



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
FACULDADE DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE SAÚDE MATERNO-INFANTIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TOCOGINECOLOGIA**

**FRANCISCO ERISTOW NOGUEIRA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TEMPERATURAS DAS POLPAS DIGITAIS ENTRE  
GESTANTES HIPERTENSAS E NORMOTENSAS USANDO TERMOGRAFIA DE  
INFRAVERMELHO**

**FORTALEZA  
2010**

**FRANCISCO ERISTOW NOGUEIRA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TEMPERATURAS DAS POLPAS DIGITAIS ENTRE  
GESTANTES HIPERTENSAS E NORMOTENSAS USANDO TERMOGRAFIA DE  
INFRAVERMELHO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tocoginecologia, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Tocoginecologia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Edson de Lucena  
Feitosa

**FORTALEZA  
2010**

N712a Nogueira, Francisco Eristow

Análise comparativa das temperaturas das polpas digitais entre gestantes hipertensas e normotensas usando termografia de infravermelho / Francisco Eristow Nogueira. – Fortaleza, 2010.

68 f. : il. ; 30 cm + 1 CD-Rom

Orientador: Prof. Dr. Francisco Edson de Lucena

Feitosa

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Programa de Pós-Graduação em

**FRANCISCO ERISTOW NOGUEIRA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TEMPERATURAS DAS POLPAS DIGITAIS ENTRE GESTANTES HIPERTENSAS E NORMOTENSAS USANDO TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tocoginecologia, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Tocoginecologia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Edson de Lucena Feitosa

Aprovada em 30 de abril de 2010

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Francisco Edson de Lucena Feitosa  
Universidade Federal do Ceará  
Orientador

---

Prof. Dr. Francisco das Chagas Medeiros  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof. Dr. Francisco Manuelito Lima de Almeida  
Universidade Federal do Ceará

Aos meus pais, Nogueira e Fernanda, pela fidelidade e perseverança na busca por dias melhores.

À minha esposa, Ana Silvia, pela cumplicidade e sinceridade desde os primeiros encontros.

À Natália, Natércia, Nadja e João Romano, frutos e testemunhos do que somos.

Ao Dr. José Gerardo Ponte (*in memoriam*), um exemplo a ser seguido.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Francisco Edson de Lucena Feitosa, do Departamento de Saúde Materno-Infantil da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, orientador; pela amizade, pela aceitação como pupilo, pela camaradagem profissional que mantemos nesta maternidade e por sua permanência na qualidade de multiplicador de conhecimentos; tarefa aceita por tantos, porém, cumprida por poucos.

À Profa. Dra. Zenilda Vieira Bruno, Diretora da Maternidade-Escola Assis Chateaubriand da Universidade Federal do Ceará, gestora do meu trabalho; ciente do meu pouco tempo, acreditou nesta proposta de trabalho.

Aos Professores Rosa Maria Salani Mota e José Gomes Bezerra da Universidade Federal do Ceará, pela competência, disponibilidade e clareza com que analisaram os dados obtidos na pesquisa.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Tocoginecologia pela dedicação e por acreditarem que o mais importante é o caminho percorrido na direção certa.

A todos os colegas do ambulatório e da emergência da MEAC, que cederam parte de seu valioso tempo para ouvir a minha proposta de trabalho e, nela crendo, me permitiram a intromissão no seu dia-a-dia para obtenção dos dados juntos às pacientes.

A cada uma das pacientes, que foram abordadas e, concordando ou não com a pesquisa, deram a sua colaboração.

À Universidade Federal do Ceará, estação mais recente dentro da minha formação acadêmica, do ensino público e gratuito, por mim usufruído desde meu tempo de Grupo Escolar. Abriu-me as portas do conhecimento e congregou as mentes privilegiadas num só lugar facilitando, sobremaneira, a aquisição de sabedoria.

À MEAC, que me recebeu ainda infante como anestesista, onde pude desenvolver minhas habilidades e meu desejo de tornar-me pesquisador.

A todos os professores com quem tive contato durante toda a minha vida, aqui representados pela Profa. Maria do Clero, minha mestra na alfabetização.

Por último, a Deus, que também é alfa, conceito de retidão e esperança de dias melhores para todos os que padecem.

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS TEMPERATURAS DAS POLPAS DIGITAIS ENTRE  
GESTANTES HIPERTENSAS E NORMOTENSAS USANDO TERMOGRAFIA DE  
INFRAVERMELHO**

Comprometo-me a cumprir os termos da Resolução 196 (de 10/10/1997), do Conselho Nacional de Saúde (Inf. Epidem. do SUS - Brasil, Ano V, n. 2, 1996.)

Francisco Eristow Nogueira

## RESUMO

Os dados do Ministério da Saúde apontam a hipertensão arterial (HA) como a maior causa de morte materna no Brasil, sendo responsável por 35% da taxa de 140-160 mortes maternas por 100.000 nascidos vivos, sendo sua origem, ainda, motivo de discussão. Com a finalidade de buscar novos elementos que permitam o entendimento desta patologia, comparamos as médias das temperaturas das polpas digitais (Tp) de 81 gestantes, 50 normotensas (grupo A) e 31 hipertensas (grupo B), obtidas com termografia de infravermelho. O coeficiente de Pearson mostrou correlação positiva entre a pressão arterial média e a pressão arterial sistólica ( $r= 0,95$ ), pressão arterial diastólica ( $r=0,98$ ) e para a média das temperaturas cutâneas das polpas digitais ( $r=0,98$ ). O teste t de student usado para comparação de Tp dos grupos A e B foi estatisticamente significativo ( $p = 0,002$ ). A sensibilidade foi de 80%, especificidade de 48%, o VPP de 49%, o VPN de 80%, acurácia de 60,5%. A chance de uma paciente estar hipertensa para uma Tp acima de  $34,1^{\circ}\text{C}$  é de 1,6 vezes maior. Concluímos a partir dos dados analisados que a média das Tp de gestantes normotensas é significativamente menor que as médias das Tp de gestantes hipertensas, e que a Tp medida com termografia de infravermelho pode ser um bom preditor para triagem de pacientes normotensas que podem tornar-se hipertensas no decorrer da gravidez.

**Palavras-Chaves:** Hipertensão. Gravidez. Termografia infravermelha. Temperatura cutânea.

## ABSTRACT

The Brazilian Health Ministry data points out arterial hypertension (AH) as the major cause of maternal death, representing 35% of 140-160 maternal deaths for 100.000 alive newborns. Its origin remains a cause for discussion. Looking for new elements that may improve the understanding of that pathology, we studied the skin fingertips mean temperature ( $T_p$ ) of pregnant women, 50 normotense (group A) and 31 hypertense (group B). The values of temperature were obtained using infrared thermography. Pearson correlation coefficient showed positive relationship between mean arterial pressure and systolic pressure ( $r= 0,95$ ), diastolic arterial pressure ( $r=0,98$ ) and for  $T_p$  ( $r=0,98$ ). Student t test was statistically significant ( $p = 0,002$ ) when comparing means of groups A and B. Other statistical tests obtained were: sensibility 80%, specificity de 48%, positive predictive value 49%, negative predictive value 80% and accuracy 60,5%. The chance of a pregnant woman become hypertensive is 1,6 times higher when her  $T_p$  is equal or higher then  $34,1^{\circ}\text{C}$ . The analyzed data indicate that  $T_p$  values of pregnant women measured with infrared thermography is statistically smaller in the group of non hypertense and that may it might become a good method to detect pregnant women with high risk to become hypertensive during pregnancy.

**Key words:** Hypertension. Pregnancy. Infrared thermography. Skin temperature.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A- Abortos

AAV- Anastomoses Arteriovenosas

ACOG- American College of Obstetricians and Gynecologists

ATP- Adenosina Trifosfato

CAE- Conduto Auditivo Externo

DC- Débito Cardíaco

G- Gestações

GSVC- Grupo Simpático Vasoconstrictor

GSVD- Grupo Simpático Vasodilatador

HAG- Hipertensão Arterial Gestacional

HAS - Hipertensão Arterial Sistêmica

IG- Idade Gestacional

IM- Idade Materna

NHBPEP – National High Blood Pressure Education Program

P- Partos

PA-Pressão Arterial

PAD- Pressão Arterial Diastólica

PAM- Pressão Arterial Média

PAS- Pressão Arterial Sistólica

PE- Pré-eclâmpsia

PM- Peso Materno

SNS- Sistema Nervoso Simpático

TI- Termografia de Infravermelho

TGO- Transaminase Glutâmico Oxalacética

TGP- Transaminase Glutâmico Pirúvica

Tp- Temperaturas das Polpas dos dedos das mãos

Ta- Temperaturas do Pavilhão Auricular

VPN- Valor Preditivo Negativo

VPP- Valor Preditivo Positivo

## LISTA DE SÍMBOLOS

C- Celsius

cm- Centímetros

F- Fahrenheit

Hg- Mercurio

kcal/h-Quilocaloria por hora

Kg- Quilograma

L/min- Litro por minuto

mg/dL- Miligramas por decilitro

mL/min- Mililitros por minuto

mmHg- Milímetros de mercurio

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Planilha de associação de cores a valores na composição do termograma .....	34
Figura 2- Termografia da mão com a determinação das áreas sobre as polpas digitais .....	35
Figura 3- Termógrafo E25- Flir Systems.....	36
Figura 4- Curva ROC para análise da média das temperaturas das polpas digitais de gestantes na predição de hipertensão arterial .....	44
Figura 5- Hiperradiação (áreas brancas) dispersas nas polpas digitais .....	45
Figura 6- Hiperradiação restrita à palma da mão dispersas nas polpas digitais .....	45
Figura 7- Variação de temperatura em função da capacidade de regulação térmica...	49
Figura 8- Modificações na capacidade de regulação térmica em função da pressão...	50

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Distribuição da amostra pela pressão arterial .....	40
Gráfico 2- Distribuição das pacientes quanto à paridade .....	41
Gráfico 3- Associação de Hipertensão arterial e primeira gestação .....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores descritivos das variáveis quantitativas.....	38
Tabela 2- Valores da Tp obtidas na amostra total e nos grupos.....	42
Tabela 3- Correlação de Pearson para PAM x Variáveis.....	42
Tabela 4- Distribuição de valores para avaliação de teste-diagnóstico .....	45
Tabela 5- Valores para avaliação de teste-diagnóstico .....	45

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1 Hipertensão arterial</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2 Hipertensão arterial na gravidez</b> .....	<b>17</b>
<b>1.3 Temperatura</b> .....	<b>23</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>30</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>31</b>
<b>3.1 Aspectos éticos</b> .....	<b>31</b>
3.1.1 Critérios para descontinuação .....	31
<b>3.2 Local do estudo</b> .....	<b>31</b>
<b>3.3 Período do estudo</b> .....	<b>31</b>
<b>3.4 Desenho do estudo</b> .....	<b>31</b>
<b>3.5 População do estudo</b> .....	<b>31</b>
<b>3.6 Tamanho amostral</b> .....	<b>32</b>
<b>3.7 Seleção das gestantes</b> .....	<b>32</b>
3.7.1 Critérios de inclusão .....	32
3.7.2 Critérios de exclusão .....	32
<b>3.8 Variáveis de análise</b> .....	<b>32</b>
<b>3.9 Procedimentos, técnicas, testes e exames</b> .....	<b>34</b>
<b>3.10 Protocolo para obtenção dos termogramas</b> .....	<b>36</b>
<b>3.12 Coleta de dados</b> .....	<b>36</b>
<b>3.13 Instrumento para coleta de dados</b> .....	<b>36</b>
<b>4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1 Análise descritiva dos dados</b> .....	<b>37</b>
<b>4.2 Análise comparativa entre os grupos</b> .....	<b>38</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>5.1 Análise descritiva da amostra total</b> .....	<b>39</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>56</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Hipertensão arterial

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) representa um dos maiores problemas de saúde pública tanto nos países desenvolvidos, quanto nos países em desenvolvimento. Isto se dá, tanto pela sua magnitude, quanto pelo risco e pelas dificuldades no seu controle. Sua gravidade depende de fatores biológicos, do estilo de vida do indivíduo, do ambiente físico, psicossocial e das características da organização dos serviços de saúde e das interações entre esses elementos (GARCIA *et. al.*, 2007).

A hipertensão arterial sistêmica é o maior risco de morbidade e mortalidade cardiovascular e apresenta etiologia complexa envolvendo fatores genéticos e ambientais (DAVISSON *et. al.*, 1999). Os valores de referência para a classificação de hipertensão arterial foram se modificando de acordo com o surgimento de novos estudos que avaliaram a evolução dos pacientes de acordo com os níveis tensionais.

A HAS é definida, atualmente, como uma pressão arterial sistólica (PAS) igual ou superior a 140 mmHg, e/ou uma pressão arterial diastólica (PAD) igual ou superior a 90 mmHg em adultos a partir de 18 anos e em indivíduos que não estão em uso de medicação anti-hipertensiva (STAMM; MEINERZ; SILVA., 2007; GARCIA *et. al.*, 2007). Apresenta-se como um importante fator de risco para doenças decorrentes de aterosclerose e trombose, que se mostra, principalmente, por acometimento cardíaco, cerebral, renal e vascular periférico (PASSOS; ASSIS; BARRETO, 2006), é responsável por grande parte das internações hospitalares no Brasil, representando um custo socioeconômico muito elevado. No ano de 2006, as doenças cardiovasculares foram responsáveis por 32% dos óbitos ocorridos no Brasil, existindo uma relação direta entre a mortalidade cardiovascular e os níveis de pressão arterial (BRASIL, 2006).

As diferentes regiões brasileiras são atingidas de modos diferentes em relação à hipertensão. Estudos realizados entre 1970 e início dos anos 1990, apresentaram valores de prevalência entre 7,2% e 40,3% na Região Nordeste, 5,04% a 37,9% na Região Sudeste, 1,28% a 27,1% na Região Sul e 6,3% a 16,75% na Região Centro-Oeste. Esses estudos de prevalência são importantes fontes de conhecimento da frequência de agravos na população, além disso, são importantes fontes de verificação das mudanças ocorridas após as intervenções (PASSOS; ASSIS;

BARRETO, 2006).

Considerando-se que entre 22,3% a 43,9% da população brasileira tem níveis pressóricos iguais ou superiores a 140 x 90 mmHg e que a hipertensão arterial é um problema multifatorial que afeta os diferentes grupos populacionais torna-se de extrema importância identificar os fatores de risco associados com o aumento dos níveis pressóricos (GARCIA *et. al.*, 2007).

## 1.2 Hipertensão Arterial na Gravidez

A hipertensão arterial induzida pela gravidez é apontada como a maior causa de morte materna no Brasil, sendo responsável por 35% da taxa de 140 a 160 mortes maternas por 100.000 nascidos vivos (VASCONCELOS *et. al.*, 2002). Os distúrbios hipertensivos representam a mais importante complicação gestacional, afetando, aproximadamente, 10% de todas as gestações e contribuindo com a morbidade e mortalidade perinatal em todo o mundo (FRISHMAN *et. al.*, 2005). A eclampsia é uma das principais causas de morte materna, especialmente, nos países em desenvolvimento (ALENCAR JÚNIOR, 2006).

Muitos mecanismos são enumerados com o objetivo de explicar a elevação da pressão arterial, sendo o enrijecimento da parede dos vasos com perda de elasticidade o mais aceito atualmente (GARCIA *et. al.*, 2007).

A microalbuminúria vem sendo reconhecida como um importante marcador prognóstico de risco cardiovascular e renal em pacientes diabéticos, hipertensos e na população em geral. Estudos demonstram uma associação direta da microalbuminúria com eventos cardiovasculares e lesão renal (YUYUN *et. al.*, 2004).

A microalbuminúria é definida como uma elevação na excreção urinária de albumina, que ultrapassa o considerado normal sem atingir os níveis mínimos detectáveis pelos métodos laboratoriais de rotina, ou seja, uma excreção de albumina entre 30 e 300 miligramas em 24 horas (STAMM; MEINERZ; SILVA, 2007). A explicação atual é a de que a microalbuminúria representa uma disfunção generalizada do endotélio vascular com aumento da sua permeabilidade, permitindo o vazamento de albumina através da membrana glomerular. No entanto, o mecanismo exato, que

explica o aumento da excreção urinária de albumina, não está bem definido e as razões pelas quais essa excreção está associada ao aumento de risco cardiovascular ainda não foram estabelecidas (KOPYT, 2005). Mesmo existindo controvérsias entre os estudos, em geral, a prevalência de microalbuminúria está entre 20% e 30% em pacientes hipertensos não tratados, e chega a até 25% em pacientes que recebem tratamento anti-hipertensivo (STAMM; MEINERZ; SILVA., 2007).

A hipertensão arterial é considerada complexa, pois uma multiplicidade de fatores determina a sua gênese. Aproximadamente de 30 a 40% da variação da pressão arterial (PA) em uma população, são atribuídos a fatores genéticos. Entretanto, a causa do aumento de pressão arterial, na maioria dos pacientes, permanece desconhecida. Acredita-se que as influências ambientais, dentre as quais, estresse, ingestão de sal, cálcio, magnésio e potássio, álcool, gorduras e tabagismo, além das questões socioculturais, exercem influência, ampliando em torno de 7% a manifestação da doença (GARCIA *et. al.*, 2007).

Além dos fatores já citados, outras situações podem ser acrescentadas, tais como baixo nível de escolaridade, renda familiar reduzida e ocupações com alto nível de estresse estão relacionadas ao aumento da pressão arterial (GARCIA *et. al.*, 2007).

Uma gestação normal é caracterizada por alterações no sistema cardiovascular materno, como vasodilatação generalizada, aumento do volume sanguíneo e aumento do débito cardíaco (DC). Além disso, ocorre uma diminuição da resistência vascular renal, aumento do volume plasmático renal, diminuição da resposta pressórica e reatividade vascular aos vasoconstritores (agonistas adrenérgicos e angiotensina II) (KHALIL; GRANGER, 2002). Alguns mecanismos compensatórios da hipertensão são observados, sendo um deles a saída de plasma para o espaço extravascular. Este fato resulta no aparecimento de edema e retração do volume plasmático, levando ao comprometimento da perfusão de diversos órgãos e à hemoconcentração (DUSSE; VIEIRA; CARVALHO, 2001). Dois terços das pacientes não-grávidas normotensas, com histórico de pré-eclâmpsia, tem volume plasmático abaixo do normal (SPAANDERMAN *et. al.*, 2000), acompanhados tanto de baixa capacitância venosa, quanto de aumento de resposta simpática no controle autônomo da circulação (BERNSTEIN *et. al.*, 1998). Um volume plasmático subnormal em

pacientes com história prévia de pré-eclâmpsia indica a presença de baixa capacitância venosa. Além do sistema renina-angiotensina, estudos apontam, também, a ativação da renina-angiotensina-aldosterona, disfunção endotelial, ativação do sistema de coagulação, agregação plaquetária e aumento do débito cardíaco (DAVISSON *et. al.*, 1999; SPAANDERMAN *et. al.*, 2000).

A pré-eclâmpsia (PE) é uma síndrome decorrente de vasoespasmos e da ativação da cascata de coagulação, levando a uma redução da perfusão dos órgãos. Essa síndrome é composta por Hipertensão Arterial Gestacional (HAG) associada à proteinúria. A HAG é definida como níveis pressóricos sistólicos acima de 140mmHg ou diastólicos acima 90mmHg em grávidas normotensas antes de 20 semanas. Na ausência de proteinúria, suspeita-se de PE quando houver o aumento dos níveis pressóricos acompanhado de cefaléia, visão turva, dor abdominal, plaquetopenia ou enzimas hepáticas elevadas. Essa síndrome, usualmente, ocorre depois da vigésima semana gestacional, ou antes, em caso de mola hidatidiforme ou hidropsia (NATIONAL HIGH BLOOD PRESSURE EDUCATION PROGRAM WORKING GROUP ON HIGH BLOOD PRESSURE IN PREGNANCY, 2000).

A PE é uma desordem multissistêmica, que é única da gestação humana, de causa desconhecida. Essa disfunção está relacionada à intensa vasoconstrição arteriolar com o aumento da resistência vascular, que se torna a causa do aumento da pressão sangüínea materna (SIBAI; DEKKER; KUPFERMINC, 2005; DUSSE; VIEIRA; CARVALHO, 2001). O conhecimento sobre a PE evoluiu baseado em marcadores selecionados arbitrariamente e não específicos, ao invés de utilizar mudanças fisiopatológicas importantes, gerando confusão e controvérsia (NATIONAL HIGH BLOOD PRESSURE EDUCATION PROGRAM WORKING GROUP ON HIGH BLOOD PRESSURE IN PREGNANCY, 2000). Pode evoluir para uma condição grave, a eclâmpsia, que apresenta, em sua evolução, convulsões. Sintomas como cefaléia intensa, nervosismo, irritabilidade, escotomas e outros distúrbios visuais, dor epigástrica ou no hipocôndrio direito e hiper reflexia são premonitórios de convulsões (LÓPEZ, 2004).

A importância do estudo do grupo das doenças relacionadas à gravidez, nas quais se observa aumento da pressão arterial, é separar aquelas que se instalam

previamente à gravidez das que se relacionam diretamente com a gestação. Em 2000, o estudo do NATIONAL HIGH BLOOD PRESSURE EDUCATION PROGRAM WORKING GROUP ON HIGH BLOOD PRESSURE IN PREGNANCY- NHBPEP, adotou a classificação proposta pelo *American College of Obstetricians and Gynecologists-ACOG*, subdividindo-a em quatro categorias: 1- Hipertensão arterial crônica, 2- Pré-eclâmpsia e eclâmpsia, 3- Pré-eclâmpsia superposta a hipertensão crônica, 4- Hipertensão gestacional. A compreensão dos mecanismos envolvidos na fisiopatologia da pré-eclâmpsia já avançou bastante, porém, os critérios de classificação das subdivisões permanecem confusos e controversos. Este fato confirma que a pré-eclâmpsia é uma síndrome e que as tentativas de definição usam marcadores arbitrariamente selecionados como: a) hipertensão arterial (pressão arterial sistólica maior ou igual a 140 mmHg, pressão arterial diastólica maior ou igual a 90 mmHg); b) idade gestacional acima de 20 semanas; c) proteinúria (30 mg/dL), d) na ausência de proteinúria haverá forte suspeita de pré-eclâmpsia caso haja relato de cefaléia, epigastralgia e visão turva ou resultados laboratoriais de plaquetopenia, elevação de TGO (Transaminase Glutâmico Oxalacética) e TGP (Transaminase Glutâmico Pirúvica), em detrimento de modificações de importância fisiopatológica (NHBPEP, 2000).

A hipertensão gestacional é definida como o surgimento de pressão sangüínea elevada após a vigésima semana de gestação, em uma mulher anteriormente normotensa. Geralmente, esse tipo de hipertensão apresenta um bom prognóstico. Quando a hipertensão é acompanhada de proteinúria, a denominação torna-se pré-eclâmpsia, uma desordem distinta, que apresenta um maior risco de complicações. Anteriormente, o edema constituía um critério diagnóstico, entretanto, em consenso com diversas publicações, esse critério foi eliminado. Distúrbios hipertensivos durante a gestação são relatados como causa de partos complicados, sendo responsáveis, pelo aumento do risco de coagulação intravascular disseminada, hemorragia cerebral, complicações hepáticas e renais (FRISHMAN *et. al.*, 2005).

Os efeitos adversos da pré-eclâmpsia são conhecidos e mostram, consistentemente, uma ligação entre pré-eclâmpsia e a restrição de crescimento fetal relacionado à desordem placentária (HAELTERMAN *et. al.*, 1997). No entanto, os estudos ainda são controversos nas gestações com hipertensão crônica não-

complicada, ou seja, sem pré-eclâmpsia. De um lado, alguns autores acreditam que o excesso de morbidade e mortalidade nas gestações complicadas por hipertensão crônica estão relacionados somente à pré-eclâmpsia. De acordo com esses autores, o risco de mortalidade perinatal e restrição do crescimento fetal nas gestações acompanhadas com hipertensão crônica não-complicada são similares ao risco de gestações normotensas. Por outro lado, alguns estudos apontam um aumento do risco de mortalidade perinatal e restrição de crescimento fetal em gestações acompanhadas por hipertensão crônica não-complicada (HAELTERMAN *et. al.*, 1997).

É importante ressaltar que a patogênese da pré-eclampsia nas mulheres nulíparas difere das mulheres com doença vascular preexistente, gestação multifetal, diabetes mellitus ou pré-eclampsia prévia (FRISHMAN *et.al.*, 2005).

A vasoconstricção é o fator fisiopatológico predominante, portanto, é importante dispor de ferramentas que possam medir a vasoconstricção e detectá-la precocemente (FRISHMAN *et. al.*, 2005). A pré-eclâmpsia evolui a partir de uma condição em que a redução de perfusão tecidual causada por vasoconstricção é compensada pela elevação da pressão arterial (PA) para uma condição em que nenhuma compensação pode ser obtida com a elevação da PA. Miyamoto *et. al* (. em seu trabalho de 1988, estudou a temperatura profunda do corpo usando termômetro localizado na fronte (zero-heat flow method, CTM-204, Termo Co. Japan) demonstrou que os resultados perinatais foram fracos, em mulheres com período de normalização térmica lenta pós-estresse térmico, quando comparados às mulheres com período de normalização térmica com duração normal. Isto sugere que alterações na micro-circulação podem ocorrer na circulação útero-placentária bem como na pele e tecido subcutâneo, e indica que esta medida é útil para predizer os resultados perinatais (MIYAMOTO *et. al.*, 1988).

Testes clínicos foram propostos para a detecção precoce de hipertensão gestacional, no entanto, há grande discordância na sensibilidade e no valor preditivo entre eles. Não existe ainda um teste ideal para o rastreamento das complicações gestacionais e perinatais, dentre elas, a hipertensão gestacional (COSTA *et. al.*, 2007).

O doppler do ducto venoso é um método importante para o reconhecimento de alterações hemodinâmicas, como a queda do débito cardíaco devido à contratilidade

e ejeção sangüínea insuficientes. Isto é causado por um grave comprometimento placentário e deficiente oxigenação do miocárdio (CARVALHO *et al.*, 2005).

Estudos apontam a medição da quantidade de peptídeo atrial natriurético como sendo também um marcador importante na predição da hipertensão gestacional. O peptídeo atrial natriurético cuja secreção é estimulada pela expansão do volume sangüíneo e aumento da osmolaridade do plasma desencadeia ações sobre o sistema circulatório como hipotensão, diurese, inibição da liberação e ação de vários hormônios, incluindo a aldosterona, angiotensina II, endotelinas, renina e vasopressina. Acredita-se que suas ações biológicas, particularmente seu efeito natriurético e vasodilatador, sejam responsáveis por uma importante participação na regulação da pressão sangüínea (COSTA *et al.*, 2007).

A determinação do volume amniótico também é outro método que vem sendo apontado como preditor de complicações gestacionais. O oligodrâmnio com membranas intactas pode ser causado por várias condições em que o débito urinário é baixo. Neste contexto estão as malformações do trato urinário fetal e doenças relacionadas à insuficiência placentária, como a doença hipertensiva da gestação (COSTA *et al.*, 2007).

A hipertensão gestacional é resultado de uma disfunção endotelial, da influência do sistema nervoso central, de defeito do sistema nervoso periférico, microangiopatia, enquadrando-se como doença vascular. Além disso, na hipertensão na gravidez, pode ser encontrada um aumento de temperatura local, identificada através de laser dopplerfluxometria, ocasionada por uma propriedade vascular cutânea, resultado do relaxamento do tônus simpático e mecanismo de atividade neurogênica de vasodilatação (BEINDER; SCHLEMBACH, 2001). A detecção precoce de distúrbios hipertensivos gestacionais é importante na prevenção de maiores complicações, através de uma assistência pré-natal de maior atenção à gestante e tratamento adequado. Deste modo, é de fundamental importância o encontro de um método de predição confiável de hipertensão gestacional.

A detecção de receptores dos fatores de crescimento endotelial vascular - tipo 1 (sVEGFR-1) e placentário (PIGF) no sangue materno são indicadores da doença antes mesmo do aparecimento dos sintomas. (ESPINOZA *et al.*, 2007), porém a

combinação de história clínica (hipertensão na gestação anterior) com exames laboratoriais e doppler fluxometria de artérias uterinas parece a melhor combinação para identificar as pacientes na faixa de risco de manifestarem hipertensão durante a gravidez.

A terapia atual tem sido interromper a gravidez para reverter a doença, a mesma nos últimos anos. Parte da mortalidade perinatal se deve à prematuridade iatrogênica (SAAB NETO, 2004).

O estudo acerca da temperatura das polpas digitais das mãos de grávidas normotensas e das hipertensas é assunto inédito no âmbito acadêmico e poderá juntar-se aos métodos já empregados. Este estudo é de fundamental importância no sentido de uma possível minimização do risco de morbidade e mortalidade materno-fetal e estender o entendimento da fisiopatologia da hipertensão na gravidez.

### 1.3 Temperatura

Temperatura é uma medida de agitação molecular devida à transferência de energia térmica, ou calor, entre dois ou mais sistemas. Com a finalidade de comparar temperaturas foram criadas diversas escalas entre as mais conhecidas estão a de graus centígrados, Fahrenheit e Kelvin (POTTER; SCOTT, 2006).

A Bíblia Sagrada cita: “Javé ferirá você com tísica e febre, inflamação e delírio, secura, ferrugem e mofo, que o perseguirão até que você pereça (Dt 28, 22)” Entre os aforismos atribuídos a Hipócrates (460 a. C.), encontramos: “Os maus sintomas são os opostos dos favoráveis [...] ter calor febril distribuído de forma desigual, ou calor intenso em um dos lados do corpo, na barriga ou dos lados, a frente, as mãos e os pés frios”. A seguir elencamos uma seqüência de eventos ligados ao registro da temperatura:

1595- Galileu é tido como o inventor do termoscópio, que consistia num tubo agarrado a um pequeno frasco cheio de líquido.

1612- Sanctórius, em Pádua, modificou o termoscópio, criando o que podemos chamar de primeiro termômetro criando uma escala própria.

1659- Boullian modificou o termômetro de Sanctórius introduzindo mercúrio

dentro de um tubo de vidro.

1702- Ole Christensen Roemer desenha uma escala num tubo de vidro fechado, o valor mínimo da escala é o ponto de congelamento da água e máximo o ponto de ebulição.

1709- Gabriel Fahrenheit, após visitar Roemer, cria a sua própria escala de temperatura, marcando como 30°F, a temperatura de uma mistura de gelo com sal e água, e como 212°F o ponto de ebulição da água.

1742- André Celsius dividiu a escala de Roemer em 100º onde 100°C era o ponto de congelamento e 0°C o ponto de ebulição.

1744- Linnaeus reverteu a escala que se manteve até aos dias de hoje 0°C ponto de congelamento da água e 100°C ponto de ebulição.

1800- William Herschel descobriu as radiações infra-vermelhas, usando um prisma fixado numa janela tapada, de forma a projetar o espectro da luz. Movendo termômetros através das cores do espectro do violeta para o vermelho, registrou um aumento de temperatura no final do espectro vermelho. A este fenómeno chamou de calor negro, mais tarde renomeado por infravermelhos.

1860– Gustav Kirchhoff introduziu o conceito de corpo negro, que consiste num objeto que absorve toda a radiação incidente em qualquer comprimento de onda.

1880– Samuel P. Langley– Invenção do bolômetro. Consistia numa fina tira de platina enegrecida, ligada a um braço de um circuito de ponte de wheatstone sobre o qual incidiam as radiações infravermelhas e ao qual respondia um galvanômetro sensível.

Dias atuais– Radiômetro de infravermelho usando matriz plana com microbolômetros de óxido de vanadium. Permite a verificação da temperatura cutânea à distância, com mais de 20.000 bolômetros (pontos) simultaneamente (FLIR SYSTEMS, 2008)

Há muito tempo que a temperatura do corpo desperta a atenção de curandeiros, sacerdotes e médicos como foi registrado no Livro dos Prognósticos (HIPÓCRATES, 460 a.C.). A medicina tradicional chinesa utiliza-se dos aspectos Yin (frio) e Yang (quente) (MACIOCIA, 1996) para estabelecer síndromes clínicas baseadas na observação de fenómenos como calafrios, sensação de calor e aversão ao frio.

Em nossos dias, as temperaturas axilares, retais e orais medidas com termômetro de coluna de mercúrio, ou digitais, são os referenciais usados na prática clínica, não aferindo as temperaturas cutâneas, oferecendo exclusivamente as medidas térmicas de cavidades. O termo febre refere-se a uma elevação anormal da temperatura corporal em decorrência de uma alteração no centro termorregulador do hipotálamo, podendo, no entanto, ocorrer hipertermia sem febre como resultado da incapacidade de dissipar adequadamente o calor do corpo (GUYTON; HALL, 2006). O homem é um animal homeotérmico, ou seja, tem a capacidade de equilibrar as condições externas e internas, compensando as demandas fisiológicas do corpo. A manutenção da temperatura do organismo é um fenômeno complexo, sendo a pele a interface entre a produção de calor e o ambiente (BRIOSCHI; MACEDO, J; MACEDO, R., 2003).

A circulação cutânea é controlada por dois grupos de inervação simpática. O grupo simpático vasoconstrictor (GSVC) existe paralelamente ao grupo simpático vasodilatador (GSVD), que é ativado durante a hipertermia. Este fenômeno de controle da transferência de calor através da pele é definido como termorregulação e é dependente do controle do sistema nervoso autônomo (BRIOSCHI; MACEDO, J; MACEDO, R., 2003).

Ambos os grupos, vasoconstrictor e vasodilatador, inervam todas as áreas de pele não glabra, enquanto áreas de pele glabra (palmas das mãos, plantas dos pés e lábios) são inervadas somente pelo GSVC. Outra diferença importante entre áreas de peles glabra e não glabra, é a presença de anastomoses arteriovenosas (AAVs), de paredes espessas e de baixa resistência que permitem alto fluxo sanguíneo diretamente de arteríolas para vênulas. Na pele glabra as AAVs são numerosas e ricamente inervadas por GSVC. Portanto, a abertura e o fechamento destas AAVs causam mudanças significativas no fluxo sanguíneo cutâneo. Em contrapartida, as peles não glabras têm pouca ou nenhuma AAVs, e é inervada tanto pelo GSVC, quanto pelo GSVD. Devido ao papel desenvolvido pelos dois grupos sobre a termoregulação e sobre a regulação da pressão arterial, qualquer disfunção envolvendo um ou ambos sistemas implicará em conseqüências importantes (CHARKOUDIAN, 2003).

A vasoconstrição é um fator fisiopatológico importante na pré-eclâmpsia,

leva a diminuição do fluxo sanguíneo uterino e placentário, bem como induz hipertensão arterial e oligúria. Nas gestantes com PE existe uma hiperatividade simpática, caracterizada pelo aumento da concentração de catecolaminas nas plaquetas e no plasma (ZUSPAN; O'SHAUGNNESSY; IAMS, 1981). As alterações térmicas, resultantes desta hiperatividade simpática, podem ser medidas por TI-Termografia de Infravermelho.

Atualmente, a TI é o meio mais eficiente para o estudo da distribuição da temperatura cutânea. A TI utiliza-se de sensores infravermelhos (microbolômetros) distribuídos em placas digitais, capazes de captar o calor irradiado (infravermelho), atribuindo-lhe valores. Cada valor de leitura corresponde a uma cor pré determinada, possibilitando mapear a temperatura de um corpo em tempo real e armazená-la em mídia digital, permitindo sua recuperação posterior e análise por *software* específico fornecido pelo fabricante (BRIOSCHI, 2003). A TI tem as seguintes vantagens: não emissão de radiação ionizante, não necessita de contrastes, as medições são realizadas à distância e os dados obtidos são processados por software específico aumentando a precisão das análises térmicas.

Arteriolas, capilares e vênulas pós-capilares e anastomoses arteriovenosas formam a microcirculação (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004). Na pele, a microcirculação é dividida em plexos superficial e profundo (BERARDESCA, 2002). O plexo superficial ramifica-se em alças papilares dérmicas (FAGRELL, 1995). Os vasos do plexo profundo correm paralelamente à superfície da pele constituindo-se num vasto leito para troca de calor com o meio externo (CHARKOUDIAN, 2003). Os mecanismos envolvidos na regulação da microcirculação incluem vasoconstricção arterial para ficar de pé (KODABANDEHLOU, 1997). As anastomoses arteriovenosas, ou *shunts*, são um aspecto interessante da microcirculação da pele. Estas estruturas são profusas nos dedos e polpas digitais e mantidas em estado de vasoconstricção pelo sistema nervoso simpático (SNS) periférico. Quando o tônus simpático torna-se reduzido, tornam-se canais de baixa resistência, permitindo que grandes volumes de sangue passem diretamente das arteriolas para as vênulas (FAGRELL, 1995).

A TI fornece uma matriz bidimensional de valores térmicos mapeando as diferenças térmicas da pele, sendo usada como forma de medida indireta de fluxo

sanguíneo. Existem duas técnicas: uma de contato com a pele e outra sem contato (BERARDESCA *et. al.*, 2002). A técnica que entra em contato com a pele usa tecnologia de cristais líquidos, ao passo que a outra mede a radiação eletromagnética do corpo emanada pela pele (FAUCI *et. al.*, 2001), usando câmeras digitais e *software* específico (SEIFALIAN *et. al.*, 1994), gerando uma figura codificada por cores, ou escala de preto e branco, visível ao olho humano (HENDERSON; CHIR; HACKETT, 1978). A termografia é baseada na lei de Stephan-Boltzmann, onde “a radiação térmica emitida por um corpo é proporcional à diferença da quarta potência do corpo e a quarta potência da vizinhança” (YANG; YANG, 1992). Como vantagens do método citam-se a ausência de contato com a pele, simplicidade de execução, ausência de viés do operador e boa resolução espacial (HENDERSON; CHIR; HACKETT, 1978).

A temperatura periférica depende, principalmente, do fluxo sanguíneo, porque a produção de calor é diminuída nesta área, em especial, nos dedos das mãos (MIYAMOTO *et. al.*, 1988). As câmeras digitais de infravermelho escondem por trás de suas lentes uma matriz plana (pequena placa) com sensores de infravermelho que, ao serem estimulados pelo calor irradiado, geram uma corrente elétrica de acordo com a intensidade da luz e enviam o valor desta corrente ao computador para ser armazenado em linguagem digital. O conjunto destas informações resulta num mapa térmico informando 20.000 pontos de temperatura ou mais. Quanto maior o número de sensores maior a definição do mapeamento térmico. Todas estas características se aplicam às câmeras fotográficas digitais. Esta tecnologia permite medir temperaturas cutâneas com precisão de 0,02°C, sem necessidade de implantes ou de fazer contato com a pele (FLIR SYSTEMS, 2008).

A condutividade térmica da pele e do subcutâneo é influenciada pelo fluxo sanguíneo. Uma redução no fluxo sanguíneo de uma região com distúrbio de microcirculação diminui a condutividade térmica. O frio induz o calafrio (contração muscular) e a liberação de neurotransmissores (adrenalina e noradrenalina) que, por sua vez, aumentam a atividade metabólica e a geração de calor. A segunda ação produz grande quantidade de calor e quase nenhum ATP- Adenosina Trifosfato, de modo que quase toda a energia oxidativa liberada se transforma imediatamente em calor (GUYTON; HALL, 2006). Na pré-eclâmpsia observa-se um aumento da

sensibilidade às catecolaminas, ou seja, quanto mais adrenalina, mais calor.

Os fatores mais importantes na produção de calor pelo organismo são: (1) taxa do metabolismo basal de todas as células do corpo e as taxas extras devido à (2) atividade muscular, inclusive, a causada por calafrios; (3) tiroxina; (4) epinefrina, norepinefrina e pela estimulação simpática sobre as células; (5) digestão, absorção e armazenamento de alimentos (efeito termogênico dos alimentos). Assim, a maior parte do calor gerado pelo corpo vem a partir do fígado, cérebro, coração e músculos esqueléticos. Todo o excedente de calor não usado nos processos metabólicos é perdido para o ar e meio ambiente. Portanto, a velocidade de perda do calor é determinada, basicamente, pela velocidade de condução da fonte de produção até a pele e a transferência de calor entre a pele e o meio ambiente. O sangue, ao passar por áreas mais quentes, recebe calor e vice-versa, tornando-se um fator que favorece a uniformização da temperatura central, que varia de 36,5 a 37°C, quando mensurada por via oral. O calor, quando alcança a pele, irradia-se na forma de raios infravermelhos, levando a uma perda de até 60% (GUYTON, 2006).

O corpo humano é um conjunto de sistemas térmicos numa condição de quase-equilíbrio, onde a pele é a superfície de contato em relação ao ambiente.

A temperatura do ponto de vista qualitativo é a grandeza física que nos permite distinguir o frio do calor, enquanto do ponto de vista termodinâmico, podemos dizer que é a medida da energia cinética associada ao movimento aleatório das partículas que compõem um dado sistema físico, e deve-se à transferência de energia térmica, ou calor. A temperatura dos tecidos profundos do corpo permanece em níveis bastante constantes, com variações de até 0,6°C. A temperatura da pele, em contraste com a temperatura central, eleva-se e diminui de acordo com a temperatura ao seu redor e com as variações do fluxo sangüíneo. A temperatura da pele é a que nos importa quando nos referimos à capacidade de um indivíduo perder calor para o ambiente. No interior do corpo observamos a lei do equilíbrio térmico, ou *lei zero da termodinâmica*, ou seja, “se três ou mais sistemas estiverem em contato térmico entre si, e se todos estiverem em equilíbrio em conjunto, então qualquer dois deles separadamente estão em equilíbrio térmico entre si” (POTTER, SCOTT, 2006); no entanto, a pele é o limite que separa nosso corpo do meio ambiente, assim, estamos

mudando constantemente de temperatura na pele e somos um mosaico de sistemas corporais emitindo calor em diversas intensidades.

A TI permite-nos a visualização deste conceito e está indicada, com segurança, em todos os tipos de doenças vasculares (SOULEN, 1972).

Com a finalidade de contribuir na pesquisa da fisiopatologia da hipertensão na gravidez propomos estudar o papel da temperatura cutânea nesta teia de eventos, elevando o número de possibilidades de diagnóstico precoce, tratamento e até servir como parâmetro de pesquisa para testar outras drogas e formas terapêuticas.

## 2 OBJETIVOS

A partir das considerações realizadas até o presente momento, indagamos: **há diferença na média de temperatura das polpas digitais das mãos de grávidas normotensas e das grávidas hipertensas?** A partir deste problema traçamos os nossos objetivos.

**Objetivo geral:** Avaliar indiretamente o fluxo sanguíneo nas polpas dos dedos das mãos, através da comparação das médias das temperaturas das mãos de grávidas hipertensas comparando-as com as de normotensas.

**Objetivos específicos:** Comparar a média das temperaturas das polpas dos dedos das mãos ( $T_p$ ) de grávidas normotensas com grávidas hipertensas. Determinar valores de especificidade, sensibilidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia do método para os achados das polpas dos dedos.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Aspectos éticos**

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Maternidade Escola Assis Chateaubriand (ANEXO A), atende aos preceitos da Declaração de Helsinque (1964), emendada em Hong Kong (1989) e segue os termos preconizados pelo Conselho Nacional de Saúde (1996), portaria 196/96 para pesquisa em seres humanos.

As termografias foram obtidas em pacientes atendidas nos ambulatórios de pré-natal de baixo risco e no setor de emergência. Todas as pacientes foram esclarecidas acerca do procedimento a ser realizado conforme consentimento pós-informado (ANEXO B), que após sua leitura e preenchimento lhes era entregue uma segunda via.

##### **3.1.1 Critérios para descontinuação**

As pacientes que necessitassem intervenção emergencial foram retiradas do estudo. Não houve nenhuma ocorrência deste gênero.

#### **3.2 Local do estudo**

Maternidade-Escola Assis Chateaubriand.

#### **3.3 Período do estudo**

As termografias foram obtidas no período entre 26/06/2006 e 04/02/2008

#### **3.4 Desenho do estudo**

Análise descritiva dos dados de teste diagnóstico.

#### **3.5 População do estudo**

Gestantes no período entre a 20<sup>a</sup> e 38<sup>a</sup> semana de gestação.

### **3.6 Tamanho amostral**

Foram analisadas as termografias das mãos de 81 gestantes, divididas em dois grupos: Grupo A: gestantes normotensas, composto por 50 pacientes e Grupo B: gestantes hipertensas, composto por 31 pacientes.

### **3.7 Seleção das gestantes**

#### 3.7.1 Critérios de inclusão:

Grupo A: Gestantes com pressão arterial sistólica menor que 140/90 mmHg (NHBPEP).

Grupo B: Gestantes com pressão arterial sistólica igual ou maior que 140/90 mmHg (NHBPEP)

Idade gestacional entre 20 e 38 semanas.

#### 3.7.2 Critérios de exclusão:

Febre

Infecção (qualquer via)

Tratamento com drogas vasoativas (anti-hipertensivas ou vasopressoras) nas últimas 24 horas.

Ferimentos nas áreas de medição da temperatura.

Trabalho de parto.

### **3.8 Variáveis de Análise**

- Idade materna (IM): expressa em anos (variável contínua).

- Idade gestacional (IG): estimada pela data da última menstruação, desde que conhecida e confiável. Pacientes cuja data da última menstruação seja

desconhecida optamos pelo cálculo realizado a partir de ecografia realizada antes de 20 semanas.

- Peso materno (PM): expresso em quilogramas.
- Gestações (G): número de gestações incluindo a atual, expressa em unidades.
- Partos (P): número de partos (vaginais e abdominais) prévios à gestação atual, expresso em unidades.
- Abortos (A): número de abortos (perdas gravídicas antes de 20 semanas completas) anteriores à gestação atual, expresso em unidades.
- Média das temperaturas das polpas dos dedos da mão (Tp): expressa em graus centígrados (°C).
- Pressão arterial sistólica (PAS): Valor máximo da verificação da pressão arterial obtido pelo método de Korotkof, em mmHg.
- Pressão arterial diastólica (PAD): Valor mínimo da verificação da pressão arterial obtido pelo método de Korotkof, em mmHg.
- Pressão Arterial Média (PAM): valor obtido pela fórmula:  $PAD + (PAS - PAD) / 3$
- pressão arterial diastólica somada a 1/3 da diferença entre PAS e PAD, expresso em mmHg.

As variáveis IM, IG, PM, G, P, A, PAS, PAD foram obtidas a partir do formulário de dados (ANEXO C). Os valores de pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) foram determinados pela técnica de ausculta de sons de Korotkof em manômetro analógico graduado em milímetros de mercúrio, logo depois de obtido o termograma.

### 3.9 Procedimentos, Técnicas, Testes e Exames.

**Termografia das mãos (FIGURA 1):** Os valores das temperaturas foram obtidos a partir de termogramas, gerados por um termógrafo digital infravermelho marca Flir Systems – modelo E-25, portátil, com sensibilidade térmica de 0,2°C, variação espectral entre 7 e 14 microns (FIGURA 2), à uma distância de um metro do ponto focal. A análise das temperaturas foi feita pelo programa de computador Repórter 8.1 Pro, fornecido pelo fabricante da câmera.

Um termograma é composto pelos valores de temperatura de cada um dos bolômetros, distribuídos em uma matriz bidimensional ou planilha de dados. A cada valor é atribuída uma cor. O número de pontos varia com o modelo de câmera. O modelo empregado neste estudo tem 120 por 240 pontos. O conjunto destes pontos coloridos permite a visibilização da forma do corpo examinado.

Figura 1- Planilha de associação de cores a valores na composição do termograma

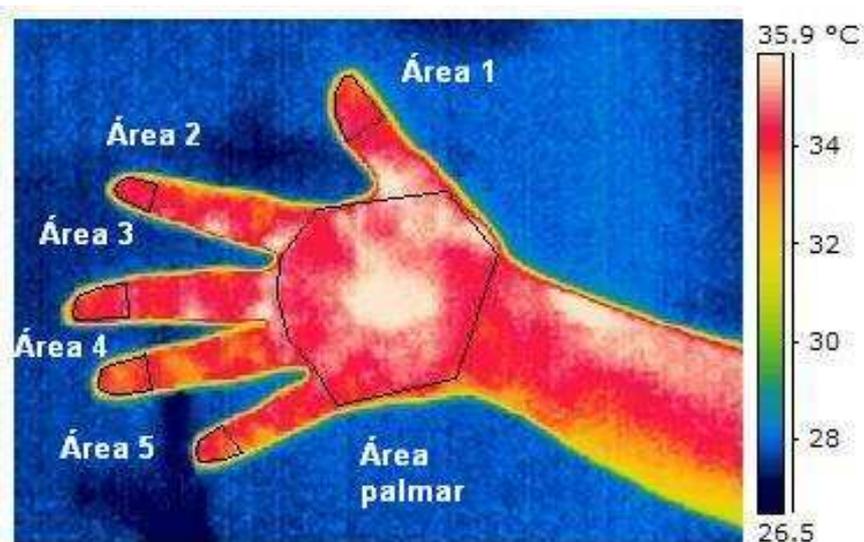
240 pontos ↓	27,24	27,24	27,45	27,45	27,40	27,40
	27,24	27,24	27,34	27,45	27,42	27,40
	27,58	27,58	27,57	27,57	27,47	27,37
	27,92	27,92	27,80	27,68	27,52	27,36
	27,69	27,69	27,61	27,55	27,43	27,32
	27,48	27,48	27,44	27,41	27,34	27,28
	120 pontos →					

A obtenção dos termogramas seguiu especificações necessárias à sua realização como todo método diagnóstico. A sala de exame foi mantida a uma temperatura de 22°C. Foram evitadas as perdas térmicas por convecção forçada de ar diretamente sobre a paciente. A velocidade do ar incidente, se houver, não deverá ultrapassar 0,2 m/s. Deve-se lembrar de deixar o paciente afastado de equipamentos elétricos que possam gerar calor. A variação de temperatura do ambiente não pode ser maior do que 1°C. As lâmpadas fluorescentes, que são lâmpadas de luz fria, devem ser usadas, ao invés de lâmpadas de tungstênio. Um termômetro digital, com um visor

suficientemente grande para ser observado a, pelo menos, três metros de distância, deve estar disponível para monitorar o local onde está o paciente. Deverá, da mesma forma, ser posicionado de modo que não seja afetado, diretamente, pelas fontes de calor presentes na sala. A área a ser examinada deve permanecer descoberta e livre de qualquer estímulo que possa induzir a reflexos vasomotores. O período de estabilização térmica deve ser no mínimo de 15 minutos.

A polpa digital dos dedos das mãos (região glabra ou isenta de pelos) foi escolhida devido à presença de numerosas anastomoses arteriovenosas (AAV) inervadas por fibras simpáticas vasoconstritoras, que podem levar a mudanças no fluxo sanguíneo à medida que são abertas ou fechadas, de acordo com o estímulo.

Figura 2- Termografia da mão com a determinação das áreas sobre as polpas digitais.



Fonte: Pesquisa *in loco*.

A determinação do valor da temperatura média de cada polpa digital foi feita com a ferramenta “Área”, disponível no programa Reporter 8.1 pro, que delimita e calcula a média térmica de uma área especificada pelo usuário. As áreas das polpas digitais foram incluídas em toda sua extensão (FIGURA 2), aumentando a fidelidade do cálculo das médias.

Figura 3- Termógrafo E25 – Flir Systems



Fonte: Pesquisa *in loco*.

### **3.10 Protocolo para obtenção dos termogramas:**

Entrevista inicial com a paciente para detectar critérios de exclusão.

Explicação e preenchimento do consentimento pós-informado.

Permanecer em repouso por dez minutos, mantendo a área a ser examinada desnuda e livre de contato com qualquer objeto.

Depois de decorrido o tempo, com o braço descansando sobre o leito e ligeiramente afastado do corpo, a mão aberta com o polegar apontando para cima, fazer o termograma da face palmar a uma distância de um metro.

As medições foram realizadas com o termovisor E25 – Flir Systems, em seguida, transferidas para o software de análise para obtenção dos valores das variáveis.

Todos os cálculos das medições foram feitos usando o software Repórter 8.1 Pro, fornecido pelo fabricante da câmera.

### **3.11 Coleta de dados**

A coleta de dados antropométricos e relativos à gestação foi feita durante

entrevista pessoal com a paciente através do preenchimento de formulário padronizado (APÊNDICE B).

### **3.12 Instrumento para coleta de dados**

Os dados foram coletados através da utilização de um formulário padronizado e posteriormente arquivados em programa estatístico computacional SPSS 10.0 (SPSS Co. Chicago, IL, USA). O responsável pelo preenchimento dos protocolos de pesquisa e digitação dos dados no computador foi o médico pesquisador.

## 4 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

A análise estatística foi efetuada pelo professor José Gomes Bezerra, Doutor em Saúde Coletiva e pela professora Rosa Maria Salani Mota, usando o programa SPSS 10.0 (SPSS Co. Chicago, IL, USA).

### 4.1 Análise descritiva dos dados

Inicialmente, realizou-se a análise descritiva da amostragem total, em seguida dividiu-se a amostra em 2 grupos (grupo A: normotensas; grupo B: hipertensas) em função da variação da média das temperaturas das polpas digitais.

Variáveis empregadas no estudo descritivo: Idade materna (IM), idade gestacional (IG), peso materno (PM), gestações (G), partos (P), abortos (A), média das temperaturas das polpas dos dedos da mão (Tp), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM). (TABELA 1)

**Tabela 1 - Valores descritivos das variáveis quantitativas**

	N	Média ± dp	Mínima	Máxima
IDADE (anos)	81	25,5 ± 5,64	15	41
PESO (Kg)	81	73,28 ± 15,10	43,5	114,0
ALTURA (cm)	81	154 ± 7	120	166
NÚMERO DE GESTAÇÕES	81	2,1 ± 1,39	1	7
NÚMERO DE PARTOS	81	0,79 ± 1,10	0	5
NÚMERO DE ABORTOS	81	0,33 ± 0,63	0	3
IDADE GESTACIONAL (semanas)	81	31,44 ± 6,13	20	37
PAS (mm Hg)	81	84,07 ± 25,07	100	200
PAD (mm Hg)	81	84,07 ± 20,30	60	120
PAM (mm Hg)	81	99,26 ± 21,25	73,33	146,67
Tp (°C)	81	34,17 ± 2,15	25,48	37,78

## 4.2 Análise comparativa entre os grupos

### Testes estatísticos

As variáveis quantitativas foram descritas através de medidas de tendência central, variabilidade e separatrizes.

Os testes de Shapiro-Wilk e Levene foram usados, respectivamente, para verificar a normalidade da distribuição das variáveis quantitativas e igualdade de variâncias. Para variável cuja distribuição foi normal, utilizou-se o teste t Student, quando a distribuição não foi normal, utilizou-se o Mann-Whitney (comparação de médias entre dois grupos independentes). O teste ANCOVA foi empregado para comparação da PAM entre os grupos A e B em função das outras variáveis e a curva ROC para determinar um ponto de corte, sensibilidade, especificidade, valores de predição positivo e negativo, acurácia e razões de verossimilhança.

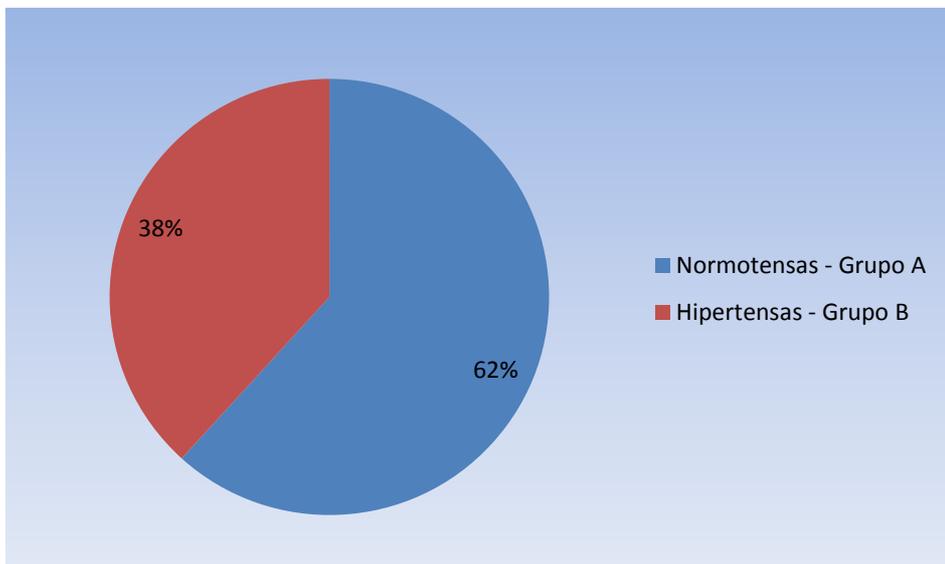
Os testes foram considerados estatisticamente significantes quando p foi inferior a 0,05.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise descritiva da amostra total

A amostra total de 81 pacientes analisada pela temperatura médias das polpas digitais da mão foi dividida em grupo A, normotensas, com 50 pacientes, e grupo B, hipertensas, com 31 pacientes (NHBPEP) (GRÁFICO 1).

Gráfico 1- Distribuição da amostra pela pressão arterial

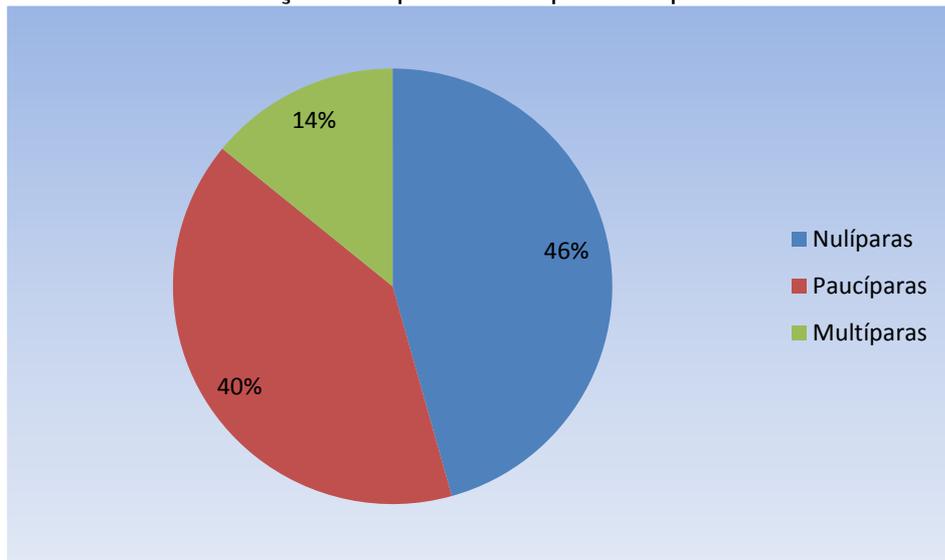


Fonte: Pesquisa *in loco*.

A idade das pacientes variou entre 15 e 41 anos , média de 25,5 anos.  
O peso médio foi de  $73,28 \pm 15,1$  Kg, variando de 43,5 a 114 Kg.

O número médio de gestações foi de  $2,1 \pm 1,39$  variando entre nulíparas até 5 gestações. O percentual de nulíparas 51%, de paucíparas (até 3 partos) 45% e 4% de múltíparas (GRÁFICO 2).

Gráfico 2 - Distribuição das pacientes quanto à paridade



Fonte: Pesquisa *in loco*.

O número de partos variou entre zero e cinco.

As pacientes informaram que tiveram até três abortos.

A idade gestacional variou entre 20 e 37 semanas com média de 31,4 semanas.

A pressão arterial média (PAM) foi de  $99,26 \pm 21,25$  mm Hg.

A variável Tp (média das temperaturas das polpas digitais  $\pm$  EPM) obtida na amostra foi de  $34,17 \pm 0,24$  °C. No grupo A, a Tp  $\pm$  EPM encontrada foi de  $33,68 \pm 0,35$  °C e para o grupo B a média foi de  $34,96 \pm 0,22$  °C. O teste t de student, usado para comparar médias de amostras independentes é estatisticamente significativo (P = 0,002) (TABELA 2).

**Tabela 2 – Valores da Tp obtidas na amostra total e nos grupos**

	Tp ± EPM
Amostra total	34,17 ± 0,24 °C
Normotensas	33,68 ± 0,35 °C
Hipertensas	34,96 ± 0,22 °C

Teste t estatisticamente significativo para normotensas x hipertensas (p = 0,002)

O coeficiente de Pearson entre a PAM e as outras variáveis mostrou forte correlação com o PAS (r= 0,95), PAD (r=0,98) e para a Tp (r=0,98 ). As outras variáveis não se mostraram significantes e, a partir de então, não foram analisadas (TABELA 3).

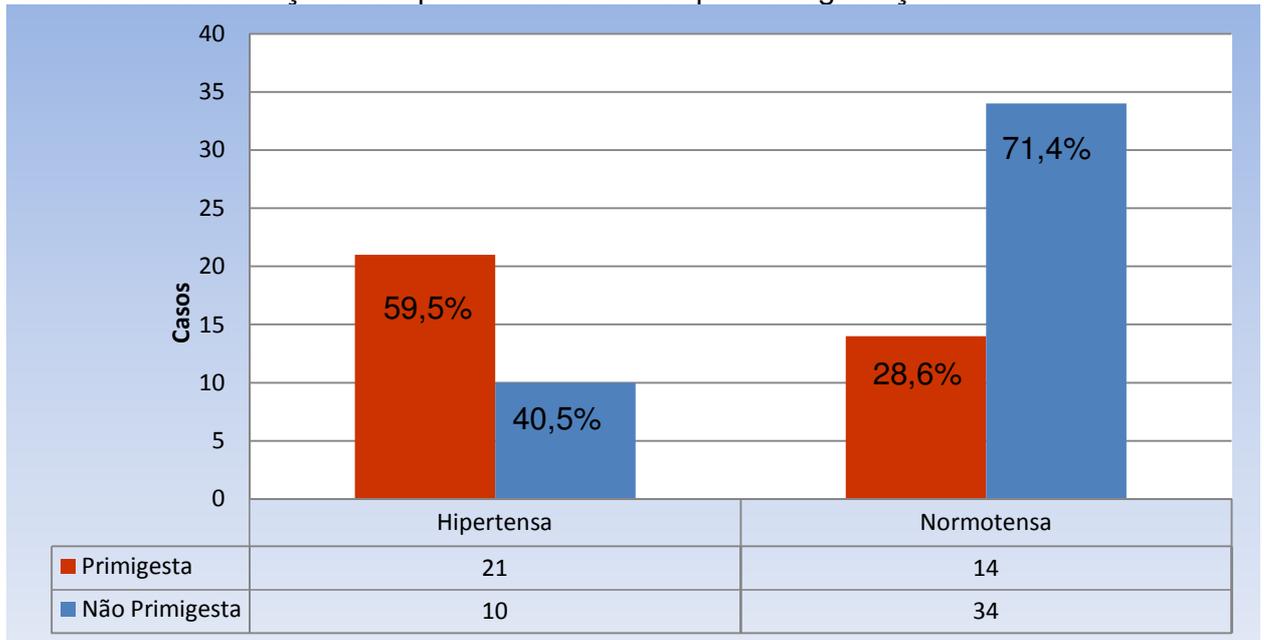
**Tabela 3 - Correlação de Pearson para PAM x Variáveis**

	N	Pearson*
IDADE (anos)	81	-0,13
PESO (Kg)	81	0,23
ALTURA (cm)	81	0,05
NÚMERO DE GESTAÇÕES	81	-0,25
NÚMERO DE PARTOS	81	-0,21
NÚMERO DE ABORTOS	81	-0,17
IDADE GESTACIONAL	81	0,49
PAS (mm Hg)	81	0,95
PAD (mm Hg)	81	0,98
Tp (°C)	81	0,98

Fonte: Pesquisa in loco.

A ocorrência de hipertensão na primeira gestação foi de 14 pacientes no grupo A (28,6%) e em 21 pacientes do grupo B (59,5%), resultando num  $p = 0,008$  para o teste exato de Fisher (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Associação de Hipertensão arterial e primeira gestação



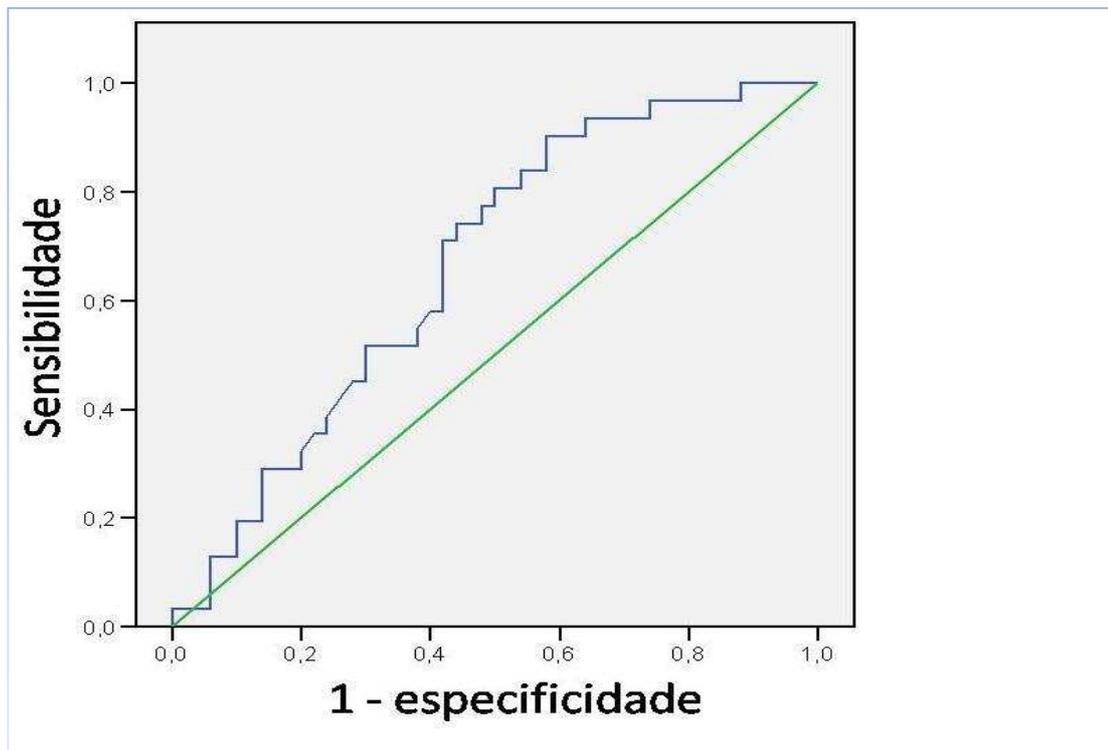
Fonte: Pesquisa *in loco*.

A variável  $T_p$  na amostra total, avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov adere à distribuição normal e o teste de Levene confirma que a variabilidade das variáveis difere entre os grupos A e B (ANEXO D).

A análise, através da curva ROC (FIGURA 4), mostrou que a média das temperaturas das polpas digitais ( $T_p$ ) pode ser uma ferramenta para a predição de elevação da pressão arterial em pacientes que ainda não tiveram aumento de seus índices pressóricos. Para a decisão do ponto de corte foram construídos quadros com as coordenadas da curva ROC determinando a sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN), acurácia, razão de verossimilhança positiva e razão de verossimilhança negativa.

A análise da Tp na predição de pacientes serem hipertensas mostra uma área sob a curva ROC de 50%, traduzindo esse parâmetro como bom preditor para triagem de pacientes normotensas que podem tornar-se hipertensas.

**Figura 4 - Curva ROC para análise da média das temperaturas das polpas digitais de gestantes na predição de hipertensão arterial.**



Fonte: Pesquisa *in loco*

Depois de marcados os valores de Tp pelo valor crescente da pressão arterial média definimos o ponto de corte na curva ROC como aquele correspondente ao início dos valores correspondentes aos das pacientes hipertensas, ou seja, 34,1°C (ANEXO E), onde esta temperatura implica em maiores chances da paciente ser hipertensa. Desta forma encontramos uma sensibilidade de 80%, especificidade é de 48%, VPP de 49%, VPN de 80%, acurácia de 60,5%. A chance de uma paciente estar hipertensa para uma Tp acima de 34,1°C é de 1,6 vezes a chance de uma paciente estar normotensa para uma Tp abaixo ou igual a 34,1°C (RVP). A RVN é de 0,4 (TABELAS 3 e 4).

**Tabela 4 – Distribuição de valores para avaliação de teste-diagnóstico**

	Hipertensa (n)	Não hipertensa (n)
Teste (+)	25	26
Teste (-)	6	24

Fonte: Pesquisa *in loco*

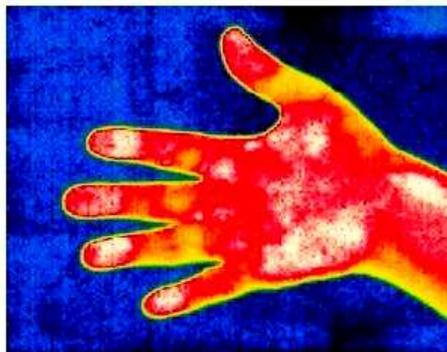
**Tabela 5 – Valores de teste diagnóstico**

Ponto de corte	34,1 °C
Sensibilidade	80%
Especificidade	48%
VPP	49%
VPN	80%
Acurácia	60,5%
RVP para 34,1°C	1,6
RVN para 34,1°C	0,4

Fonte: Pesquisa *in loco*

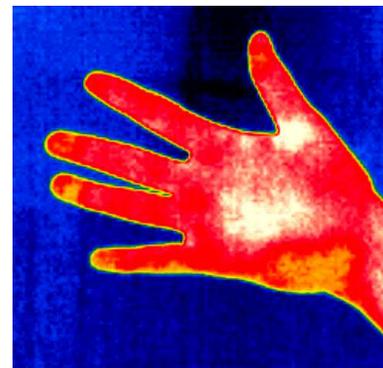
A observação comparativa entre os termogramas de normotensas (FIGURA 5) e hipertensas (FIGURA 6), permite a visibilização de polpas digitais com as temperaturas mais altas (cor branca), que também estão presentes na palma da mão. Essa observação facilita a identificação de pacientes com aumento de temperatura das polpas digitais que refletem o aumento de fluxo sanguíneo periférico.

Figura 5. Hiperradiação (áreas brancas) dispersas nas polpas digitais.



Fonte: Pesquisa *in loco*.

Figura 6. Hiperradiação restrita à palma da mão.



Fonte: Pesquisa *in loco*.

Os resultados obtidos mostram uma relação direta da pressão arterial média com a temperatura das polpas digitais.

Escolhemos a polpa digital como alvo de nossas medições devido à presença de anastomoses arteriovenosas (AAVs), que são comunicações diretas entre arteríolas e vênulas, participam na regulação do fluxo sanguíneo, da regulação da pressão arterial, do controle da temperatura e na conservação do calor. Localizam-se, principalmente, nas pontas dos dedos e sua diversidade de respostas a medicamentos e alterações de perfusão induzidas por mecanismos neuro-humorais podem ser confirmadas com auxílio de técnicas de baixa complexidade técnica. As polpas digitais são inervadas, predominantemente, pelo sistema nervoso adrenérgico e estão localizadas no ponto mais distal dos membros. A TI já é empregada na avaliação de distúrbios vasculares como a síndrome de Raynaud, caracterizada por um retardo na normalização da temperatura após mergulhar as mãos em água a baixa temperatura. O fenômeno de Raynaud é caracterizado por vasoconstrição arterial (mãos brancas) e vasodilatação venosa (mãos arroxeadas) quando se observa a vasodilatação venosa, acompanhada de estase sanguínea e conseqüente aumento de temperatura e latejamento.

A presença de AAVs nas polpas digitais permite a transferência de grandes quantidades de sangue arterial para o leito venoso em pouco tempo, o que permite transferir a temperatura do sangue arterial para a pele, levando ao ingurgitamento e aumento de temperatura cutânea. Assumindo a hipótese de que a abertura das AAVs é um mecanismo de adaptação ao aumento da pressão arterial, podemos afirmar que, naquelas pacientes que apresentaram aumento de temperatura proporcional ao aumento da pressão arterial média, a elevação da temperatura cutânea nas áreas estudadas corresponde ao aumento do fluxo sanguíneo cutâneo.

Ao compararmos a polpa digital com as outras áreas da mão, encontramos características que a torna ideal para a observação de alterações fisiológicas, como o pequeno número de variações anatômicas na irrigação do dedo, a área restrita, o reduzido coxim adiposo e a ausência de glândulas que possam alterar a temperatura pelo seu funcionamento.

A comparação dos resultados obtidos nos grupos estudados confirma

aspectos como: confiabilidade do método, consistência de dados, facilidade de manuseio do equipamento, correlação de dados com outras patologias. A observação de biomarcadores é uma tarefa importante, pois reflete o estado em que se encontra o corpo num dado momento. A temperatura cutânea (TC) é um biomarcador raramente usado em função de sua variabilidade. Demonstramos através deste trabalho que nas polpas digitais das gestantes hipertensas, essa variabilidade diminui e torna-se um valioso dado que varia de forma diretamente proporcional à pressão arterial média.

Miyamoto, em 1988, usando um único ponto de temperatura cutânea, observou o retardo na recuperação da temperatura das pacientes hipertensas quando submetidas a teste de estresse térmico (imersão das mãos em água a 16°C). Este teste, apesar de não invasivo é um teste provocativo, algumas vezes se torna doloroso para as pacientes com grande sensibilidade térmica. Tal fato nos levou a pesquisar métodos menos agressivos, que não necessitassem de contato físico, tampouco, submeter as pacientes a testes de estresse, pois já era conhecida a resposta exagerada aos estímulos adrenérgicos. A perspectiva de encontrar alterações de temperatura significativas, sem o emprego de testes provocativos, estimulou-nos a empregar a termografia de infravermelho, pois preenche ambos os requisitos. O fato do método de obtenção da leitura térmica não necessitar fazer contato com a paciente, as deixa tranqüilas, não provocando respostas reflexas diante da expectativa de mergulhar as mãos em água gelada.

O registro em mídia digital permite que se façam outras medições, que fogem aos objetivos desta dissertação, pois os dados das temperaturas dispostas numa matriz de 120 x 140 pontos podem ser analisados por novos programas de computador à medida que forem atualizados.

Sendo um teste de alta sensibilidade (80%), baixa especificidade (48%), elevado valor preditivo negativo (80%), será útil para detectar aquelas pacientes que estão normotensas, mas que podem tornar-se hipertensas no futuro, visto que a Tp foi maior que 34,1 °C.

Em algumas pacientes foi possível notar uma grande proximidade da Tp com a temperatura do conduto auditivo externo (CAE). Todas essas pacientes necessitaram de doses de anti-hipertensivo (hidralazina) previstas e apresentaram baixa resposta ao

tratamento. Devido à alta temperatura do conduto auditivo, sugerimos o uso de antitérmicos, que resultou num retorno à resposta do antihipertensivo, sugerindo uma diminuição da ação anti-hipertensiva quando na presença de altas temperaturas no CAE, abrindo, assim, uma perspectiva do uso simultâneo de anti-hipertensivos e antitérmicos quando se repetirem estas condições.

A TI forneceu leituras térmicas consistentes com sensibilidade de 53%, especificidade de 87%, valor preditivo positivo de 91% e valor preditivo negativo de 43%, que a tornam uma ferramenta de triagem para detectar pacientes normotensas com aumento de temperatura cutânea, candidatas a tornarem-se hipertensas, visto que o valor preditivo positivo chega 91%.

Além dos resultados obtidos e descritos dentro do âmbito da pesquisa, pudemos observar que a TI permite uma rápida visibilização das áreas hiperradiantes (variação térmica maior que 1 °C) das polpas digitais de pacientes hipertensas quando comparadas às de pacientes normotensas.

Apesar da significância estatística obtida, sabemos da importância da realização de estudos com amostras maiores, no sentido de conseguir índices mais fidedignos nos testes de diagnóstico.

A maior ocorrência de hipertensão na primeira gestação das pacientes hipertensas quando comparada às não hipertensas indica que há um risco maior de desenvolvimento de hipertensão arterial na primeira gestação.

A temperatura cutânea mostrou uma relação significativa com a média das pressões arteriais e provavelmente reflete o aumento do fluxo sanguíneo pela abertura das AAVs.

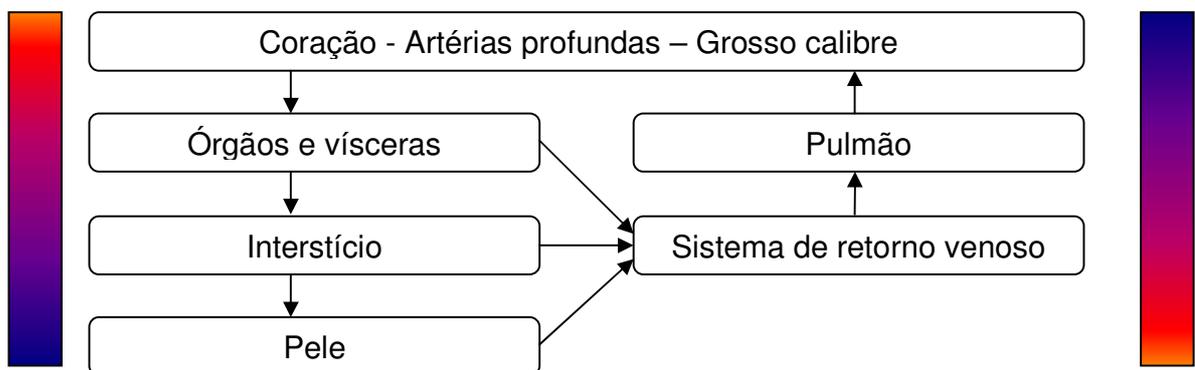
Novos métodos mostram-se inicialmente dispendiosos. Tal fato se repete com a termografia de infravermelho. O valor dos equipamentos disponíveis para importação, indicados para uso em diagnóstico médico gira em torno de R\$ 60.000,00. No entanto, o pequeno número de itens de manutenção, o armazenamento em mídia digital, a impressão em papel comum sem especificações técnicas exclusivas, tornam o exame pela termografia de infravermelho uma opção de baixa razão custo/benefício pela pronta visibilização de imagens, manipulação de imagens com programas de computador de livre domínio, disponíveis na internet, e a aquisição de periféricos para

computador, acessíveis no mercado local.

A globalização do conhecimento e o compartilhamento de informações de forma eletrônica fazem parte do cotidiano dos meios acadêmicos. A evolução da termografia de contato para a forma digital permite esta interação entre centros de estudos, entre centros de saúde distantes e grandes hospitais e principalmente na formação de profissionais capazes de manusear uma ferramenta que armazena e transmite este tipo de informação. Este fato coloca o agente de saúde, se treinado como técnico em termologia, de realizar um exame que vai muito além da pura medição da temperatura cutânea e torna analisável, formas de distribuição de calor associada a doenças somente detectáveis com alto custo financeiro e pessoal, como o câncer, doenças reumáticas possibilitando o tratamento de patologias endêmicas como a enxaqueca através da localização de pontos gatilho.

O emprego da lei zero da termodinâmica que diz: “se três ou mais sistemas estiverem em contato térmico entre si, e se todos estiverem em equilíbrio em conjunto, então qualquer dois deles separadamente estão em equilíbrio térmico entre si”, ao corpo humano, onde a maior temperatura fica no interior das artérias e veias, é mantida estável por mecanismos de controle hipotalâmicos e que todo o restante do corpo serve de dissipador deste calor.

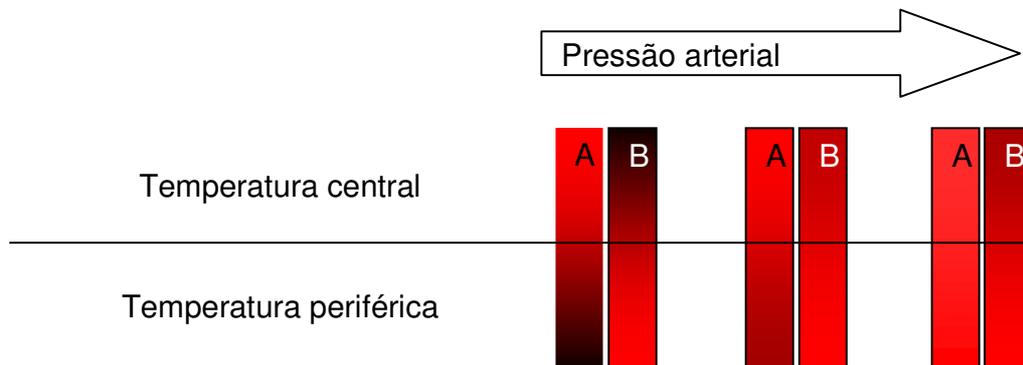
Figura 7 - Variação de temperatura em função da capacidade de regulação térmica



Vermelho mais quente - Azul mais frio

À medida que o calor se afasta do centro sofre a ação de mecanismos de dispersão até atingir o equilíbrio com os órgãos vizinhos (FIGURA 7). A vasoconstrição cutânea, presente nos quadros hipertensivos, prejudica a termoregulação impedindo a troca de calor com o ambiente, isto implica em sangue retornando mais quente para os pulmões, maior agitação molecular e possivelmente interfere com incrementos na pressão arterial (FIGURA 8).

Figura 8 - Modificações na capacidade de regulação térmica em função da pressão



Modificações na capacidade de regulação térmica em função da pressão arterial

A : Centro para periferia via artérias e condução térmica

B: Periferia para centro via retorno venoso.

Os métodos atuais de detecção de doenças giram em torno de diagnósticos precoces, onde impera a necessidade de detecção de um marcador associado às modificações fisiopatológicas causadas pela enfermidade. Há algum tempo atrás, eram extirpados os tumores já ulcerados, como medida paliativa, hoje proliferam os marcadores tumorais que não só permitem a detecção precoce desses tumores como informam as linhagem e interferem nas condutas. Pouco se sabia sobre a patogênese da hipertensão arterial, menos ainda sobre hipertensão arterial na gravidez, atualmente uma série de medidas são tomadas em função de métodos de detecção precoce das alterações fisiológicas maternas indicadoras de hipertensão arterial, inclusive com métodos de diagnóstico do sofrimento fetal que foram introduzidos na propedêutica do pré-natal. A termografia de infravermelho, devido a sua especificidade de detecção de radiação infravermelha ou calor irradiado, um sinal de atividade metabólica, poderá oferecer um diagnóstico da entropia materna, possibilitando avaliar o grau de desordem do sistema termodinâmico materno-fetal.

## 6 CONCLUSÃO

Chegamos, portanto, ao momento final de nossa pesquisa; podendo, portanto, inferir algumas conclusões.

Em relação à média de temperatura das polpas digitais das mãos de grávidas normotensas e hipertensas existe uma diferença significativa de 1,28°C, sendo que as grávidas hipertensas (34,96°) têm maiores chances de terem a polpa digital das mãos mais quentes que as grávidas normotensas (33,96°). Este fato evidencia que a temperatura cutânea das extremidades aproximou-se dos valores da temperatura central (36,5°C), portanto, um número maior de anastomoses arteriovenosas estão ativas indicando uma redução da capacidade de termogulação cutânea.

A média da temperatura do pavilhão auricular entre os grupos estudados demonstrou que a temperatura das normotensas (38,86°) é maior que a das hipertensas (38,29°). Este fato corrobora os dados obtidos em relação às Tp e demonstra um aumento da temperatura do pavilhão auricular a níveis de temperatura central.

As grávidas hipertensas têm maiores chances de apresentarem aumento na média de temperatura das polpas digitais com sensibilidade (80%), de especificidade (48%), valor preditivo positivo (49%), valor preditivo negativo (80%) e acurácia (60,5%).

Esta pesquisa poderá auxiliar aos profissionais da saúde no sentido de estabelecer critérios precoces para monitoramento de pacientes grávidas com risco de tornarem-se hipertensas, criar políticas de prevenção com maior sensibilidade usando outro indicador confiável e como ferramenta de teste para os medicamentos já existentes.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR JUNIOR, C. A. Os elevados índices de mortalidade materna no Brasil: razões para sua permanência. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, Rio de Janeiro, v.28, n.7, p.377-379, 2006.
- BEINDER, E., SCHLEMBACH, D. Skin Flux During Reactive Hyperemia and Local Hyperthermia in Patients With Preeclampsia. **Obstetrics & Gynecology**, Erlangen, v. 98, n. 2, p.313-318, 2001.
- BERNSTEIN, I. M., MEYER, M. C., OSOL, G., WARD, KEN. Intolerance to volume expansion: A theorized mechanism for the development of preeclampsia. **Obstetrics & Gynecology**, v. 92, n. 2, p.306-308, 1998
- BERARDESCA, E. *et al.* EEMCO: guidance for the measurement of skin microcirculation. **Skin Pharmacol. And Physiol.**, Basel, v. 15, n. 6, p. 442-456, 2002.
- BIBLIA. Português. Edição pastoral. São Paulo: Paulinas, 1991.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Cadernos de Informação de Saúde: Mortalidade**. 2006. Disponível em: <[http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/BR/Brasil\\_Geral BR.xls](http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/BR/Brasil_Geral_BR.xls)>. Acesso em: 20 out. 2009.
- BRIOSCHI, M. L.; MACEDO, J. F.; MACEDO R. A. C. Termometria Cutânea: Novos Conceitos. **J. Vasc. Br.**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 151-60, 2003.
- CARVALHO, F. H. C., MORON, A. F., MATTAR, R., SANTANA, R. M., MURTA, C. G. V., BARBOSA, M. M., TORLONI, M. R., KULAY JUNIOR, L. Dopplervelocimetria do ducto venoso na predição da acidemia fetal. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, São Paulo, v. 51, n. 4, p. 221-227, 2005.
- COSTA, F. S., CUNHA, S. P., BEREZOWSKI, A. T. Avaliação prospectiva do índice de líquido amniótico em gestações normais e complicadas. **Radiol. Bras.**, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 337-341, 2005.
- COSTA, F. S., CUNHA, S. P., REIS, F. J. C., RODRIGUES, J. A., ROCHA, R. S. Óxido nítrico e peptídeo atrial natriurético na predição de complicações da gestação. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, Rio de Janeiro, v.29, n.1, p.41-47, 2007.
- CHARKOUDIAN, N. Skin Blood Flow in Adult Human Thermoregulation: How It Works, When It Does Not, and Why. Review article. **Mayo Clin. Proc.**, New York, v. 78, p. 603-612, 2003.
- DAVISSON, R. L., YUEMING DING, STEC, D. E., CATTERALL, J. F., SIGMUND, C. D. Novel mechanism of hypertension revealed by cell-specific targeting of human angiotensinogen in transgenic mice. **Physiol. Genomics**, Bethesda, n.1, p. 3-9, 1999.

DUSSE, L. M. S.; VIEIRA, L. M.; CARVALHO, M. G. Revisão sobre alterações hemostáticas na doença hipertensiva específica da gravidez (DHEG). **Jornal Bras. de Patologia**, Rio de Janeiro, v.37, n. 4, p. 267-272, 2001.

ESPINOZA J., ROMERO R, NIEN J. K., GOMEZ, R., KUSANOVIC, J. P., GONÇALVES L. F., MEDINA L., EDWIN, S., HASSAN, S., CARSTENS, M., GONZALEZ, R. Identification of patients at risk for early onset and/or severe preeclampsia with the use of uterine artery Doppler velocimetry and placental growth factor. **Am J Obstet Gynecol**, v. 326, n. 4, p. e1-13, 2007.

FAGRELL, B. Advances in microcirculation network evaluation: an update. **Int. J. Microcirc. Clin. Exp.**, Bethesda, v. 15, Supl.1, p.34-40, 1995.

FAUCI, M. A., BREITER, R. CABANSKI, W., FICK, W., KOCH, R., ZIEGLER, J., GUNAPALA, S. D. Medical infrared imaging: differentiating facts from fiction, and the impact of high precision quantum well infrared photodetector camera systems, and other factors, in its reemergence. **Infrared Physics & Technology**, Berlin, v. 42, p. 337-344, 2001.

FRISHMAN, W. H, SCHLOCKER, S. J., KETTI AWAD, NERGESH TEJANI. Pathophysiology and Medical Management of Systemic Hypertension in Pregnancy. **Cardiology in Review**, New York, v.13, n.6, 2005.

GARCIA, S. M. S, GALVÃO, M. T. G., ARAÚJO, E. C., SOUZA, A. M. T. C. Aspectos Socioepidemiológicos e clínicos de portadores de hipertensão arterial. **Rev Enferm. UFPE On Line.**, Recife, v.1, n.2, p.149-56, 2007.

GUYTON, A. C., HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Tradução de Barbara de Alencar Martins et. al. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

HAELTERMAN, E., BREART, G., PARIS-UADO, J., DRAMAIX M., TCHOBROUTSKY, C. Effect of Uncomplicated Chronic Hypertension on the Risk of Small-for-Gestational Age Birth. **American Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 145, n. 8, p. 689-695, 1997.

HIPÓCRATES. **The Book of Prognostics**. Disponível em: <<http://classics.mit.edu/Hippocrates/prognost.html>>. Acesso em: 15 nov. 2009.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, C. **Histologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

KHALIL, R. A., GRANGER, J. P. Vascular mechanisms of increased arterial pressure in preeclampsia: lessons from animal Models. **Am. J. Physiol.: Regulatory Integrative Comp. Physiol.**, Bethesda, v.283, R29-R45 , 2002

KHODABANDEHLOU, T, ZHAO H, VIMEUX M, LE DÉVÉHAT C. The autoregulation of the skin microcirculation in healthy subjects and diabetic patients with and without

vascular complications. **Clin. Hemorheol. Microcirc.** Amsterdam, v.17 n.5, p.357-62, 1997.

KOPYT, N. P. Slowing Progression Along the Renal Disease Continuum. **The Journal of the American Osteopathic Association**, Washington, v.105, n.4, p.207-215, 2005.

LÓPEZ, M. **Semiologia Médica: as bases do diagnóstico clínico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2004.

MACIOCIA, Giovanna. **Os fundamentos da medicina chinesa: um texto abrangente para acupunturistas e fitoterapeutas**. São Paulo: Roca, 1996.

MIYAMOTO, S. SHIMOKAWA, A., TOUNO, A., KUROKAWA, T. NAKANO, H. Characteristics of changes in blood circulation induced by cold stimulation in pre-eclamptic women. **International Journal of Gynecology & Obstetrics**, London, v. 2, n. 27, p. 159-165, Out. 1988.

MIYAMOTO, S. SHIMOKAWA, A., KUROKAWA, T. NAKANO, H. How does pre-eclampsia influence thermal conductivity of the skin? **International Journal of Gynecology & Obstetrics**, London, v. 26, n. 3, p. 361-365, Jun. 1988.

National High Blood pressure Education Program. WORKING GROUP REPORT ON HIGH BLOOD PRESSURE IN PREGNANCY – **National Institutes of Health – USA**. 2000.

PASSOS, V. M. A., ASSIS, T. D., BARRETO, S. M. Hipertensão arterial no Brasil: estimativa de prevalência a partir de estudos de base populacional. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 35-45, abr./jun. 2006.

POTTER, M. C., SCOTT, E. P. **Termodinâmica**. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

SAAB NETO, J. A. Hipertensão Arterial na Gravidez - Avaliação de um protocolo de tratamento. **Dissertação de mestrado**, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SIBAI, B.; DEKKER, G.; KUPFERMINC, M. Pré-eclâmpsia. **Lancet**, London, v. 365, p. 785–799, 2005.

SOULEN, R. L. Angiography, ultrasound, and thermography in the study of peripheral vascular disease. **Radiology**, [s. l.], n.105, p. 115-119, 1972.

SPAANDERMAN, M. E. A., EKHART, T. H. A., VAN EYCK J., CHERIEX, E. C., DE LEEUW, P. W., PEETERS, L. L. H., Latent hemodynamic abnormalities in symptom-free women with a history of preeclampsia. **Am. J. Obstet. Gynecol.**, Dallas, v.182, n.1, p.101-107, 2000 .

STAMM, A. M. N. F., MEINERZ, G., SILVA, J. C. Hipertensão Arterial Sistêmica e Microalbuminúria. **Arq. Bras. Cardiol.**, Rio de Janeiro, v.89, n.6, p.415-420, 2007.

TIMELINE of temperature and pressure measurement technology. 2009. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline\\_of\\_temperature\\_and\\_pressure\\_measurement\\_technology](http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_temperature_and_pressure_measurement_technology)>. Acesso em: 14 out. 2009.

VASCONCELLOS, M. J. A. ALMEIDA, M. V. L., KAHHALE, S., PERAÇOLI, J. C., SASS, N., RAMOS, J. G. **Projeto Diretrizes: Hipertensão na Gravidez**, 2002. Disponível em: <[http://www.projetodiretrizes.org.br/projeto\\_diretrizes/061.pdf](http://www.projetodiretrizes.org.br/projeto_diretrizes/061.pdf)>. Acesso em 10 mar. 2009.

YUYUN, M. F., KAY-TEE KHAW, LUBEN, R., WELCH, A., BINGHAM, S., DAY, N. E., WAREHAM, N. J. Microalbuminuria, cardiovascular risk factors and cardiovascular morbidity in a British population: The EPIC-Norfolk Population-based Study. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, London, v.11, p.207-213, 2004.

ZUSPAN, F. P.; O'SHAUGHNESSY, R; IAMS, J. D. The role of the adrenal gland and sympathetic nervous system in pregnancy. **J. Reprod. Med.**, St. Louis, v. 26, p. 483-489, 1981.

**ANEXOS**

**ANEXO A – APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
 MATERNIDADE-ESCOLA ASSIS CHATEAUBRIAND  
 Rua Coronel Nunes de Melo, S/Nº - Rodolfo Teófilo - C.G.C. 07.206.048/0001-08  
 GERAL: (0XX85) 4009.8500 - Fax: (0XX85) 4009.8521 - E-mail: meac@meac.ufc.br  
 CEP: 60.430-270 - Fortaleza - Ceará - Brasil

OFÍCIO Nº 51/06

Fortaleza, 15 de maio de 2006.

Protocolo nº 16/06

**Pesquisador responsável:** Francisco Eristow Nogueira

**Deptº/Serviço:** Curso de Mestrado do Departamento de Saúde Materno-Infantil da Universidade Federal do Ceará

**Título do Projeto:** “Comparação das temperaturas das mãos entre gestantes com pré-eclâmpsia e gestantes híginas usando termografia infravermelha”

Levamos ao conhecimento de V. Sª. que o Comitê de Ética em Pesquisa da Maternidade Escola Assis Chateaubriand – CEP/MEAC/UFC, dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional da Saúde – Ministério da Saúde, Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996, publicada no Diário Oficial, em 16 de outubro de 1996, aprovou o projeto supracitado, na reunião de 04 de maio de 2006.

O Pesquisador deverá comparecer ao NESAR para a confecção dos crachás, munido desse documento.

Atenciosamente,

Dr. Sérgio Augusto de Tabosa Quesado  
 Coordenador do CEP-MEAC/UFC

Dr. Sérgio Augusto Quesado  
 Coordenador do Comitê  
 de Ética em Pesquisa  
 CEP/MEAC/UFC

Sr. Ilmo.  
 Dr. Francisco Eristow Nogueira  
 Rua República do Líbano, 66/1000  
 Meireles  
 CEP 60.160-140  
 Fortaleza – Ce.

**ANEXO B - DOCUMENTO DE “CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO”  
PARA REALIZAÇÃO DE TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA**

Eu, \_\_\_\_\_ usuária da  
Maternidade Escola Assis Chateaubriand, prontuário número

\_\_\_\_\_,

declaro que o Dr. Francisco Eristow Nogueira, CREMEC 3911, informou-me que tendo em vista o diagnóstico pré-eclâmpsia grave (em minha pessoa ou em pessoa sob a minha responsabilidade), pode ser conveniente e indicada a realização de teletermografia infravermelha, cuja finalidade é somente, apresentação de aulas e/ou trabalhos científicos.

Esclareceu-me que:

1. Minha identidade será preservada.
2. Este termo será confeccionado em duas vias, ficando uma comigo e outra com ele.
3. Este exame vai fazer um mapa das temperaturas do corpo para observar as diferenças entre mulheres grávidas normais e mulheres grávidas com pré-eclâmpsia O resultado deste exame não será usado como orientação do meu tratamento.
4. Trata-se de um exame não invasivo, que não emite radiação.
5. Entendi as explicações que me foram prestadas em linguagem clara e simples esclarecendo-me todas as dúvidas que me ocorreram.
6. Também entendi que a qualquer momento e sem necessidade de dar qualquer explicação poderei desistir deste consentimento que agora dou. Sem nenhum prejuízo à minha pessoa.

Assim, declaro agora que estou satisfeita com as informações recebidas e a finalidade do procedimento.

Por tal razão, e nestas condições CONSENTO que sejam feitos os termogramas propostos.

Reservo-me expressamente o direito de desistência deste consentimento, a qualquer momento, sem que haja qualquer interferência com meu tratamento.

Fortaleza,

Paciente/Responsável

**ANEXO B - DOCUMENTO DE “CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO”  
PARA REALIZAÇÃO DE TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA**

**Desistência**

Desisto do consentimento dado na data de \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ e desejo não realizar os termogramas, e que dou com esta por finalizado.

Fortaleza,

Paciente/Responsável

**ANEXO C – FORMULÁRIO DE DADOS**

<b>FORMULÁRIO DE DADOS NUMERO</b>	
LOCAL DA COLETA DOS DADOS	EMERG( ) AMB( )
DATA	
HORA	
TEMPERATURA LOCAL	
INICIAIS	
PRONTUÁRIO	
IDADE MATERNA	
NÚMERO DE ABORTOS	
NUMERO DE PARTOS	
NUMERO DE GESTAÇÕES	
PESO	kg
ALTURA	cm
IDADE GESTACIONAL	SEMANAS
PRESSAO ARTERIAL SISTOLICA	mmHg
PRESSAO ARTERIAL DIASTOLICA	mmHg
PAM	mmHg
Termogramas números	
T1 - Temperatura 1º quirodátilo – polpa	
T2 - Temperatura 2º quirodátilo – polpa	
T3 - Temperatura 3º quirodátilo – polpa	
T4 - Temperatura 4º quirodátilo – polpa	
T5 - Temperatura 5º quirodátilo – polpa	
Td – Média das temperaturas T1-T2-T3-T4-T5	
Ta - Temperatura máxima no pavilhão auricular	
Tp – Temperatura média da região palmar	
<b>Outras queixas</b>	

**ANEXO D** - Teste de Shapiro-Wilk para verificar normalidade e Teste de Levene para verificar se a variabilidade das variáveis diferem para os grupos de normotensas e hipertensas.

Variável	Grupo	P –Shapiro-Wilk	p-Levene
Média das pressões arteriais	Hipertensa	0,001	0,080
	Normotensa	0,000	
Variação da PAD e PAS	Hipertensa	0,000	0,004
	Normotensa	0,000	
Temperatura do 1º quirodátilo	Hipertensa	0,689	0,001
	Normotensa	0,000	
Temperatura do 2º quirodátilo	Hipertensa	0,903	0,000
	Normotensa	0,001	
Temperatura do 3º quirodátilo	Hipertensa	0,988	0,004
	Normotensa	0,000	
Temperatura do 4º quirodátilo	Hipertensa	0,407	0,018
	Normotensa	0,000	
Temperatura do 5º quirodátilo	Hipertensa	0,339	0,018
	Normotensa	0,000	
Tp – média das polpas digitais dos quirodátiles	Hipertensa	0,901	0,003
	Normotensa	0,000	

**ANEXO E - Coordenadas da curva ROC**

Test Result Variable(s): Tp \_\_ T\_m\_dia\_polpas\_digitais\_dos\_qu

Positive if Greater Than(a)	Sensitivity	1 – Specificity
4,480	1,000	1,000
26,030	1,000	,980
27,230	1,000	,960
28,370	1,000	,940
29,890	1,000	,920
30,950	1,000	,900
31,190	1,000	,880
31,550	,968	,880
31,980	,968	,860
32,330	,968	,840
32,440	,968	,820
32,530	,968	,780
32,650	,968	,760
32,770	,968	,740
32,850	,935	,740
32,910	,935	,720
32,970	,935	,700
33,020	,935	,680
33,100	,935	,660
33,200	,935	,640
33,270	,903	,640
33,330	,903	,620
33,410	,903	,600
33,480	,903	,580
33,630	,871	,580
33,800	,839	,580
33,860	,839	,560
33,930	,839	,540
33,990	,806	,540
34,030	,806	,520
<b>34,090</b>	<b>,806</b>	<b>,500</b>
34,130	,774	,500
34,190	,774	,480
34,280	,742	,480
34,360	,742	,440

Continua

Test Result Variable(s): Tp T\_m dia polpas digitais dos qu

Positive if Greater Than(a)	Sensitivity	1 - Specificity
34,410	,710	,440
34,490	,710	,420
34,610	,677	,420
34,710	,613	,420
34,770	,581	,420
34,830	,581	,400
34,930	,548	,380
34,990	,516	,380
35,040	,516	,360
35,130	,516	,340
35,200	,516	,320
35,220	,516	,300
35,260	,484	,300
35,310	,452	,300
35,330	,452	,280
35,390	,419	,260
35,450	,387	,240
35,470	,355	,240
35,500	,355	,220
35,520	,323	,200
35,540	,290	,200
35,580	,290	,180
35,610	,290	,160
35,630	,290	,140
35,700	,258	,140
35,830	,194	,140
35,940	,194	,120
36,020	,194	,100
36,060	,129	,100
36,080	,129	,100
36,160	,129	,080
36,230	,129	,060
36,270	,097	,060
36,370	,065	,060

Cont.

Test Result Variable(s): Tp T\_m dia polpas digitais dos\_qu

Positive if Greater Than(a)	Sensitivity	1 - Specificity
0 36,50	,032	,060
0 36,64	,032	,040
0 36,78	,032	,020
0 37,31	,032	,000
0 38,78	,000	,000

The test result variable(s): Tp has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. a The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

**ANEXO F - One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Variável Tp
N		81
Normal Parameters (a,b)	Mean	34,168
	Std. Deviation	2,1540
Most Extreme Differences	Absolute	,120
	Positive	,099
	Negative	-,120
Kolmogorov-Smirnov Z		1,076
Asymp. Sig. (2-tailed)		,197

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

**ANEXO G - CUTOFF da variável Tp**

	Frequência	Percentual
Normotensas	30	37,0
Hipertensas	51	63,0
Total	81	100,0