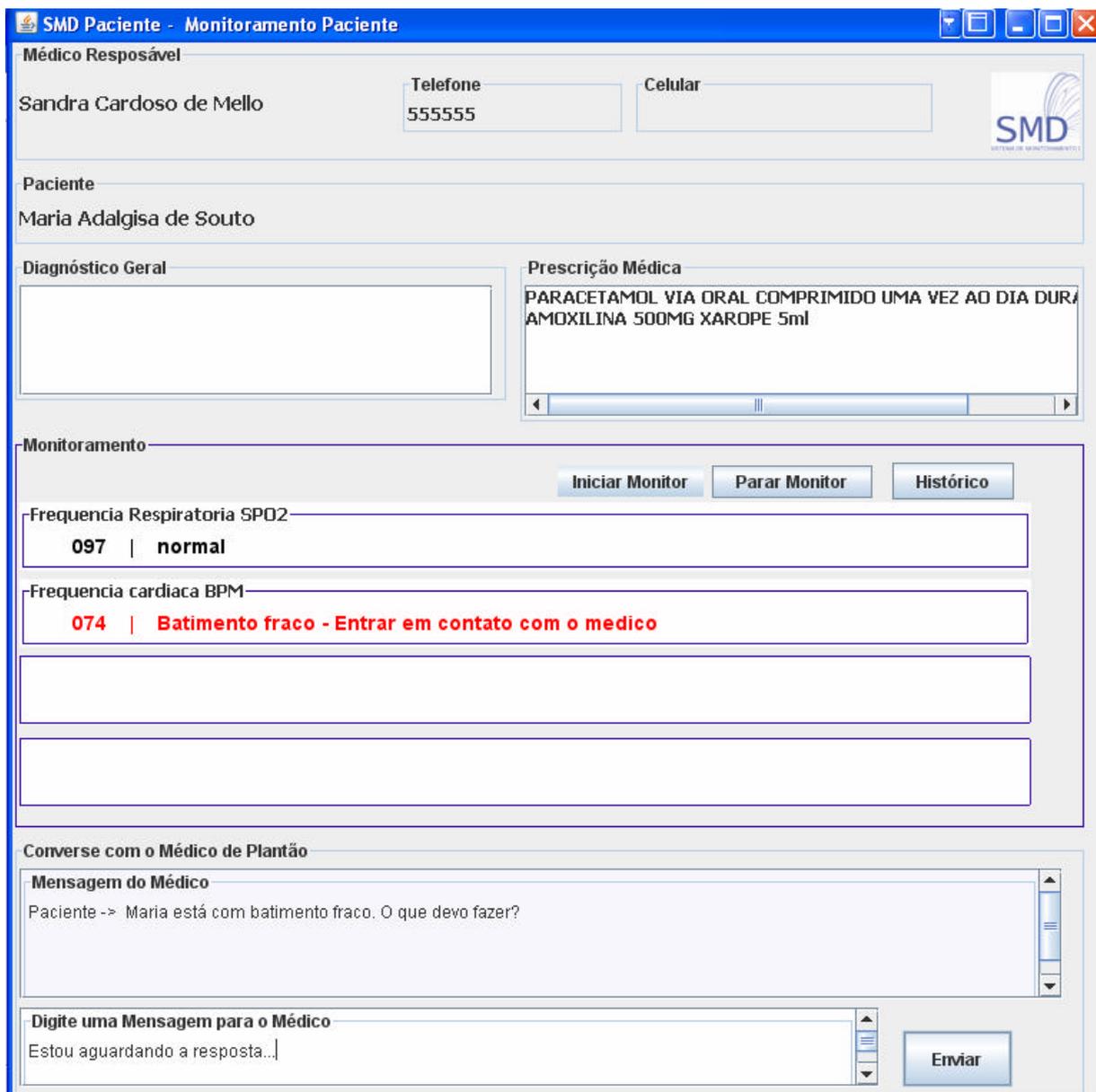


Figura 5.16 – IHM Paciente/Cuidador com mensagens enviadas para o médico

c) Teste de visualização de imagens do Windows Media Player a partir do SMD

Para a realização do teste de visualização das imagens geradas com a filmagem do paciente em ID, utilizou-se uma *web cam* conectada à Unidade Paciente/Cuidador, a implementação de links nas telas do SMD e a conexão à internet. Com a câmera ligada, é permitido ao médico ativar a visualização das imagens geradas (figura 5.17). Desta forma o médico pode auxiliar e acompanhar procedimentos dos pacientes monitorados.

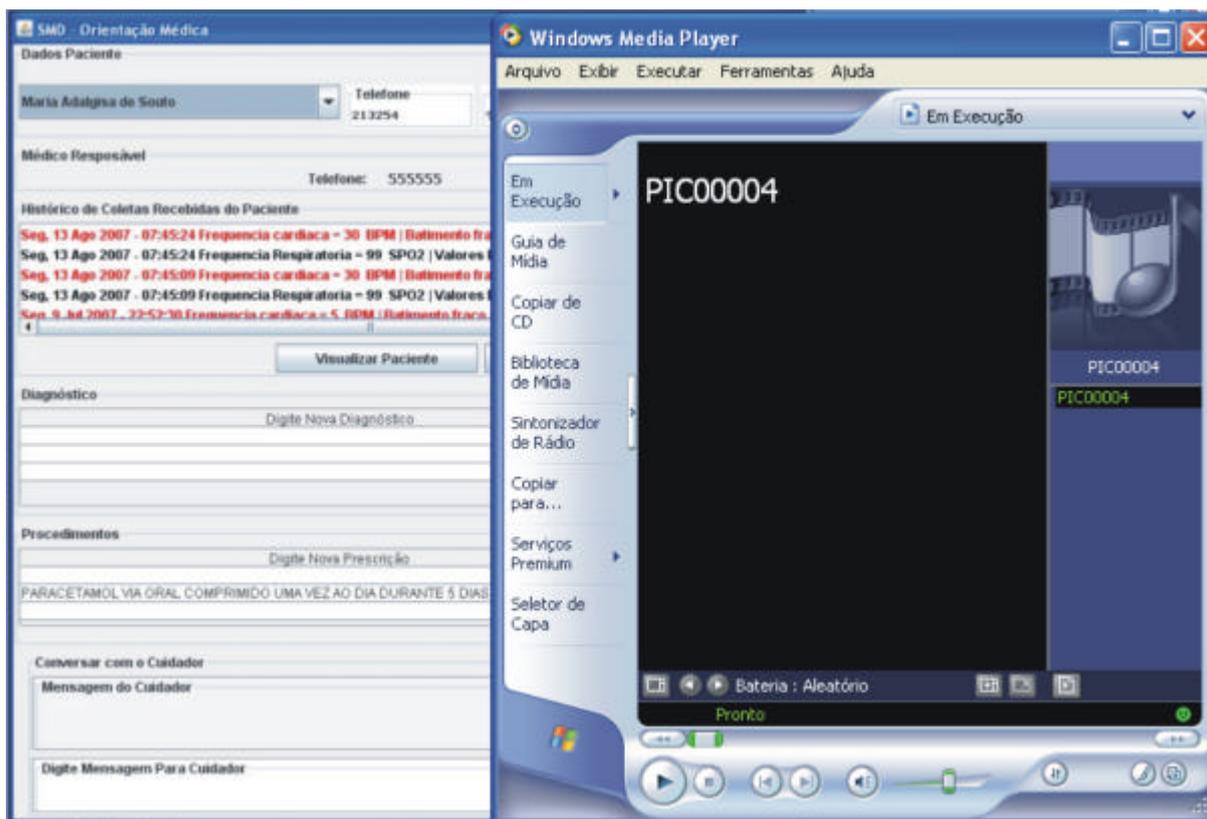


Figura 5.17 – Ativação da filmagem e visualização de imagens com o auxílio do Windows Media Player

Através dos testes realizados é confirmado o desempenho adequado do SMD para o monitoramento das variáveis vitais. Contudo, resultados despropositados podem ocorrer durante o monitoramento, apesar de não terem sido verificados nos testes realizados, como:

- ✂ a queda da conexão TCP/IP, que impediria o envio e recebimento de dados e imagens das Unidades. Desta forma, havendo a necessária de uma comunicação imediata com o médico ou paciente/cuidador, deve-se fazer o uso da linha telefônica convencional até o restabelecimento da conexão TCP/IP, que deve ser realizada pelo cuidador;
- ✂ queda de energia elétrica. Neste caso sugere-se o uso de um sistema *no break*;

✍ retirada dos sensores biomédicos do paciente. Neste caso foram verificadas duas situações: retirada proposital dos sensores (para tomar banho, por exemplo) ou retirada despropositada (pela realização de algum movimento brusco do paciente, por exemplo). Em ambas situações, a leitura dos dados será zerada, como verificado na figura 5.6. Mas, na primeira situação o paciente e/ou cuidador poderão comunicar ao médico (por mensagem) que serão retirados os sensores e o motivo da retirada. Já na segunda situação, a permanência por período prolongado da leitura zerada poderá indicar uma condição inadequada do paciente e o médico poderá intervir através de mensagens enviadas por meio do SMD ou através da ligação telefônica convencional.

Salienta-se que os testes foram realizados em condições reais em relação ao uso do equipamento biomédico, computadores destinados a representação das Unidades Paciente/Cuidador e Médico, e conexão TCP/IP. Contudo, o ambiente de realização dos testes não se caracterizou como um ambiente de internação domiciliar pois os dados coletados foram de pessoas sadias e não houve a participação efetiva de um médico. Tal fato é justificado pela dificuldade de realização dos testes em tal ambiente, de encontrar pessoas disponíveis (paciente, cuidador e médico) para realizar os testes. Mas a validade dos dados lidos, das interpretações realizadas, envio e recebimento de mensagens, dados e imagens, é verificada em qualquer ambiente que contenha as condições para o funcionamento do programa, conforme identificado no capítulo 3 desta dissertação. Em ambiente real, o SMD comporta-se fisicamente conforme ilustração abaixo.

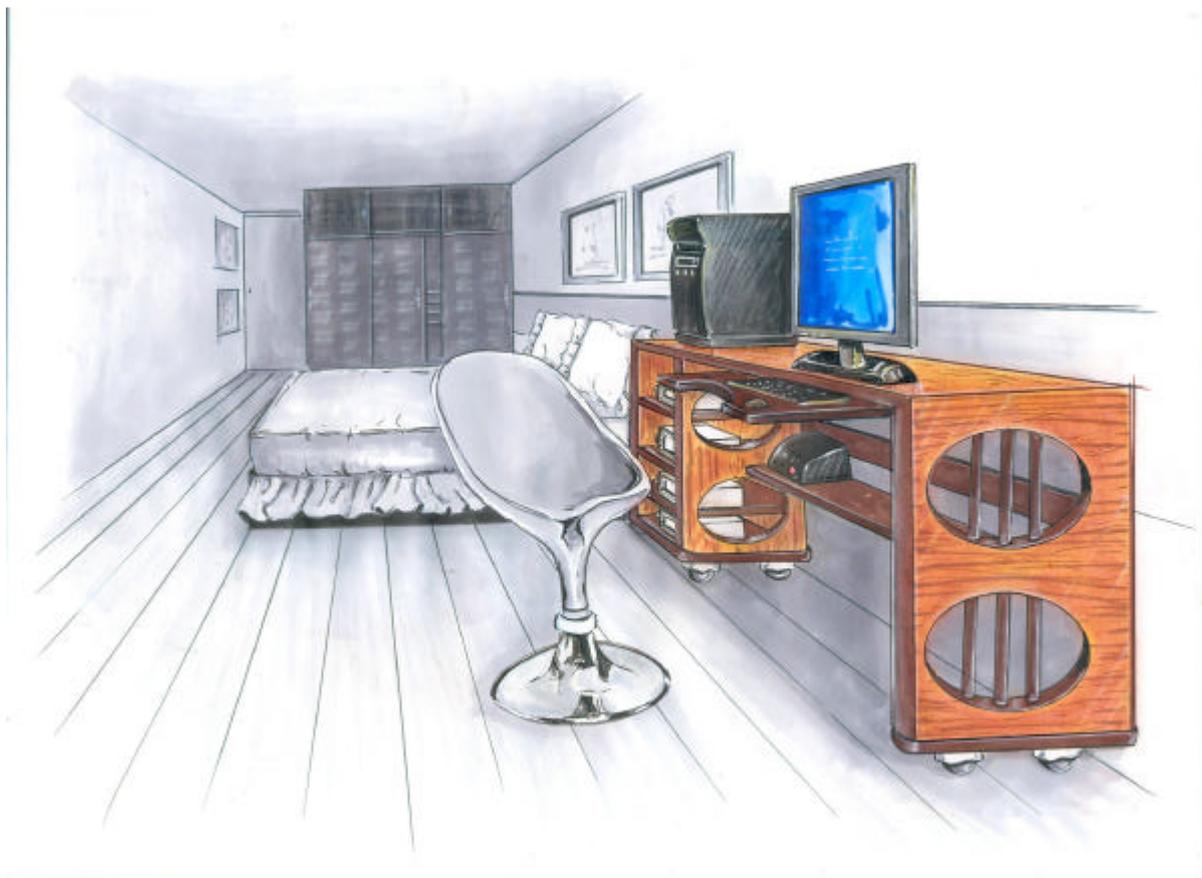


Figura 5.18 – Ilustração do sistema em ambiente real