



CATÓLICA

UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | PORTO
Escola Superior de Biotecnologia

**AVALIAÇÃO DAS PERDAS SANGUÍNEAS INTRAOPERATÓRIAS
ATRAVÉS DA ANÁLISE DE COMPRESSAS CIRÚRGICAS**

por

Joana Patrícia Moreira Couto

Novembro, 2014



CATÓLICA
UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | PORTO
Escola Superior de Biotecnologia

**AVALIAÇÃO DAS PERDAS SANGUÍNEAS INTRAOPERATÓRIAS
ATRAVÉS DA ANÁLISE DE COMPRESSAS CIRÚRGICAS**

Tese apresentada à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica

por

Joana Patrícia Moreira Couto

Local: Centro Hospitalar do Porto, E.P.E. – Hospital de Santo António

Orientação: Dr. Humberto Machado

Novembro, 2014

RESUMO

Atualmente, uma das preocupações médicas está relacionada com as perdas sanguíneas em Bloco Operatório. Este facto deve-se à atenção cada vez maior para com o paciente e para com a melhoria dos cuidados de saúde prestados. Já em contexto cirúrgico, tem que ver com a preparação do médico anestesista para que seja dada uma resposta rápida e adequada ao paciente, sendo que esta depende da tipologia e do nível de sangramento da cirurgia.

Uma das cirurgias com maior nível de sangramento em Ortopedia trata-se da cirurgia de escoliose idiopática. Este é o motivo do presente trabalho, devido ao facto de ser uma cirurgia muito comum, ser bastante invasiva e por ser realizada em crianças e adolescentes. Nestes casos há uma preocupação acrescida, pelo que o conhecimento das perdas sanguíneas seria uma grande ajuda na prevenção e preparação destes casos.

No sentido de dar resposta às preocupações emergentes em contexto hospitalar, nomeadamente às demonstradas pelo Serviço de Anestesiologia do Centro Hospitalar do Porto, E.P.E. – Hospital de Santo António, este trabalho foca-se na procura de um método prático, fiável e reproduzível de determinação de perdas sanguíneas que possa ser utilizado no Bloco Operatório. Para isso, foram comparadas três metodologias diferentes de recolha de dados: (1) método empírico; (2) método gravimétrico; (3) método espectrofotométrico. Estas metodologias foram aplicadas em dois tipos de compressas, de acordo com a sua utilização durante a cirurgia: compressas de gaze e compressas de contraste.

Através da comparação das três metodologias utilizadas foi possível obter um modelo de previsão para as três variáveis em estudo, Peso de Sangue Aproximado, VisNIR e Opinião da enfermeira instrumentista, baseado no modelo de regressão quadrática. Apesar de ter ficado aquém das expectativas, os erros médios associados a este modelo não foram muito elevados, o que pode indicar que possivelmente com um número mais elevado de dados os resultados poderão melhorar e os erros médios associados poderão diminuir. Foi também possível estimar um valor médio para o volume de sangue perdido por cirurgia.

ABSTRACT

Currently, one of the medical concerns is related to blood loss in the operating theater. This is due to the increasing attention to the patient and to the improvement of health care provided. Already in the surgical setting, it has to do with the preparation of the anesthetist to be given a fast and appropriate response to the patient, and this depends on the surgery type and the type of surgery bleeding.

One of the surgeries with higher bleeding in Orthopedics comes from surgery for idiopathic scoliosis. This is the motive of the present work, due to being a very common surgery, quite invasive and to be performed in children and adolescents. In such cases there is a greater concern, so knowledge of blood loss would be a great help in preventing and preparation of these cases.

In order to respond to emerging concerns in the hospital setting, particularly to those shown by the Anesthesiology Service of the Porto Hospital Center, E.P.E. - Hospital de Santo António, this work focuses on the search for a practical, reliable and reproducible method for determining blood loss that can be used in the Operating Room. For this purpose, three different methods of data collection were compared: (1) empirical method; (2) gravimetric method; (3) spectrophotometric method. These approaches were applied to two types of swabs, according to their use during surgery: gauze and contrast.

By comparing the three methodologies was possible to obtain a prediction model for the three variables under study, Blood Approximate Weight, VisNIR and instrumentalist nurse Opinion, based on the polynomial model. Despite having fallen short of expectations, the average error associated with this model were not very high, which may possibly indicate that a higher number of data could improve the results and average errors associated may decrease. It was also possible to estimate an average value of the volume of blood lost through surgery.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao Dr. Humberto Machado do Centro Hospitalar do Porto, E.P.E. – Hospital de Santo António, orientador desta tese de Mestrado, pela ajuda na escolha do tema e, mais importante, por toda a motivação e acompanhamento científico que me foi transmitido. Agradeço a análise crítica que sempre foi fazendo, o tempo que passou a ouvir as minhas dúvidas e a ajuda que disponibilizou. Foi muito motivador e frutífero trabalhar com alguém de uma área tão distinta da Engenharia, mas tão humana como é a Medicina. Para agradecer a oportunidade que me foi dada de estagiar numa instituição como o Centro Hospitalar do Porto e participar na sua ação de desenvolver algo útil para a comunidade hospitalar, serão sempre poucas as palavras.

Agradeço também ao Prof. Doutor João Paulo Ferreira, da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa, coorientador desta tese, pela disponibilidade em ajudar e acompanhar o trabalho que fui desenvolvendo. Agradeço igualmente ao Prof. Doutor António César Ferreira, também coorientador da mesma instituição, pelo equipamento gentilmente disponibilizado, bem como pelo apoio e conselhos cedidos e pelos desafios lançados.

À Prof. Doutora Catarina S. Nunes, do Centro de Investigação Clínica em Anestesiologia do Centro Hospitalar do Porto E.P.E., por toda a ajuda, disponibilidade e paciência dispensadas na análise dos resultados e na recta final deste trabalho. À Eng.^a Sílvia Moutinho por toda a ajuda inicial na escolha de um tema e pela disponibilidade demonstrada na procura e calibração dos equipamentos a serem utilizados. Muito obrigada por toda a motivação.

À Dra. Paula Sá e a toda a equipa de médicos anestesistas e cirurgiões, enfermeiros e auxiliares por todo o apoio que me foi prestado durante todo o processo de recolha de dados no Bloco Operatório de Ortopedia. Foram incansáveis!

Aos meus amigos, por estarem sempre presentes e por tantas vezes me terem animado ao longo de tantos meses de trabalho. Agradeço especialmente à Carla, à Catarina e à Élia que, mesmo não sendo da área da Engenharia Biomédica, contribuíram bastante para a concretização deste trabalho.

Ao David, com quem partilhei todos estes meses de trabalho e preocupações, com quem discuti o rumo desta tese e que me acompanhou, apoiou e motivou em todos os momentos.

Por fim, e tão ou mais importante, aos meus pais, à minha irmã e restante família que sempre me apoiaram e motivaram e para quem sei ser um orgulho atingir esta nova etapa. Um agradecimento especial à minha avó que tornou tudo isto possível. Muito obrigada.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	III
ABSTRACT	V
AGRADECIMENTOS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE TABELAS	XIX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Fundamentos Anatômicos	1
1.1.1. Anatomia da Coluna Vertebral	2
1.2. Fundamentos sobre Escoliose	8
1.2.1. Sinais, Sintomas e Causas	9
1.2.2. Tipos de Escoliose	10
1.2.3. Avaliação e Diagnóstico	11
1.2.4. Tratamento da Escoliose	12
1.2.4.1. Tratamento Cirúrgico e Riscos Associados	13
1.3. Perdas Sanguíneas	17
1.3.1. Métodos de Estimativa de Perdas Sanguíneas	19
1.4. Perdas Sanguíneas e Ácido Tranexâmico	21
2. OBJETIVOS	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. Método Empírico	25
3.2. Método Gravimétrico	26
3.3. Método Espectrofotométrico	26
3.4. Análise dos Dados	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Normalização dos Dados Originais	29

4.2. Tratamento e Análise dos Dados	30
4.2.1. Correlação entre o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR	30
4.2.2. Correlação entre o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião	33
4.2.3. Correlação entre o VisNIR e a Opinião	36
4.3. Comparação dos Dados recolhidos nas duas últimas Cirurgias com o Modelo de Previsão obtido	40
4.3.1. Resultados para a Correlação entre o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR	40
4.3.2. Resultados para a Correlação entre o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião	41
4.3.3. Resultados para a Correlação entre o VisNIR e a Opinião	43
4.4. Volume de Sangue Perdido	45
5. CONCLUSÕES	47
6. TRABALHO FUTURO	49
BIBLIOGRAFIA	51
APÊNDICES	A
Apêndice A – Tratamento e Análise dos Dados Originais	A.1
A.1. Correlação entre o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR	A.2
A.2. Correlação entre o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião	A.6
A.3. Correlação entre o VisNIR e a Opinião	A.11
Apêndice B – Tabelas relativas ao Tratamento e Análise dos Dados após remoção dos Pontos Discrepantes	A.15
B.1. Correlação entre o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR	A.16
B.2. Correlação entre o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião	A.17
B.3. Correlação entre o VisNIR e a Opinião	A.19
ANEXOS	B
Anexo A – Certificado de Calibração	B.1

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1 – Coluna vertebral. a) Vista anterior; b) Vista posterior; c) Vista esquerda.	3
Figura 1.2 – Representação das características estruturais de uma vértebra, tendo como exemplo a 5ª vértebra torácica. Vista superior.	4
Figura 1.3 - Primeira vértebra cervical, Atlas. a) Vista superior; b) Vista inferior.	5
Figura 1.4 - Segunda vértebra cervical, Áxis. a) Vista anterior; b) Vista pósterosuperior.	5
Figura 1.5 – Representação de uma vértebra torácica. Vista superior.	6
Figura 1.6 – Representação de uma vértebra lombar. Vista superior.	6
Figura 1.7 – Sacro. a) Vista posterior; b) Vista ântero-inferior.	7
Figura 1.8 – Cóccix. a) Vista ântero-superior; b) Vista pósteroinferior.	8
Figura 1.9 – Comparação entre uma coluna com uma curvatura normal e uma coluna escoliótica.	9
Figura 1.10 – Detalhe da instrumentação utilizada, por forma a endireitar a curvatura da coluna vertebral numa cirurgia de escoliose.	14
Figura 4.1 – Histogramas obtidos para ambas as variáveis normalizadas, com a respetiva distribuição normal e pontos discrepantes identificados: a) Peso de Sangue Aproximado; b) VisNIR.	29
Figura 4.2 – Representação da regressão linear, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR.	31
Figura 4.3 – Representação da regressão quadrática, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR.	33
Figura 4.4 – Representação da regressão linear, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião.	34

Figura 4.5 – Representação da regressão quadrática, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião.	36
Figura 4.6 – Representação da regressão linear, para as variáveis VisNIR e Opinião.	37
Figura 4.7 – Representação da regressão quadrática, para as variáveis VisNIR e Opinião.	39
Figura 4.8 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR, para a cirurgia de 29 de abril.	40
Figura 4.9 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR, para a cirurgia de 23 de maio.	41
Figura 4.10 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião, para a cirurgia de 29 de abril.	42
Figura 4.11 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião, para a cirurgia de 23 de maio.	42
Figura 4.12 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis VisNIR e Opinião, para a cirurgia de 29 de abril.	43
Figura 4.13 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis VisNIR e Opinião, para a cirurgia de 23 de maio.	43
Figura A.1 – Representação da regressão linear, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR.	A.4
Figura A.2 - Representação da regressão quadrática, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR.	A.6
Figura A.3 - Representação da regressão linear, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião.	A.8
Figura A.4 - Representação da regressão quadrática, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião.	A.10
Figura A.5 - Representação da regressão linear, para as variáveis VisNIR e Opinião.	A.12
Figura A.6 - Representação da regressão quadrática, para as variáveis VisNIR e Opinião.	A.14

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 4.1 – Estatística descritiva das variáveis em análise.	30
Tabela 4.2 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	31
Tabela 4.3 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	32
Tabela 4.4 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	33
Tabela 4.5 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	35
Tabela 4.6 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.	36
Tabela 4.7 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.	38
Tabela 4.8 – Quadro-resumo dos resultados obtidos através da regressão quadrática, para as variáveis em estudo.	44
Tabela A.1 – Estatística descritiva das variáveis em análise, para os dados originais.	A.2
Tabela A.2 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.2
Tabela A.3 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.3
Tabela A.4 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.3
Tabela A.5 - Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.4

Tabela A.6 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.5
Tabela A.7 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.5
Tabela A.8 - Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.7
Tabela A.9 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.7
Tabela A.10 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.8
Tabela A.11 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.9
Tabela A.12 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.9
Tabela A.13 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.9
Tabela A.14 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.	A.11
Tabela A.15 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.	A.11
Tabela A.16 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.	A.12
Tabela A.17 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.	A.13
Tabela A.18 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.	A.13
Tabela A.19 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.	A.14

Tabela B.1 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.16
Tabela B.2 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.16
Tabela B.3 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.17
Tabela B.4 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.	A.17
Tabela B.5 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.17
Tabela B.6 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.18
Tabela B.7 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.18
Tabela B.8 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.	A.18
Tabela B.9 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.	A.19
Tabela B.10 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.	A.19
Tabela B.11 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.	A.19
Tabela B.12 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.	A.20

1. INTRODUÇÃO

As perdas sanguíneas são, atualmente, uma fonte de preocupação em contexto clínico. Isto porque o médico anestesista tem que estar preparado para conseguir dar uma resposta adequada ao paciente, dependendo esta da tipologia de cirurgia e do nível de sangramento da mesma. Neste sentido, este trabalho foca-se na cirurgia de escoliose idiopática, visto ser uma cirurgia com elevado nível de sangramento e, especialmente, por se tratar de pacientes pediátricos.

Para além disto, poucos estudos foram ainda realizados, sendo que ainda não se conseguiu obter resposta relativamente à melhor e mais prática metodologia a aplicar na quantificação das perdas sanguíneas. Neste sentido, este estudo pretende contribuir de alguma forma para uma optimização do tratamento e resposta aos pacientes submetidos a cirurgia, não só de escoliose, mas em todas as cirurgias que justifiquem este tipo de aplicação.

1.1. FUNDAMENTOS ANATÓMICOS

O estudo da anatomia e fisiologia humanas implica a aprendizagem de diversos termos técnicos. Assim, a posição anatómica consiste em estar de pé e direito, com a face orientada para a frente, os membros superiores ao longo do corpo e as faces palmares das mãos orientadas para a frente. A direita e a esquerda mantêm-se como termos descritivos, sendo que “em cima” e “em baixo” são substituídos por superior e inferior, e “à frente” e “atrás” substituídos por “anterior” e “posterior”, respectivamente (Seeley e Stephens, 2003).

De seguida são apresentados alguns conceitos base referentes ao osso, à sua estrutura e características. Desta forma, o osso ou tecido ósseo, é um tecido conjuntivo duro constituído por células vivas e uma matriz mineralizada. A matriz óssea possui uma parte orgânica e uma inorgânica. A parte orgânica é constituída por fibras proteicas, principalmente colagénio, e outras moléculas orgânicas. A parte inorgânica é constituída por cristais de fosfato de cálcio, denominados hidroxiapatite. A resistência e rigidez da matriz mineralizada permite aos ossos suportar e proteger outros tecidos e órgãos do corpo. As células do tecido ósseo situam-se em cavidades da matriz, denominadas lacunas. Existem dois tipos de osso:

- O osso esponjoso, que possui espaços entre as trabéculas ósseas, apresentando uma textura semelhante à de uma esponja.
- O osso compacto, que é mais sólido, não tendo quase espaços entre as camadas muito finas, ou lamelas, de osso (Seeley e Stephens, 2003).

O sistema esquelético, sendo a base de toda a estrutura do corpo humano, tem como principais funções: (1) Suporte. O osso, rígido e forte, está bem adaptado para suportar pesos e é o principal tecido de suporte do organismo. (2) Proteção. O osso é resistente e protege os órgãos que envolve. (3) Movimento. Os músculos esqueléticos inserem-se nos ossos através de tendões. A contração dos músculos esqueléticos faz mover os ossos, dando origem aos movimentos do corpo. (4) Armazenamento. Alguns minerais presentes no sangue (principalmente cálcio e fósforo) são captados pelos ossos, onde são armazenados. Se o nível destes minerais diminuir, são libertados dos ossos para o sangue. (5) Produção de células sanguíneas. Muitos ossos contêm cavidades cujo interior está preenchido por medula óssea, que dá origem a células sanguíneas e plaquetas (Seeley e Stephens, 2003).

1.1.1. ANATOMIA DA COLUNA VERTEBRAL

A coluna vertebral (figura 1.1) é constituída por 26 ossos, que se podem dividir em cinco regiões: cervical (constituída por sete vértebras), torácica (doze vértebras), lombar (cinco vértebras), sacro e cóccix.

Os discos intervertebrais são constituídos por fibrocartilagem e localizados entre os corpos de vértebras adjacentes, proporcionando um suporte adicional e evitando que haja atrito entre os corpos vertebrais. Estes são formados por um anel fibroso exterior, periférico, e por um núcleo interior pulposo (Seeley e Stephens, 2003).

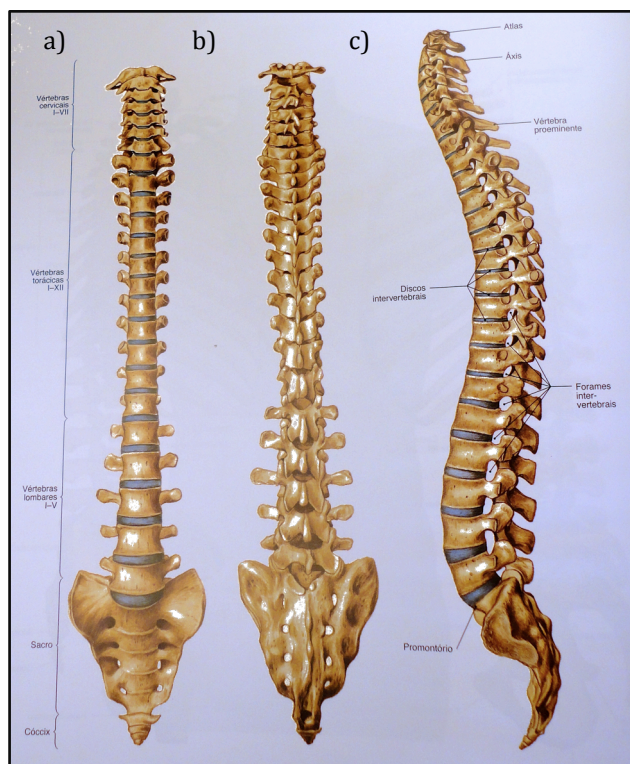


Figura 1.1 – Coluna vertebral. a) Vista anterior; b) Vista posterior; c) Vista esquerda (Putz e Pabst, 2006).

A coluna vertebral desempenha cinco funções principais: (1) suporta o peso da cabeça e do tronco; (2) protege a medula espinal; (3) permite aos nervos raquidianos abandonar a medula espinal; (4) proporciona um local de inserção muscular; (5) permite o movimento da cabeça e do tronco.

Cada vértebra (figura 1.2) é constituída por um corpo, um arco e diversas apófises. A região da vértebra que suporta o peso é um cilindro ósseo, denominado corpo. O arco vertebral projeta-se posteriormente a partir do corpo, podendo dividir-se em duas metades, direita e esquerda, sendo que cada uma tem duas partes: o pedículo, que está unido ao corpo, e a lâmina que se reúne com a lâmina da outra metade. O arco vertebral e a superfície posterior do corpo rodeiam uma ampla abertura, designada buraco vertebral. Os buracos vertebrais das vértebras adjacentes associam-se para formar o canal vertebral, que contém a medula espinal. A apófise transversa projeta-se lateralmente de cada lado do arco, implantada entre a lâmina e o pedículo, e existe uma apófise espinhosa única, implantada no ponto de junção entre as duas lâminas. Grande parte dos movimentos da coluna vertebral é assegurada pela contração dos músculos esqueléticos que se inserem nas apófises transversas e espinhosas. O movimento e suporte adicional da coluna vertebral torna-se possível através das apófises articulares. Cada

vértebra tem, de ambos os lados, uma apófise articular superior e uma inferior, articulando-se a apófise superior de uma vértebra com a inferior da vértebra imediatamente acima. A sobreposição destas apófises faz com que haja um aumento da resistência da coluna vertebral. Na região de sobreposição e articulação entre as apófises articulares superior e inferior cria-se em cada apófise articular uma pequena superfície articular lisa, que se designa por faceta articular (Seeley e Stephens, 2003).

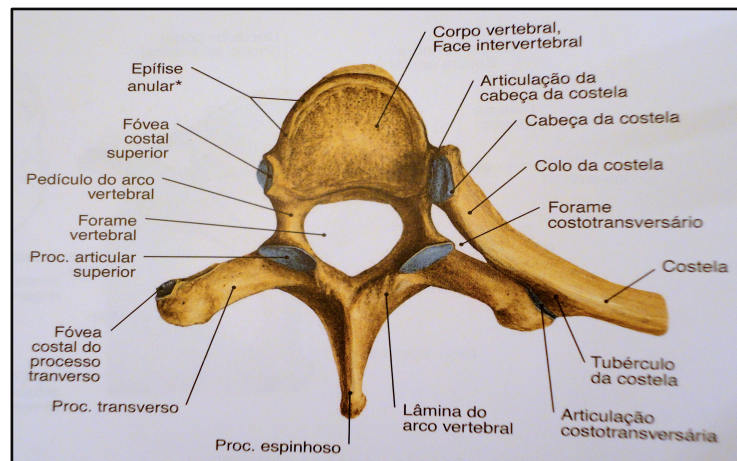


Figura 1.2 – Representação das características estruturais de uma vértebra, tendo como exemplo a 5ª vértebra torácica. Vista superior (Putz e Pabst, 2006).

As vértebras de cada região da coluna vertebral têm características específicas que tendem a esbater-se nas fronteiras entre regiões. De seguida, serão apresentadas as particularidades de cada região vertebral.

As vértebras cervicais têm corpos muito pequenos, apófises espinhosas parcialmente bífidas e em cada apófise transversa existe um buraco transversário pelo qual as artérias vertebrais se dirigem para a cabeça. Apenas este tipo de vértebras possui este buraco transversário. A primeira vértebra cervical denomina-se atlas e caracteriza-se por não possuir corpo nem apófise espinhosa (figura 1.3). No entanto, possui grandes facetas articulares superiores onde se une com os côndilos occipitais na base do crânio. A segunda vértebra cervical designa-se por eixo, tendo na parte superior do seu pequeno corpo uma apófise altamente modificada, a apófise odontóide ou dente do eixo (figura 1.4). Esta adapta-se ao contorno do buraco vertebral alargado do atlas, o qual roda em torno desta apófise. A apófise

espinhosa da sétima vértebra cervical não é bífida e é bastante pronunciada (Seeley e Stephens, 2003).

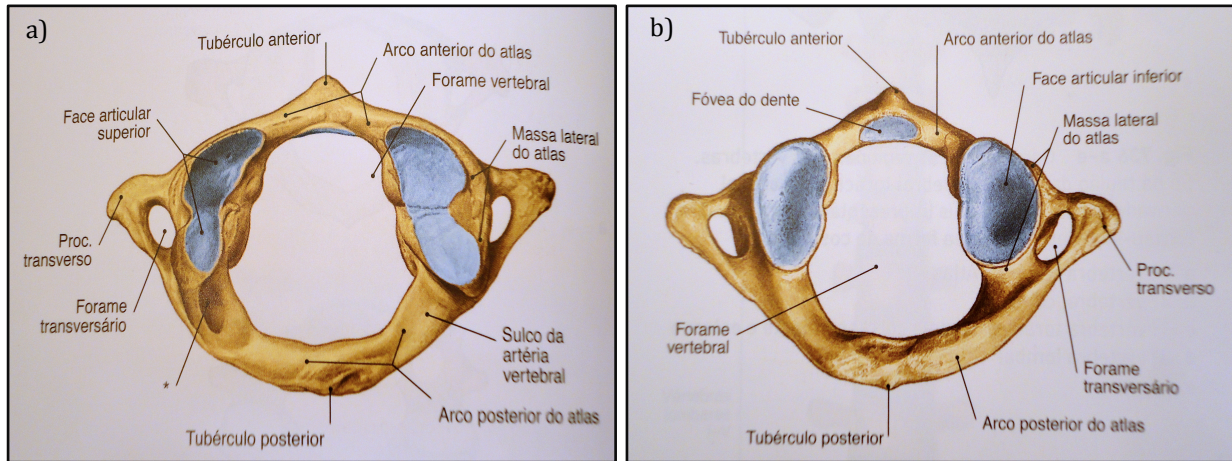


Figura 1.3 - Primeira vértebra cervical, Atlas. a) Vista superior; b) Vista inferior (Putz e Pabst, 2006).

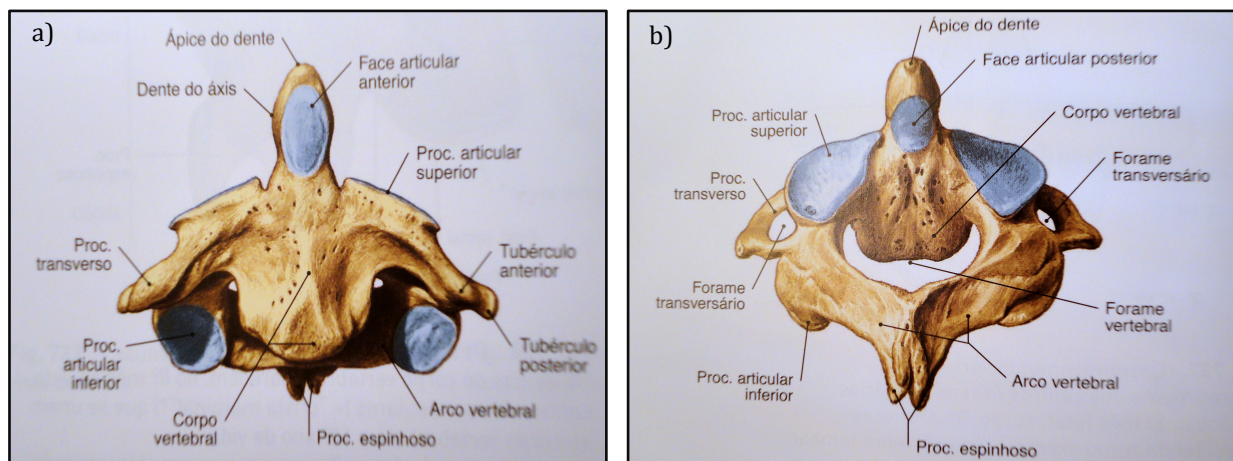


Figura 1.4 - Segunda vértebra cervical, Áxis. a) Vista anterior; b) Vista póstero-superior (Putz e Pabst, 2006).

As vértebras torácicas ou dorsais (figura 1.5) têm apófises espinhosas longas e finas e apófises transversas relativamente compridas. As primeiras 10 vértebras torácicas têm nas suas apófises transversas facetas articulares pelas quais se articulam com as tuberosidades das costelas. Há ainda nos bordos superior e inferior do corpo facetas adicionais onde se articulam as cabeças das costelas. A cabeça da maioria das costelas articula-se com a faceta

articular inferior de uma vértebra e com a faceta articular superior para a cabeça da costela da vértebra imediatamente abaixo (Seeley e Stephens, 2003).

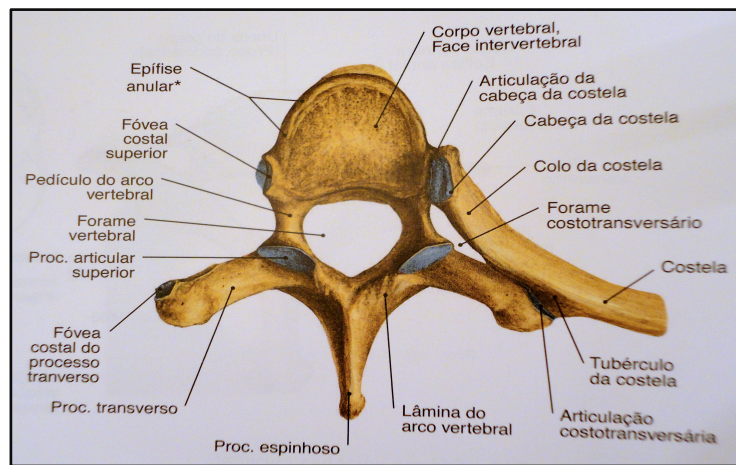


Figura 1.5 – Representação de uma vértebra torácica. Vista superior (Putz e Pabst, 2006).

As vértebras lombares (figura 1.6) têm corpos largos e espessos e apófises transversas e espinhosas fortes e rectangulares. Quando a superfície articular superior de uma vértebra lombar se articula com a superfície articular inferior de outra vértebra lombar tomam uma disposição que aumenta a resistência mecânica da parte inferior da coluna vertebral e limita a rotação das vértebras lombares (Seeley e Stephens, 2003).

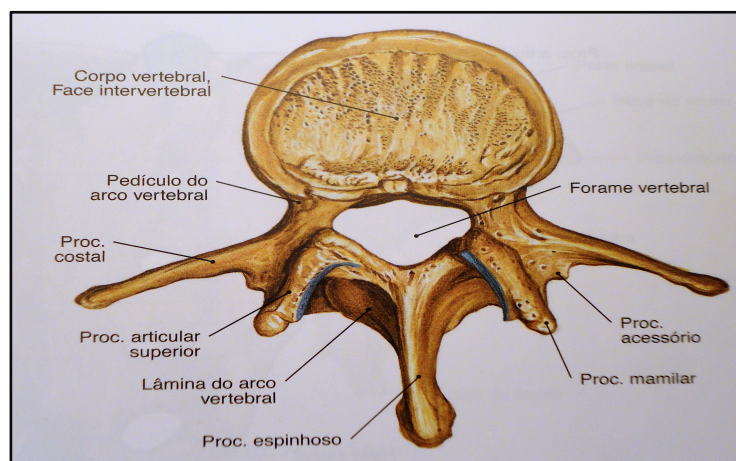


Figura 1.6 – Representação de uma vértebra lombar. Vista superior (Putz e Pabst, 2006).

As vértebras sagradas (figura 1.7) são altamente modificadas, em comparação com as outras. Estas cinco vértebras estão fundidas num único osso, denominado sacro. As apófises transversas destas vértebras fundem-se para formar as asas do sacro, que reúnem o sacro dos ossos pélvicos. As apófises espinhosas das primeiras quatro vértebras sagradas fundem-se parcialmente para formar saliências, localizadas na face posterior do sacro, cujo conjunto se designa por crista sagrada. A apófise espinhosa da quinta vértebra não se forma, deixando um hiato sagrado na extremidade inferior do sacro, local frequentemente adotado para a administração de anestésicos. Os buracos de conjugação, buracos sagrados, dividem-se em posteriores e anteriores, dispostos de cada lado da linha mediana. O bordo anterior do corpo da primeira vértebra sagrada faz saliência para formar o promontório sagrado, ponto de referência que separa a cavidade abdominal da cavidade pélvica (Seeley e Stephens, 2003).

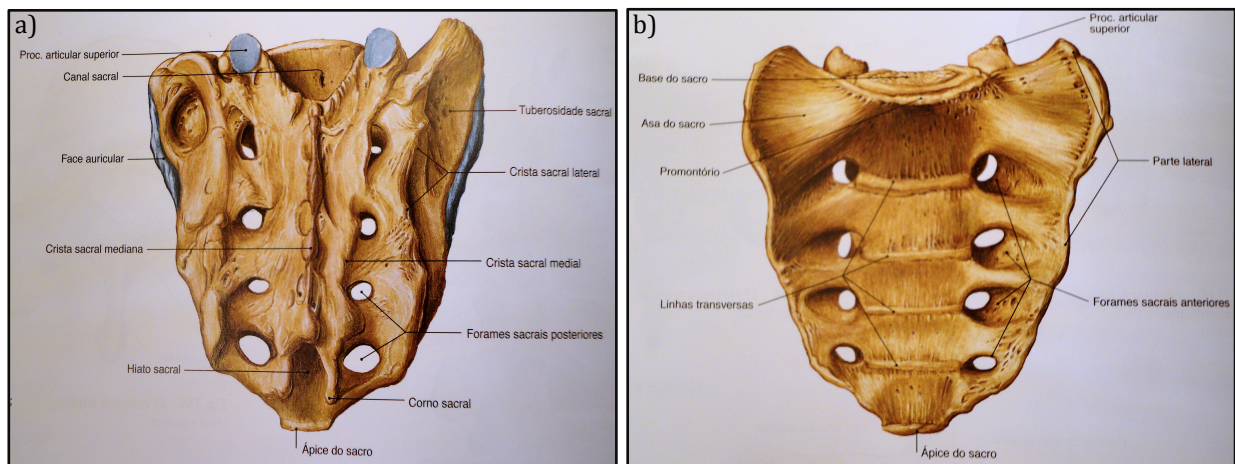


Figura 1.7 – Sacro. a) Vista posterior; b) Vista ântero-inferior (Putz e Pabst, 2006).

O cóccix (figura 1.8) é a porção mais inferior da coluna vertebral e consiste em três a cinco vértebras, mais ou menos fundidas, que formam um triângulo, com o vértice orientado inferiormente. As vértebras coccígeas são de tamanho muito reduzido, em comparação com as restantes vértebras, e não possuem buracos vertebrais nem apófises bem desenvolvidas (Seeley e Stephens, 2003).

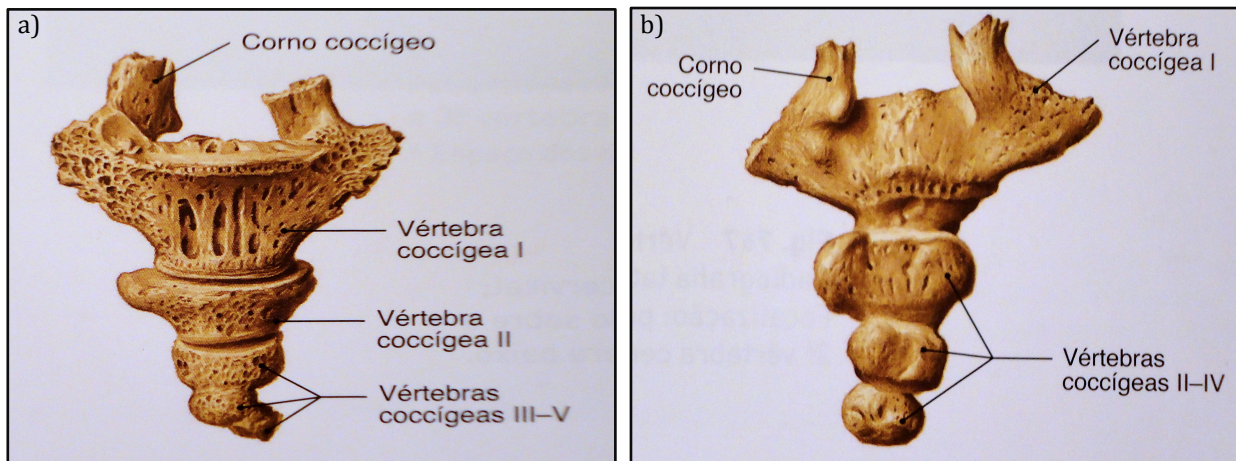


Figura 1.8 – Cóccix. a) Vista ântero-superior; b) Vista póstero-inferior (Putz e Pabst, 2006).

1.2. FUNDAMENTOS SOBRE ESCOLIOSE

A palavra escoliose foi usada pela primeira vez por Galeno (131-201d.C.) e deriva do grego, que significa “torto”. É uma das deformidades da coluna mais comuns e define-se como uma curvatura no plano frontal, isto é, um desvio lateral da coluna em relação a uma linha vertical, com um ângulo superior a 10° (Alegrete, 2012).

A escoliose é, então, caracterizada por uma curvatura lateral da coluna vertebral que ocorre mais frequentemente durante o rápido crescimento pouco antes da puberdade. Esta patologia pode ser causada por condições como distrofia muscular e paralisia cerebral, sendo que a sua principal causa é desconhecida. A maioria dos casos de escoliose são leves, mas algumas crianças desenvolvem deformidades da coluna vertebral que continuam a agravar à medida do seu crescimento. Este tipo de deformação pode ser bastante incapacitante, na medida em que uma curvatura da coluna vertebral, especialmente grave, pode reduzir a quantidade de espaço dentro da caixa torácica, tornando-se difícil para os pulmões a funcionar corretamente (Mayo Clinic, 2013).

1.2.1. SINAIS, SINTOMAS E CAUSAS

A escoliose é caracterizada por uma curvatura anormal da coluna vertebral (figura 1.9). Esta pode ter uma de três formas: a coluna vertebral curva unicamente para a esquerda, apresentando a forma da letra C; a coluna vertebral curva unicamente para a direita, apresentando a forma contrária da letra C; a coluna vertebral apresenta duas curvas, com a forma da letra S (Ullrich, 2012).



Figura 1.9 – Comparação entre uma coluna com uma curvatura normal e uma coluna escoliótica (Saúde Medicina).

Os sinais e sintomas da escoliose podem incluir: ombros irregulares; um ombro ser mais proeminente que o outro; uma omoplata ser mais proeminente que a outra; um dos lados da caixa torácica ser maior que o outro; cintura desigual; ter um quadril maior que o outro; o corpo inclinar-se para um dos lados (Ullrich, 2012). No caso de um agravamento de uma curvatura de escoliose, a coluna vertebral também irá rodar ou torcer, o que faz com que as costelas de um dos lados do corpo se destaquem mais do que do outro lado, podendo causar dor e dificuldade em respirar (Mayo Clinic, 2013).

A origem desta patologia pode ser bastante diversa, como referido anteriormente. O aumento da prevalência em indivíduos da mesma família suporta a teoria de uma relevante contribuição genética para a sua origem, tendo sido já identificadas alterações nos cromossomas 17 e 19. No entanto, o padrão de hereditariedade não é ainda conhecido. Outras teorias para a sua gênese foram propostas (anomalias na síntese do colagénio, erro na determinação do crescimento vertebral, alteração no sistema nervoso central) mas ainda

nenhuma foi definitivamente estabelecida (Alegrete, 2012). Tipos menos comuns de escoliose podem ser causados por condições neuromusculares, como a distrofia muscular ou paralisia cerebral, defeitos congénitos que afectam o desenvolvimento dos ossos da coluna vertebral ou lesões ou infecções da coluna vertebral (Mayo Clinic, 2013).

1.2.2. TIPOS DE ESCOLIOSE

Apesar de ser comumente vista como uma deformidade na curvatura da coluna vertebral, existem diversos tipos de escoliose, de acordo com a sua origem.

A Escoliose Idiopática do Adolescente (EIA) representa cerca de 80 a 85% de todas as escolioses e é, de todas, a mais frequente, com uma prevalência global de cerca de 1 a 3%. Define-se como o surgimento de novo de uma curvatura lateral da coluna, com ângulo de Cobb¹ superior a 10° num jovem sem outra patologia reconhecida (Alegrete, 2012).

A escoliose congénita é causada por deformidades inatas da coluna vertebral, que podem resultar na ausência ou fusão de vértebras. Esta condição geralmente torna-se evidente aos 2 anos de idade ou em crianças com idades entre 8-13 anos, devido ao facto de a coluna começar a crescer mais rapidamente, colocando uma pressão adicional sobre as vértebras com deformidade. É essencial diagnosticar e monitorizar estas curvaturas o mais cedo possível, uma vez que podem progredir rapidamente. O tratamento cirúrgico precoce, antes dos 5 anos, pode ser importante em muitos dos pacientes, para evitar complicações graves (Simon, 2012).

A escoliose neuromuscular pode resultar de diversas causas, incluindo: lesão medular traumática, distúrbios neurológicos ou musculares, paralisia cerebral, lesão cerebral traumática, poliomielite, distrofia muscular espinal, traumatismos da medula, miopatias (lesões musculares), entre outras. Estes pacientes têm, frequentemente, complicações significativas, incluindo problemas pulmonares e dor significativa (Simon, 2012).

Existe, ainda, a escoliose em adultos, que pode ter origem em dois aspectos principais: progressão de escoliose infantil ou escoliose lombar degenerativa. Esta última é uma condição

¹ O ângulo de Cobb é uma medida do grau da curvatura da coluna vertebral, comumente referido como escoliose. Esta medição é feita através da primeira vértebra mais afetada encontrada na curvatura, denominada vértebra apical. Esta é a que possui a maior rotação e deslocamento do seu alinhamento ideal (Asher, 2014).

que se desenvolve tipicamente após os 50 anos, em que a parte inferior da coluna é afetada, geralmente devido à degeneração do disco. A osteoporose, apesar de não ser um fator de risco para novos casos de escoliose, pode ser um fator contribuinte. No entanto, na maioria dos casos, não é conhecida uma explicação para a sua ocorrência em adultos (Simon, 2012).

1.2.3. AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO

A avaliação de um paciente com escoliose tem como objectivos tentar identificar a causa, avaliar a dimensão da curva e o risco de progressão, no sentido de estabelecer um plano de tratamento. A maior precocidade no aparecimento de escoliose deve orientar o médico para uma busca exaustiva de causas para a escoliose, uma vez que cerca de 90% das escolioses idiopáticas aparecem depois dos dez anos de idade. Da mesma forma, uma progressão mais rápida sugere uma origem não idiopática. Para além disso, a existência de dor deve também ser valorizada, pois a escoliose idiopática é indolor, da mesma forma que qualquer sintoma sugestivo de doença neurológica (alteração de sensibilidade, cefaleias, descoordenação motora, desequilíbrio) deve orientar o estudo para possíveis causas neurológicas de escoliose. Outro aspecto fundamental na história clínica do paciente com escoliose é a avaliação do crescimento recente e o aparecimento de alterações (como o início do período menstrual) que indiquem a fase de crescimento em que o doente se encontra (Alegrete, 2012).

O exame objectivo deve ser orientado para determinar uma vez mais os aspectos que podem sugerir a etiologia da doença, bem como o seu potencial de agravamento. A avaliação da forma do tronco e do seu equilíbrio são o primeiro aspecto do exame. O registo da altura do doente é importante para estimar a velocidade de crescimento e a avaliação dos caracteres sexuais secundários permite perceber qual o potencial de crescimento remanescente e, conseqüentemente, o risco de progressão em cada momento. O exame neurológico completo, com avaliação do equilíbrio, da sensibilidade, dos reflexos e da força é obrigatório para despistar doenças neurológicas que muitas vezes passam despercebidas, e para as quais a escoliose é o primeiro sinal (Alegrete, 2012). Para além dos exames físicos, a confirmação do diagnóstico deve ser feita através da realização de uma radiografia, que serve para avaliar a magnitude, localização e tipo de curva, podendo elucidar sobre a origem da deformidade. É ainda o melhor método para fazer o seguimento das curvas durante o período de crescimento. No entanto, exames como a ressonância magnética nuclear podem ser pedidos subsequentemente, e devem realizar-se sempre que surge dor, alguma alteração no exame

nerológico, aparecimento antes dos dez anos de idade ou algum sinal radiográfico sugestivo de patologia medular (Alegrete, 2012). Tal como a ressonância magnética nuclear, a tomografia computadorizada (tomografia que combina raios-X tirados de diversas direções para produzir imagens mais detalhadas do que as radiografias simples) e a cintilografia óssea (o *scan* do osso envolve a injeção de um material radioativo, que circula para as partes dos ossos que estão feridas ou em processo de cura) podem ser utilizadas como meios complementares de diagnóstico, posteriormente à radiografia (Mayo Clinic, 2013).

A evolução de uma escoliose é muito variável, dependendo da sua origem. No caso da EIA, existem duas possibilidades: estabilização ou progressão. Estão identificados alguns factores que sugerem maior risco de agravamento da curva, nomeadamente: i) o género feminino, sendo que o risco de progressão é cerca de oito vezes superior ao do sexo masculino; ii) a magnitude da curva no momento do diagnóstico, o padrão da curva (as curvas torácicas e as curvas duplas têm maior risco de agravamento); iii) a maturidade sexual e óssea, visto que quanto maior a maturidade, menor o risco de progressão. Posteriormente ao final do crescimento, as escolioses mais graves, ou seja, com ângulos de Cobb superiores a 50° poderão continuar a progredir enquanto as que têm valores inferiores a 30°, por regra, mantêm-se estáveis (Alegrete, 2012).

1.2.4. TRATAMENTO DA ESCOLIOSE

Após o correto diagnóstico da escoliose, existem diversos tratamentos possíveis, sendo que há que analisar qual o mais adequado a cada situação.

Relativamente ao tratamento da EIA, este baseia-se na utilização de ortóteses (coletes) ou cirurgia. No entanto, existem alguns factores a serem considerados:

- Sexo: as meninas têm um risco muito maior de progressão do que os rapazes;
- A gravidade da curva: curvas maiores têm maior probabilidade de se agravar com o tempo;
- Padrão da curva: curvas duplas, também conhecidas como curvas em forma de S, tendem a agravar-se mais frequentemente do que as curvas em forma de C;

- Localização da curva: curvas localizados na região torácica têm tendência a agravar mais frequentemente do que as curvas nas regiões superior e inferior da coluna;
- Maturidade: no caso dos ossos de uma criança pararem de crescer, o risco de progressão da curva é baixo. Por isso, os aparelhos têm maior efeito em crianças cujos ossos ainda estão em crescimento (Mayo Clinic, 2013).

O tratamento com recurso ao colete pretende evitar ou reduzir a progressão da curvatura escoliótica até que o paciente atinja a maturidade esquelética, altura em que a taxa de progressão é mínima. Está indicado para curvas com magnitudes intermédias (ângulo de Cobb entre os 25° e os 45°), em pacientes com imaturidade esquelética. O colete apresenta resultados mais positivos quanto mais horas por dia for usado, tendo uma eficácia máxima com um uso diário de 23 horas. A sua eficácia é menor em pacientes de sexo masculino ou com excesso de peso. Quanto ao tratamento cirúrgico da EIA, este tem como objectivos a paragem na progressão da curvatura, a máxima correção permanente atingível da deformidade, o equilíbrio na distribuição de forças pela coluna e a resolução ou atenuação da deformidade estética causada pela escoliose. A cirurgia encontra-se geralmente indicada em pacientes que apresentem curvaturas em que o ângulo de Cobb seja superior a 45°, devendo ser preferencialmente executada perto ou após o final do crescimento (Alegrete, 2012).

1.2.4.1. TRATAMENTO CIRÚRGICO E RISCOS ASSOCIADOS

Relativamente à cirurgia de escoliose existem várias abordagens, embora todas utilizem sistemas de instrumentação moderna, onde ganchos e parafusos são aplicados para que a coluna vertebral possa suportar as hastes. As hastes são utilizadas de modo a reduzir e manter a postura da coluna vertebral (figura 1.10), enquanto pequenos fragmentos de osso são adicionados por forma a facilitar a fusão com o osso existente. Assim que o osso se funde, a coluna vertebral não se move e, assim, a curvatura não pode progredir. Posteriormente, quando o osso se fundir totalmente, é este que mantém a postura da coluna e não as hastes. No entanto, estas geralmente não são removidas, uma vez que é uma grande cirurgia, não sendo necessário retirá-las. No que diz respeito às abordagens, existem essencialmente duas gerais para a cirurgia de escoliose: uma posterior (a partir da parte de trás da coluna vertebral) e uma anterior (através da parte da frente da coluna vertebral). A abordagem escolhida é seleccionada com base no tipo e localização da curva (Ullrich, 2012).

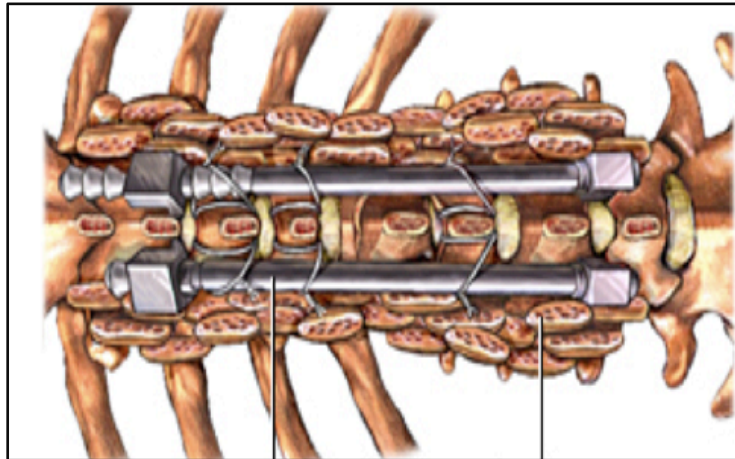


Figura 1.10 – Detalhe da instrumentação utilizada, por forma a endireitar a curvatura da coluna vertebral numa cirurgia de escoliose (Simon, 2012).

1. Abordagem Posterior: Esta abordagem para a cirurgia de escoliose caracteriza-se por uma longa incisão na parte posterior da coluna vertebral, que depende do número de vértebras incluídas no plano cirúrgico. Após a incisão, os músculos são afastados da coluna de modo a permitir o acesso aos elementos ósseos da coluna. Posteriormente, esta é instrumentada, ou seja, são inseridos parafusos e as hastes são usadas para reduzir a curvatura. De seguida, fragmentos de osso são adicionados, geralmente do próprio paciente, por forma a incitar uma reação em que os ossos da coluna se fundam. Este processo de fusão demora cerca de 3 a 6 meses, podendo continuar até 12 meses. Para pacientes com uma deformidade grave e/ou com uma curvatura muito rígida, outro procedimento pode ser necessário antes desta cirurgia (Ullrich, 2012).

2. Abordagem Anterior: Para as curvas que estão principalmente na junção toracolombar (vértebras T12-L1), a cirurgia de escoliose pode ser realizada inteiramente através de uma abordagem anterior. Esta requer uma incisão aberta e a remoção de uma costela, geralmente do lado esquerdo. Através desta abordagem, o diafragma pode ser afastado da parede torácica e da coluna, obtendo-se uma excelente exposição dos corpos vertebrais da coluna torácica e lombar. Posteriormente, os discos são removidos para relaxar a coluna, os parafusos são colocados nos corpos vertebrais e as hastes são colocadas para reduzir a curvatura. Tal como na abordagem posterior, fragmentos de osso são adicionados ao espaço do disco, para permitir a fusão da coluna. Este processo de fusão geralmente tem a duração de cerca de 3 a 6 meses, podendo continuar até 12 meses (Ullrich, 2012).

A abordagem anterior revela algumas vantagens relativamente à abordagem posterior, uma vez que não tantos corpos das vértebras lombares terão de ser fundidos, o que faz com que alguns segmentos de movimento adicionais possam ser preservados. Esta preservação dos segmentos de movimento é especialmente importante para a curvatura da coluna lombar, visto que se a fusão ocorrer abaixo da vértebra L3 há um maior risco de posteriormente o paciente vir a desenvolver dor nas costas e artrite. Para além disso, a preservação de segmentos de movimento lombar ajuda a evitar a centralização de todo o *stress* em apenas alguns segmentos. Esta abordagem pode ainda, por vezes, permitir uma maior redução da curvatura conduzindo a um resultado estético mais favorável. No entanto, a principal desvantagem da abordagem anterior é que esta só pode ser realizada em curvaturas toracolombares, sendo que a maioria das curvaturas de escoliose são na região torácica da coluna vertebral (Ullrich, 2012).

Existem determinados riscos associados à cirurgia de escoliose, que os pacientes e seus pais devem conhecer. No entanto, é de notar que se o cirurgião recomendou a cirurgia, é porque sabe que os benefícios do procedimento superam os riscos.

a) Paraplegia: é o risco mais preocupante relacionado com a cirurgia de escoliose. É muito raro (cerca de 0,01 a 0,1%), mas é uma complicação devastadora. Para ajudar a gerir este risco, a medula pode ser monitorizada durante a cirurgia através de um de dois métodos:

- i) Potenciais evocados somatossensitivos (PESS). Este teste envolve pequenos impulsos elétricos que são dados nas pernas e, em seguida, lidos no cérebro. Se houver o desenvolvimento de uma desaceleração dos sinais durante a cirurgia, isto pode indicar compromisso da medula ou do seu fornecimento de sangue.
- ii) Teste *wake up*. Este teste consiste em acordar ligeiramente o paciente durante a cirurgia e pedir-lhe para mover as pernas e os pés. O paciente não sente nenhuma dor durante o procedimento e posteriormente não se vai recordar. No caso de algum destes testes indicar o compromisso da medula, as hastes podem ser removidas e a cirurgia termina, podendo ser posteriormente remarcada caso o estado do paciente assim o permita (Ullrich, 2012).

b) Perda excessiva de sangue: Este é outro risco associado à cirurgia de escoliose, dado que existe uma grande quantidade de remoção muscular e área exposta. Com a técnica adequada, a perda de sangue pode geralmente ser reduzida a uma quantidade considerada razoável, sendo que as transfusões de sangue raramente são necessárias. Como precaução,

muitos cirurgiões pedem ao paciente para doar o seu próprio sangue antes da cirurgia, podendo ser devolvido ao mesmo após a intervenção (Ullrich, 2012).

c) Outros potenciais riscos e complicações: i) Deslocamento de uma haste: num pequeno grupo de pacientes, cerca de 5% dos que são intervencionados, um ou mais ganchos utilizados para endireitar a coluna pode mover-se da posição correta. Geralmente este facto não gera desconforto para o paciente, mas noutros casos é melhor corrigir este problema através de uma cirurgia adicional. ii) Infecção: Afecta um pequeno grupo de pacientes intervencionados, cerca de 1 a 2%, podendo ocorrer nas primeiras semanas após a cirurgia. Geralmente requer a lavagem do local infectado e tratamento com antibióticos. iii) "Pseudoartrose": Corresponde a uma falha na fusão dos ossos num determinado nível, ocorrendo em cerca de 1 a 5% dos pacientes submetidos a cirurgia. Isto pode causar desconforto ou perda parcial da correção. iv) Dano do nervo: Esta complicação rara (pode afectar cerca de 0,1 a 0,2% dos pacientes intervencionados) acontece devido a força colocada sobre a coluna vertebral durante a correção da curva. Um paciente com esta complicação sente fraqueza e/ou dormência parcial ou total numa ou ambas as pernas. v) Desconforto: Os pacientes podem sentir um pequeno desconforto em qualquer lugar, num período de 1 a 5 anos após a cirurgia. Isto ocorre em menos de 10% dos pacientes, e deve-se à fricção da haste em partes sensíveis do corpo (Johns Hopkins Pediatric Orthopaedics, 2014).

Após a cirurgia de escoliose, os pacientes geralmente podem começar a mover-se 2 a 3 dias após o procedimento, sendo que o tempo de internamento é de cerca de 4 a 7 dias. Posteriormente, os pacientes podem voltar à sua vida normal, mas é importante notar que quanto mais imóvel a coluna for mantida, melhor será a fusão. Movimentos como inclinar, levantar e rodar são desaconselhados nos três primeiros meses após a cirurgia. Qualquer contato físico ou outras atividades mais bruscas são restritas durante cerca de 6 a 12 meses após a cirurgia. Geralmente, o paciente é acompanhado, através da realização de exames periódicos e raios-X, entre 1 a 2 anos após a cirurgia. Assim que o osso estiver totalmente fundido, nenhum tratamento adicional é necessário (Ullrich, 2012).

Apenas como nota final em relação a este tema, no caso da escoliose nos adultos, e na maioria dos casos, não se dá preferência ao seu tratamento cirúrgico, podendo optar-se pela educação do paciente, exercícios e tratamentos médicos. Porém, é possível também realizar cirurgia, sendo que a dor é o motivo mais comum para a cirurgia de escoliose adulta. Esta pode ser recomendada nos seguintes casos: curvaturas mais de 50°, com dor persistente;

curvaturas mais de 60°, sendo que a cirurgia é quase sempre recomendado nestes casos; curvatura toracolombar progressiva ou curvatura lombar com dor persistente; função cardíaca e pulmonar reduzida; deformidade significativa presente. Os procedimentos cirúrgicos em escoliose adulta são complexos: em pacientes que não tiveram tratamento anterior, e que tem escoliose lombar degenerativa, o processo é muitas vezes uma discectomia (remoção dos discos), seguido por procedimentos de escoliose (instrumentação e fusão); em pacientes com escoliose tratada anteriormente, a única solução é a remoção da antiga instrumentação, extensão da fusão e implementação de novos instrumentos e enxertos ósseos. Tal como em qualquer cirurgia, existem riscos associados, não se destacando nenhum risco específico e diferente dos relatados anteriormente (Simon, 2012).

Em conclusão, a escoliose deve ser vista como um sinal indicador de uma doença subjacente, que pode ser ou não conhecida, com a sua evolução e repercussões próprias. Todo o estudo do paciente com escoliose deve ser orientado para o conhecimento da sua causa, mesmo sabendo que essa só vai ser determinada em 15 a 20% dos casos. O tratamento, quando possível, deve passar pelo controle da causa, e no caso da escoliose idiopática, apenas as ortóteses ou a cirurgia são tratamentos com eficácia demonstrada (Alegrete, 2012).

1.3. PERDAS SANGUÍNEAS

A estimativa da perda de sangue intraoperatória é uma parte integrante de qualquer procedimento cirúrgico. Assim, quantificar as perdas sanguíneas durante uma cirurgia, em conjunto com outras variáveis, como a pressão arterial e a perfusão dos tecidos, é essencial para a avaliação contínua da condição de um paciente e para avaliar e adaptar a gestão intra e pós-operatória (Lee *et al.*, 2006). O relatório da perda de sangue estimada é uma parte fundamental e necessária de qualquer registo de anestesia, bem como outras fichas operatórias (Mooney e Barfield, 2013).

Apesar disto, as perdas sanguíneas durante procedimentos de fusão vertebral posterior em crianças e adolescentes são extremamente variáveis, sendo que esta variabilidade torna difícil prever todos os cuidados perioperatórios necessários do paciente. Assim, a identificação de indicadores pré-operatórios, ou de casos específicos de pacientes em risco para perdas sanguíneas anormais, pode ajudar no planeamento adequado de anestesia e intraoperatório (Edler *et al.*, 2003).

As perdas de sangue são consideravelmente mais elevadas em pacientes cuja escoliose está associada a uma doença neuromuscular, em comparação com aqueles que se inserem numa escoliose idiopática. Para além disso, as perdas sanguíneas são também progressivamente mais elevadas com números crescentes de níveis vertebrais incorporados na fusão e com fusões posteriores, em comparação com as fusões anteriores (Shapiro e Sethna, 2004). No entanto, este trabalho foca-se nas perdas sanguíneas em cirurgia de escoliose idiopática, realizadas através de abordagem posterior.

A perda de sangue é designada perda de sangue estimada (Estimated Blood Loss, EBL), uma vez que esta representa a única maneira prática de, no bloco operatório, as determinações poderem ser efetuadas. Dado que são estimativas, não são rigidamente precisas, visto que dependem de uma combinação de factores: volume de sangue aspirado do campo cirúrgico (a partir do qual o fluido de irrigação deve ser subtraído), a determinação da perda de sangue recolhida em compressas (conforme determinado através de pesagem por enfermeiros do bloco operatório) e outras possíveis estimativas de perda de sangue (no material utilizado na cirurgia, no chão, entre outros). Assim, o valor determinado torna-se bastante dependente do grau de rigor utilizado pela equipa do bloco operatório (Shapiro e Sethna, 2004).

Uma outra forma de calcular a perda de sangue está relacionada com uma percentagem em relação ao volume de sangue estimado do paciente (Estimated Blood Volume, EBV). O EBV é geralmente calculado por 70 ml/kg. Assim, para um paciente de 50 kg, o EBV é de $70 \times 50 = 3500$ ml. Uma perda de sangue de 1000 ml, representa uma perda no paciente de, aproximadamente, 29%. Uma apresentação mais ampla como a perda de sangue como percentagem do EBV seria útil, uma vez que este valor fornece um indicador mais fisiológico, devido ao facto de ter em conta o tamanho do paciente (Shapiro e Sethna, 2004).

Segundo Shapiro e Sethna (2004), embora a EIA seja tratada por fusão espinal, esta apresenta os menores valores médios de perda de sangue em procedimentos de escoliose, os intervalos de medição de perdas de sangue em todos os estudos são amplos e os valores que necessitam de transfusão de sangue são muitas vezes conhecidos por ambas as abordagens anterior e posterior. Pacientes com EIA demonstraram ter a menor quantidade média de perda de sangue por procedimento, de todos os grupos de escoliose operatória que foram incluídos neste estudo. No grupo tratado por fusão espinal posterior, os intervalos médios de EBL variaram entre 600 e 1000 ml, e a maioria dos estudos documentaram gamas médias entre 750 e 1500 ml.

A consciência da extensão das perdas sanguíneas na cirurgia de escoliose contribui para uma melhor preparação pré-operatória e gestão intraoperatória, devendo ser reforçado o estudo e desenvolvimento de métodos para diminuir a sua ocorrência (Shapiro e Sethna, 2004).

1.3.1. MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE PERDAS SANGUÍNEAS

Modi *et al.* (2010) realizou um estudo relativamente às perdas sanguíneas em cada fase da cirurgia de escoliose. O procedimento cirúrgico foi dividido em quatro fases: fase 1 - dissecação; fase 2 - inserção de parafusos; fase 3 - montagem da haste seguida por uma correção; fase 4 - preparação do local para enxerto ósseo, seguido do enxerto ósseo e fecho da ferida. A perda de sangue estimada (EBL) foi baseada na quantidade de sangue aspirado, e a diferença entre os pesos das compressas secas e embebidas em sangue.

Para além disto, Schorn (2010) descreve os diversos métodos que podem ser utilizados para determinar perdas sanguíneas: estimativa visual, medição direta, gravimetria, fotometria e outros. A estimativa visual é o método de determinação de perdas sanguíneas mais utilizado, apesar de diversos estudos demonstrarem a sua pouca precisão. Alguns destes estudos referem que a subestimação é bastante comum, enquanto outros referem que é a superestimação. No entanto, alguns afirmam que o facto de se proporcionar educação através de exercícios de simulação faz com que ocorra uma melhoria da capacidade dos prestadores de cuidados de saúde em estimar uma quantidade predeterminada de volume de sangue, em materiais que simulam cenários clínicos. Porém, as estimativas são ainda imprecisas, particularmente para grandes volumes.

A medição direta é um dos métodos mais antigos de determinação precisa de perdas sanguíneas. Nesta metodologia são utilizadas ferramentas adequadas para a recolha do sangue, para posterior quantificação, sendo que estudos indicam atingir-se uma recolha de 99% do sangue perdido.

Relativamente à gravimetria, ou seja, à medição através do peso, existe uma variedade de métodos utilizados para a determinação de perdas sanguíneas intraoperatórias. A pesagem do sangue através da recolha de todos os materiais contaminados (toalhas, compressas), com posterior dedução do peso seco dos itens, requer apenas uma escala precisa. No entanto, o

peso não discrimina entre o sangue e outros fluidos, sendo que estes últimos, quando inadvertidamente recolhidos, afetam os resultados finais. O peso de todos os itens vulgarmente utilizados que poderiam conter sangue teria que ser conhecido *a priori*. Para além disto, a pesagem deve ser realizada rapidamente para limitar a perda por evaporação. Este método pode ser facilmente ensinado, mas requer tempo e é de trabalho intensivo.

A fotometria é uma metodologia utilizada em alguns estudos neste tema, sendo que apresenta diversas limitações. Para que este método possa ser realizado, é necessário equipamento especializado e também o desenvolvimento de uma fórmula para posterior aplicação à obtenção da leitura. Os erros podem ocorrer durante a recolha de sangue, a extração de sangue a partir dos materiais utilizados, a conversão da hemoglobina em hematina alcalina ou durante o tempo de comparação no espectrofotómetro. Para implementar este método são necessários formação e protocolos detalhados, para além de disponibilidade e experiência com o equipamento de laboratório. Este método é o mais preciso, porém não está imediatamente disponível, é caro e tem o maior potencial de erro, se realizado de forma incorreta. Este não é prático para uso clínico, mas é um bom método para análise em protocolos de pesquisa.

Outros métodos foram também estudados, sendo que nenhum se demonstrou prático ou fidedigno.

De notar que estes estudos, na sua maioria, são realizados para cirurgias de cesariana, devido à elevada importância das perdas de sangue neste tipo de intervenção. Por isso, é necessária uma maior investigação sobre a aplicação deste tipo de metodologia à cirurgia de escoliose idiopática.

Assim, pode-se concluir que os métodos atuais de estimativa de perdas sanguíneas são pouco reprodutíveis e, muitas vezes, subestimados. A gestão do sangue deveria ser de senso comum, sendo eficaz a nível de custo e de simples reprodução (Ghattas, 2012).

1.4. PERDAS SANGUÍNEAS E ÁCIDO TRANEXÂMICO

A cirurgia de fusão posterior da coluna vertebral para a EIA é frequentemente associada a uma perda de sangue significativa, podendo ser necessária uma transfusão devido aos prolongados tempos operatórios, dissecação extensa dos tecidos moles e sangramento ósseo significativo durante a instrumentação (Lykissas *et al.*, 2013). A administração profilática de antifibrinolíticos sintéticos, incluindo o ácido tranexâmico (TXA) foi, por conseguinte, investigada para melhorar a hemostasia em cirurgia ortopédica. A hemostasia inicia-se através de lesão nos vasos sanguíneos, sendo composta por quatro fases. Em primeiro lugar, o vaso sanguíneo provoca uma vasoconstrição de forma a reduzir a perda de sangue. Subsequentemente, a exposição do endotélio lesionado inicia a adesão de plaquetas. A desgranulação das plaquetas, que resulta da adesão, liberta substâncias que aumentam ainda mais a agregação de plaquetas e a vasoconstrição. A terceira fase de hemostasia é a fase que inclui as cascatas de coagulação intrínseca e extrínseca. Em consequência desta fase, ocorre a formação de coágulos de fibrina e a ativação do sistema fibrinolítico. A fibrinólise, a quarta fase, resulta na dissolução de coágulos de fibrina mediada pela plasmina. Assim, um paciente que desenvolva um excesso relativo de fibrinólise será mais propenso a uma perda de sangue considerável durante a cirurgia. Desta forma, compostos que combatam a fibrinólise, como o ácido tranexâmico, terão um papel potencialmente benéfico em procedimentos cirúrgicos (Neilipovitz, 2004).

O ácido tranexâmico é um composto sintético antifibrinolítico, lançado na década de 1970 (Neilipovitz, 2004). O TXA (ácido carboxílico trans-4-aminometil-ciclo-hexano) é um derivado aminoácido antifibrinolítico sintético, que forma um complexo reversível com o plasminogénio e plasmina através da união em locais de ligação da lisina. Esta ligação bloqueia completamente a interação do plasminogénio e plasmina com resíduos de lisina na superfície de fibrina, impedindo assim a ação proteolítica da plasmina sobre a fibrina, inibindo a fibrinólise na ferida cirúrgica (Sethna *et al.*, 2005). Aplicações orais e tópicas de TXA podem ser usadas no pré-operatório, mas a maioria dos estudos refere uma utilização intravenosa. A aplicação da dosagem varia, mas as evidências sugerem que a farmacocinética é de 10-15 mg/kg de dose inicial, seguida de uma dose de 1 mg/kg por hora. A principal preocupação em torno da utilização de TXA e outros antifibrinolíticos é o potencial para um aumento do risco de acontecimentos tromboembólicos (Neilipovitz, 2004).

Sethna *et al.* (2005) indica que a administração de TXA produz uma redução significativa em 41% da perda de sangue, durante a instrumentação posterior da coluna vertebral em crianças e adolescentes com escoliose. Porém, este composto não conduziu a uma redução significativa da necessidade de transfusão de sangue. Neste estudo foi obtida uma maior redução das perdas sanguíneas, quando comparado com um outro estudo (Neilipovitz *et al.*, 2001). Isto pode dever-se ao facto de terem sido utilizadas doses de 100 mg/kg de TXA, com uma infusão de 0,1 ml/(kg·h) até ao final da cirurgia, comparativamente às doses de 10 mg/kg, com uma infusão de 1 ml/(kg·h) até ao fecho da ferida cirúrgica. Esta última combinação não reduziu significativamente a perda de sangue intraoperatória mas, no entanto, reduziu significativamente a quantidade total de transfusões de sangue no período perioperatório (período intraoperatório mais o primeiro dia pós-operatório), em cerca 28%. Esta diferença entre os dois estudos está provavelmente relacionada com uma dose 10 vezes maior de TXA utilizado no primeiro estudo, o que pode ter feito com que, na maioria dos pacientes, se produzissem as concentrações plasmáticas terapêuticas estáveis suficientes para suprimir a fibrinólise.

Deste modo, o uso do ácido tranexâmico durante a fusão posterior da coluna para a escoliose idiopática tem apresentado uma redução da perda de sangue intraoperatória e de transfusões, mas as informações sobre transfusão pós-operatória após o uso de ácido tranexâmico são limitadas (Ngo *et al.*, 2013).

2. OBJECTIVOS

Este trabalho tem como objectivo comparar três metodologias para estimar perdas sanguíneas, adequadas à sua aplicação em contexto hospitalar, nomeadamente, em Bloco Operatório.

Adicionalmente, espera-se que estas metodologias sejam capazes de estimar, com um baixo erro, as perdas sanguíneas numa cirurgia de escoliose idiopática.

As metodologias foram escolhidas de acordo com os estudos já realizados dentro desta área, especificamente em cirurgia de escoliose. No entanto, como referido anteriormente, muitos estudos focados na estimativa de perdas sanguíneas estão relacionados com a cirurgia de cesariana, devido à grande importância e possíveis consequências que as perdas podem ter neste caso. Assim, foi realizada uma pesquisa do que tem sido feito recentemente relacionado com as perdas sanguíneas, de modo a decidir quais os métodos que mais se adequariam a este estudo.

Deste modo, foram escolhidas as três metodologias que mais se poderiam adequar à recolha num bloco operatório, após verificação da disponibilidade dos equipamentos necessários no Centro Hospitalar do Porto, E.P.E. - Hospital de Santo António e na Universidade Católica Portuguesa - Escola Superior de Biotecnologia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Após obter a aprovação do Centro Hospitalar do Porto, E.P.E. – Hospital de Santo António, foi iniciado o processo de recolha dos dados, tendo por base os planos cirúrgicos do Bloco Operatório (BO) de Ortopedia. Assim, foram tidos em conta os planos de pacientes pediátricos (< 18 anos) com EIA tratados cirurgicamente entre Janeiro e Maio do corrente ano.

No que respeita aos critérios de inclusão relativamente tipo de cirurgia, foram selecionados: (1) pacientes com EIA; (2) cirurgia de fusão posterior da coluna vertebral. Pacientes com escoliose neuromuscular e/ou associada a outras afecções, bem como pacientes submetidos a cirurgia por via anterior foram excluídos. Os dados relativos às perdas sanguíneas intraoperatórias foram obtidos a partir dos relatórios de anestesia.

No BO de Ortopedia, concretamente nas cirurgias de escoliose, são utilizados dois tipos de compressas, de acordo com a sua utilização durante a mesma: compressas de gaze, com um peso aproximado de 10 g, e compressas de gaze de contraste, com um peso aproximado de 20 g. Estas últimas distinguem-se das restantes por serem identificáveis no final da cirurgia, devido ao facto de terem uma risca visível no raio-X. Isto porque quando uma compressa normal está encharcada de sangue não se distingue e aumenta o risco de o cirurgião não a retirar no final da operação. Desta forma, neste trabalho, ambos os tipos de compressas foram incluídos e analisados, com as respectivas diferenças.

Neste trabalho foram testadas, então, três metodologias, que serão posteriormente descritas: (1) Método empírico; (2) Método gravimétrico; (3) Método espectrofotométrico.

3.1. MÉTODO EMPÍRICO

O método empírico baseia-se na recolha da opinião da enfermeira instrumentista presente no BO, sendo que para este estudo foram tidos em conta determinadas condições de inclusão: (1) Licenciatura em Enfermagem; (2) pelo menos três anos de experiência em instrumentação de Ortopedia.

Para este método, foi utilizada uma escala qualitativa, entre 0 e 3, em que 0 corresponde a “nenhum sangramento” (peso aproximado de sangue inferior a 3 g), 1 a “pouco sangramento” (peso aproximado de sangue no intervalo [3-30] g), 2 a “sangramento médio” (peso aproximado de sangue no intervalo [31-60] g) e 3 a “sangramento elevado” (peso aproximado de sangue no intervalo [61-90] g). A recolha dos dados foi realizada para a totalidade de ambos os tipos de compressas, questionando a enfermeira instrumentista relativamente ao nível de encharcamento de cada compressa. Todos os resultados foram apontados para posterior comparação com as restantes metodologias e consequente discussão.

3.2. MÉTODO GRAVIMÉTRICO

Relativamente ao método gravimétrico, este baseia-se na pesagem das compressas cirúrgicas, tendo-se utilizado uma balança da marca Mettler Toledo (modelo BD6000), previamente calibrada (Anexo A). A balança foi colocada no BO, devidamente protegida e tarada, para recolha contínua dos dados. Esta foi realizada, como para as restantes metodologias, para a totalidade de ambos os tipos de compressas. Para além do peso da compressa, foi também apontado se a compressa em questão continha ou não soro fisiológico. Este dado foi recolhido tendo em conta a coloração da compressa, ou seja, no caso de a compressa conter apenas sangue a sua coloração é um vermelho vivo, enquanto que se tiver também soro fisiológico (ou outros fluidos) apresenta uma cor vermelha muito mais esbatida.

Após a recolha dos dados, e no tratamento dos mesmos, foi descontado o peso seco de cada tipo de compressa, sendo que os dados das compressas com soro fisiológico foram tratados à parte de modo a não influenciarem os restantes resultados.

3.3. MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO

Quanto ao método espectrofotométrico, foi utilizado um equipamento denominado VinePAT. Este é um sistema inovador acionado por dados que, na sua versão mais simples, é composto pelos seguintes elementos: i) um espectrómetro de UV-Vis-SWNIR da marca Ocean Optics (modelo HR 4000, 200 a 1100 nm); ii) uma sonda de reflexão de Vis-SWNIR alterada de modo a adequar-se às especificações; iii) uma fonte de luz de tungsténio (fontes de

luz de tungsténio e halogénio HL-2000, 360 a 2000 nm); iv) e o *software* SpectraSuite que pode ser utilizado para se proceder à recolha de dados (Martins *et al.*, 2010).

Para a obtenção dos espectros através do *software* SpectraSuite, foi utilizada a função *High Speed Acquisition*, com as seguintes especificações: *Integration time*: 100 ms; *Scans to average*: 10; *Boxcar width*: 9; *External Trigger Mode*: Normal; *Electric Dark Correction*: ✓; *Strobe/Lamp Enable*: ✓ ; *Number of scans*: 3. Os dados foram obtidos à temperatura ambiente do BO, para todas as compressas cirúrgicas (de ambos os tipos) e em três pontos aleatórios e diferentes das zonas encharcadas com sangue, através da sonda. As medições foram feitas assim que as compressas foram retiradas do campo operatório e pesadas pela equipa de anestesiologia, de modo a evitar grandes perdas e, conseqüentemente, erros significativos.

3.4. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados analisados na secção seguinte correspondem aos recolhidos no BO de Ortopedia para as primeiras 10 cirurgias decorridas entre 14 de janeiro e 22 de abril de 2014, sendo que apenas foram incluídas as compressas que não continham soro fisiológico ou outros fluidos utilizados no campo operatório. Assim, para estas 10 cirurgias foi totalizado um conjunto de 122 compressas.

Relativamente à metodologia para a análise e tratamento dos dados foi utilizado o *software* IBM SPSS Statistics v.20 e o Microsoft Office Excel. Através do *software* IBM SPSS Statistics foram realizados alguns testes por forma a obter um modelo de previsão para as variáveis deste estudo: Peso de Sangue Aproximado (obtido através do método gravimétrico), VisNIR (esta variável refere-se aos valores de intensidade obtidos através do espectro de absorção recolhido com o dispositivo VinePAT, para um comprimento de onda de, aproximadamente, 550 nm) e Opinião.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos através dos dados recolhidos no Bloco de Ortopedia do Centro Hospitalar do Porto, E.P.E. – Hospital de Santo António, em pacientes pediátricos (< 18 anos) com EIA tratados cirurgicamente entre janeiro e maio de 2014, como referido anteriormente.

4.1. NORMALIZAÇÃO DOS DADOS ORIGINAIS

Após a análise dos resultados obtidos a partir dos dados originais (Apêndice A), verificou-se a possível existência de pontos discrepantes, ou seja, dados que se encontram afastados do restante conjunto. Desta forma, procedeu-se à normalização das variáveis numéricas: Peso de Sangue Aproximado e VisNIR. Posteriormente optou-se por apresentar esta normalização através de histograma, pela sua visualização ser mais perceptível. Assim, a figura 4.1 mostra os histogramas obtidos para ambas as variáveis numéricas após normalização, bem como a distribuição normal para os dados em questão.

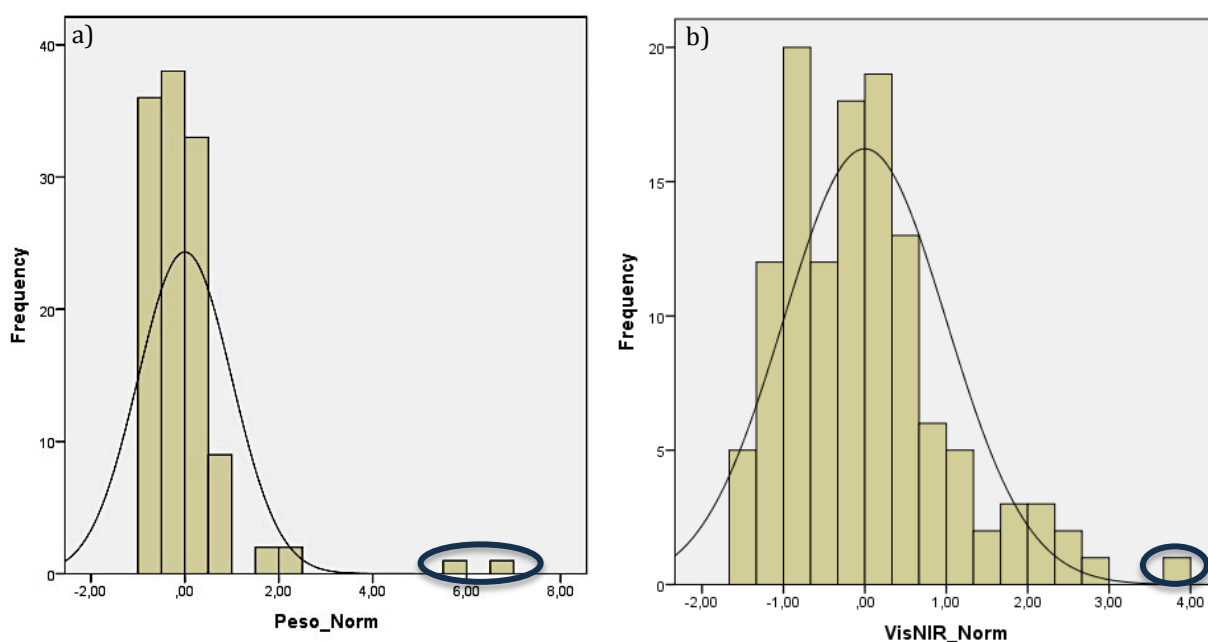


Figura 4.1 – Histogramas obtidos para ambas as variáveis normalizadas, com a respetiva distribuição normal e pontos discrepantes identificados: a) Peso de Sangue Aproximado; b) VisNIR.

Como se pode verificar pelos histogramas das variáveis normalizadas Peso de Sangue Aproximado e VisNIR, e segundo a distribuição normal de ambas, existem três pontos discrepantes. Isto é, existem três valores para além desta distribuição que estão assinalados nas próprias figuras.

4.2. TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Ta como anteriormente, os dados analisados apenas incluíram as compressas que não continham soro fisiológico ou outros fluidos utilizados no campo operatório. Assim, foram realizados testes através do *software* IBM SPSS Statistics, por forma a conseguir um modelo de previsão para as variáveis deste estudo: Peso de Sangue Aproximado, VisNIR e Opinião. Na tabela 4.1 apresenta-se a frequência dos dados utilizados para esta análise. Posteriormente, será analisada individualmente a correlação entre as três variáveis.

Tabela 4.1 – Estatística descritiva das variáveis em análise.

	Peso de Sangue Aproximado (g)	VisNIR	Opinião
Número de Amostras Válidas	119	119	119
Média	10,714	10496,977	1,470
Desvio-Padrão	6,449	3095,849	0,580

4.2.1. CORRELAÇÃO ENTRE O PESO DE SANGUE APROXIMADO E O VISNIR

Primeiramente foi realizada uma regressão linear entre o Peso de Sangue Aproximado, em gramas, e o VisNIR, cujos resultados se apresentam de seguida.

O coeficiente de correlação de 0,280 da tabela Resumo do modelo (tabela 4.2) sugere que o Peso de Sangue Aproximado (g) e os valores VisNIR obtidos têm uma correlação linear relativamente fraca. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação do Peso de Sangue Aproximado que é explicada pelos valores VisNIR obtidos é de 7,1%.

Tabela 4.2 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo	R	R ²	R ² Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,280	0,078	0,071	6,218

Através da análise de variância (Apêndice B, tabela B.1) foi possível obter um *p-value* de 0,002, o que significa que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão linear simples é significativo. Ou seja, os valores VisNIR obtidos contribuem para explicar a variação do peso de sangue obtido.

A equação de regressão pode ser obtida através da tabela Coeficientes (Apêndice B, tabela B.2). Nesta pode-se verificar que o valor de *p-value* obtido é de 0,002 o que indica que, para $\alpha = 5,0\%$, o valor do coeficiente da variável VisNIR é significativo. O modelo de regressão linear pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[\text{Peso de Sangue Aproximado}] = -0,001 \times [\text{VisNIR}] + 16,839 \quad (4.2.1.1)$$

Na figura 4.2 encontra-se representado o modelo de regressão linear obtido, com a respectiva equação e coeficiente de regressão.

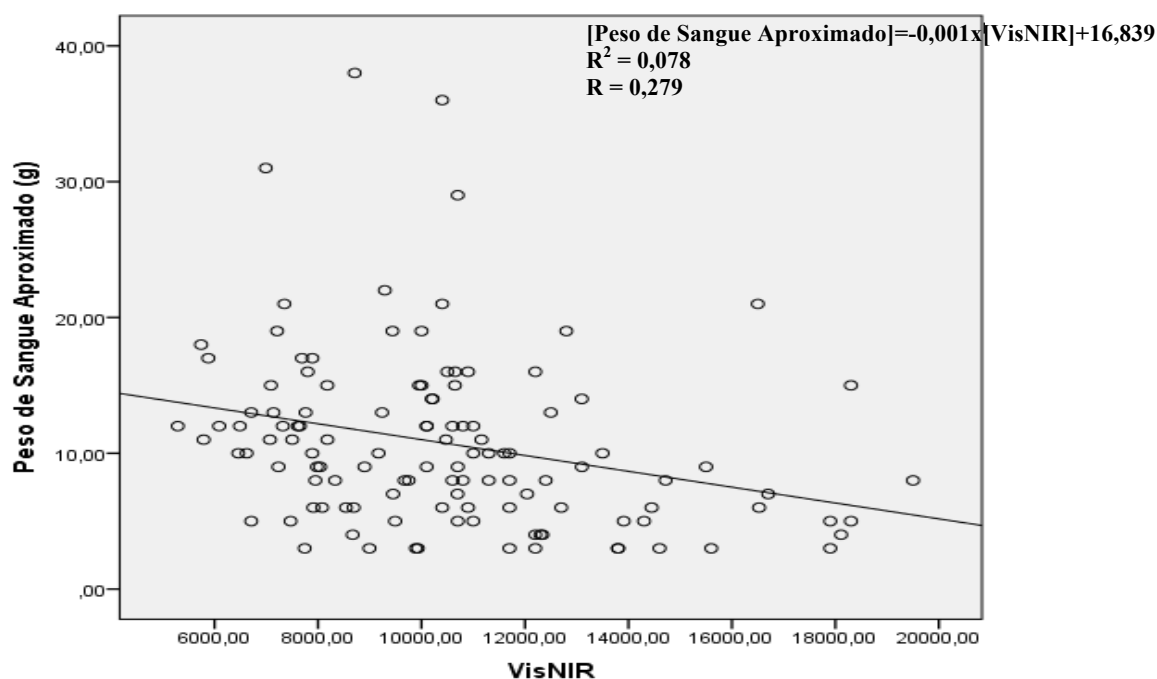


Figura 4.2 – Representação da regressão linear, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR.

Após ser feita a regressão linear, fez-se uma regressão quadrática por forma a tentar verificar uma melhoria do modelo de previsão.

Pela análise da tabela 4.3, o coeficiente de correlação de 0,281 indica que o Peso de Sangue Aproximado (g) e os valores VisNIR obtidos têm uma correlação quadrática relativamente fraca, pouco superior à correlação linear. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação do Peso de Sangue Aproximado que é explicada pelos valores VisNIR obtidos é de 6,3%.

Tabela 4.3 – Resumo do modelo, resultante a regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,281	0,079	0,063	6,243

A análise de variância (Apêndice B, tabela B.3) mostra a obtenção de um *p-value* de 0,008, o que indica que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão quadrática é significativo. Ou seja, os valores VisNIR obtidos contribuem para explicar a variação do peso de sangue obtido.

A equação de regressão pode ser obtida através da Coeficientes (Apêndice B, tabela B.4). O modelo de regressão quadrático pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[\text{Peso de Sangue Aproximado}] = 1,254E - 8 \times [\text{VisNIR}]^2 - 0,001 \times [\text{VisNIR}] + 18,436 \quad (4.2.1.2)$$

Pela figura 4.3 pode-se verificar a representação do modelo quadrático obtido, bem como a respetiva equação e coeficiente de correlação.

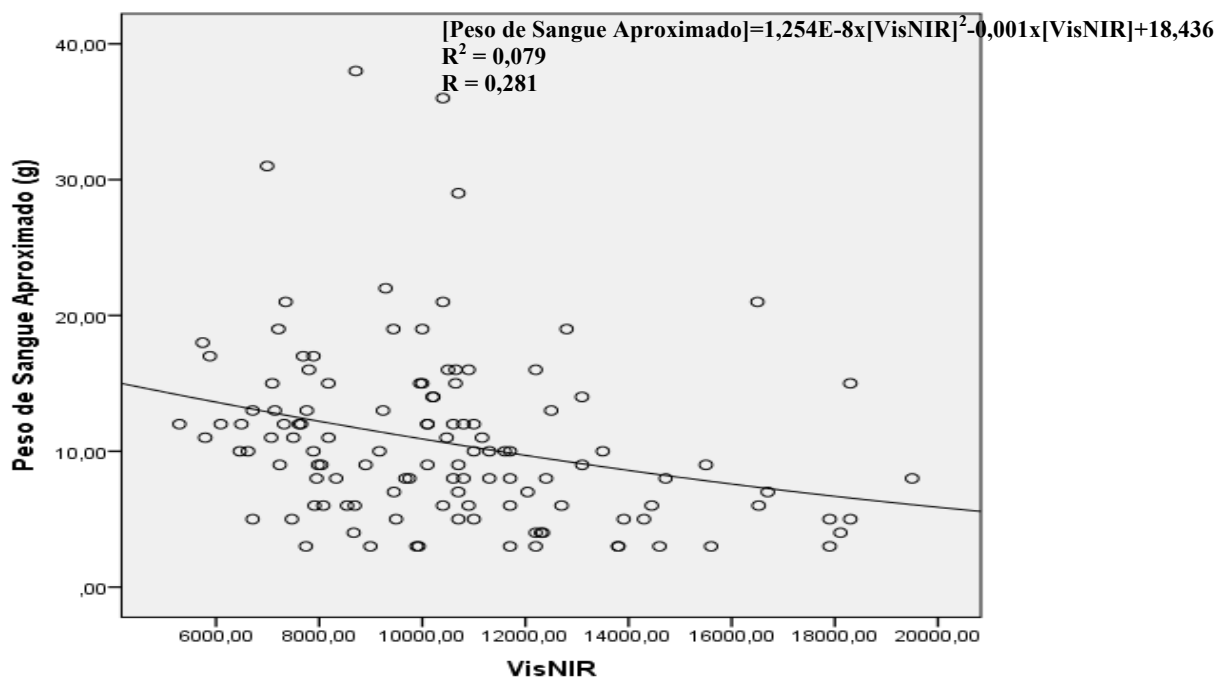


Figura 4.3 – Representação da regressão quadrática, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR.

4.2.2. CORRELAÇÃO ENTRE O PESO DE SANGUE APROXIMADO E A OPINIÃO

De seguida apresentam-se os dados resultantes da regressão linear efetuada entre as variáveis Peso de Sangue Aproximado, em gramas, e a Opinião da enfermeira instrumentista.

O coeficiente de correlação de 0,666 apresentado na tabela 4.4 sugere que o Peso de Sangue Aproximado (g) e a Opinião da enfermeira instrumentista têm uma correlação linear significativa. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação do Peso de Sangue Aproximado que é explicada pela Opinião da enfermeira instrumentista é de 43,9%.

Tabela 4.4 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,666	0,444	0,439	4,829

Pela tabela relativa à análise de variância (Apêndice B, tabela B.5) verifica-se a obtenção de um *p-value* de 0,000, o que indica que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão linear simples é significativo. Ou seja, a Opinião recolhida contribui para explicar a variação do Peso de Sangue Aproximado.

Através da tabela Coeficientes (Apêndice B, tabela B.6) é possível obter a equação de regressão. Aqui, pode-se verificar que o valor de *p-value* é de 0,000 o que indica que, para $\alpha = 5,0\%$, o valor do coeficiente da variável Opinião é significativo. O modelo de regressão linear pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[\text{Peso de Sangue Aproximado}] = 7,415 \times [\text{Opinião}] - 0,191 \quad (4.2.2.1)$$

Na figura 4.4 apresenta-se o modelo de regressão quadrática, assim como a respetiva equação e o coeficiente de correlação.

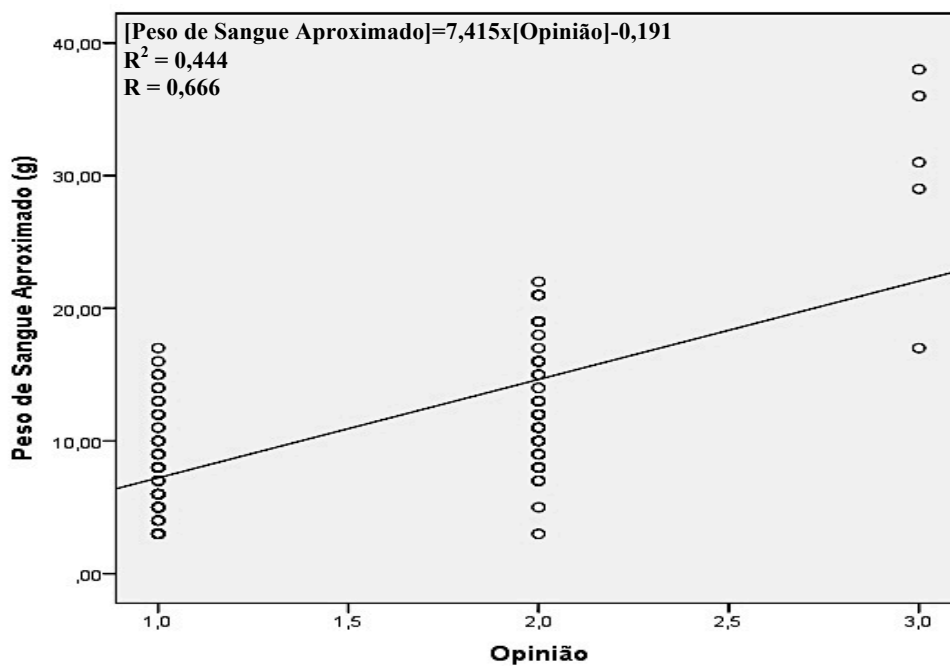


Figura 4.4 – Representação da regressão linear, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião.

Seguidamente estão apresentados os resultados da regressão quadrática.

Através da tabela Resumo do modelo (tabela 4.5) verifica-se que o coeficiente de correlação de 0,739 sugere que o Peso de Sangue Aproximado (g) e a Opinião da enfermeira instrumentista têm uma correlação quadrática relativamente forte, e superior à correlação linear. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação do Peso de Sangue Aproximado que é explicada pela Opinião da enfermeira instrumentista é de 53,8%.

Tabela 4.5 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,739	0,546	0,538	4,382

A análise de variância (Apêndice B, tabela B.7) mostra a obtenção de um *p-value* de 0,000, o que significa que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão quadrática é significativo. Ou seja, a Opinião recolhida contribui para explicar a variação do peso de sangue obtido.

A equação de regressão pode ser obtida através da tabela Coeficientes (Apêndice B, tabela B.8). O modelo de regressão quadrático pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[\text{Peso de Sangue Aproximado}] = 6,142 \times [\text{Opinião}]^2 - 13,381 \times [\text{Opinião}] + 15,062 \quad (4.2.2.2)$$

Na figura 4.5 encontra-se representado o modelo de regressão quadrática, assim como a respectiva equação e coeficiente de correlação.

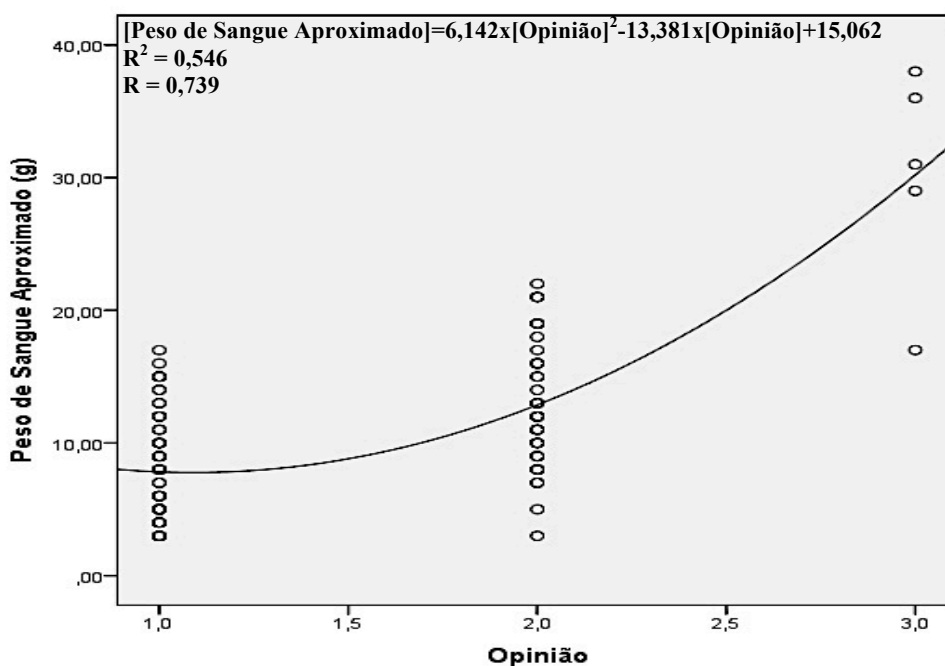


Figura 4.5 – Representação da regressão quadrática, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião.

4.2.3. CORRELAÇÃO ENTRE O VISNIR E A OPINIÃO

No seguimento das secções anteriores, posteriormente são apresentados os resultados obtidos para a correlação entre o VisNIR e a Opinião da enfermeira instrumentista. Tal como nos casos anteriores, foi primeiramente realizada uma regressão linear entre ambas as variáveis.

O coeficiente de correlação de 0,340 apresentado na tabela 4.6 indica que os valores VisNIR obtidos e a Opinião da enfermeira instrumentista têm uma correlação linear relativamente fraca. O valor de R^2 ajustado mostra que a proporção da variação do VisNIR que é explicada pela Opinião é de 10,8%.

Tabela 4.6 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,340	0,116	0,108	2923,532

Pela análise de variância (Apêndice B, tabela B.9) foi possível obter um *p-value* de 0,000, o que significa que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão linear simples é significativo. Ou seja, a Opinião da enfermeira instrumentista contribui para explicar a variação dos valores VisNIR obtidos.

A tabela Coeficientes (Apêndice B, tabela B.10) indica a equação de regressão. Aqui pode-se verificar que o valor de *p-value* obtido é de 0,000 o que indica que, para $\alpha = 5,0\%$, o valor do coeficiente da variável Opinião é significativo. O modelo de regressão linear pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[\text{VinePAT}] = -1817,326 \times [\text{Opinião}] + 13169,515 \quad (4.2.3.1)$$

A figura 4.6 representa o modelo de regressão linear, com a respetiva equação e coeficiente de correlação.

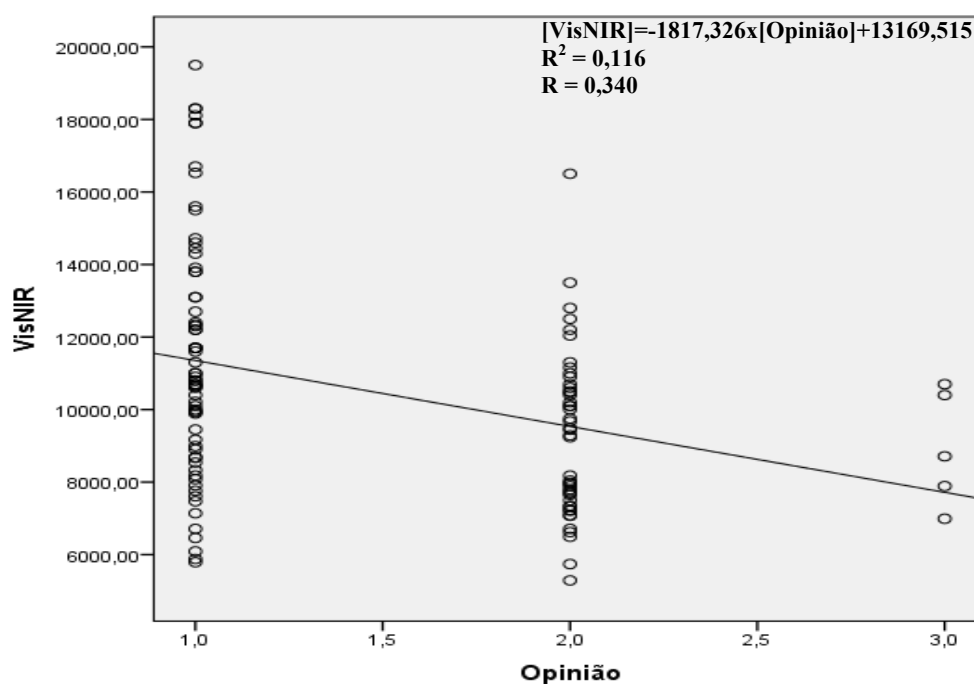


Figura 4.6 – Representação da regressão linear, para as variáveis VisNIR e Opinião.

Posteriormente apresentam-se os resultados obtidos para a regressão quadrática, tal como nos casos anteriores.

A partir da tabela 4.7, o coeficiente de correlação de 0,355 sugere que os valores VisNIR obtidos e a Opinião da enfermeira instrumentista têm uma correlação quadrática relativamente fraca, mas um pouco superior à correlação linear. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação do VisNIR que é explicada pela Opinião é de 11,1%.

Tabela 4.7 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,355	0,126	0,111	2919,569

A análise de variância (Apêndice B, tabela B.11) mostra a obtenção de um *p-value* de 0,000, o que significa que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão quadrática é significativo. Ou seja, a Opinião da enfermeira instrumentista contribui para explicar a variação dos valores VisNIR obtidos.

A equação de regressão pode ser obtida através da tabela Coeficientes (Apêndice B, tabela B.12). O modelo de regressão quadrático pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[VisNIR] = 920,419 \times [Opinião]^2 - 4933,640 \times [Opinião] + 15455,155 \quad (4.2.3.2)$$

A figura 4.7 apresenta o modelo de regressão quadrática, em conjunto com a respetiva equação e coeficiente de correlação.

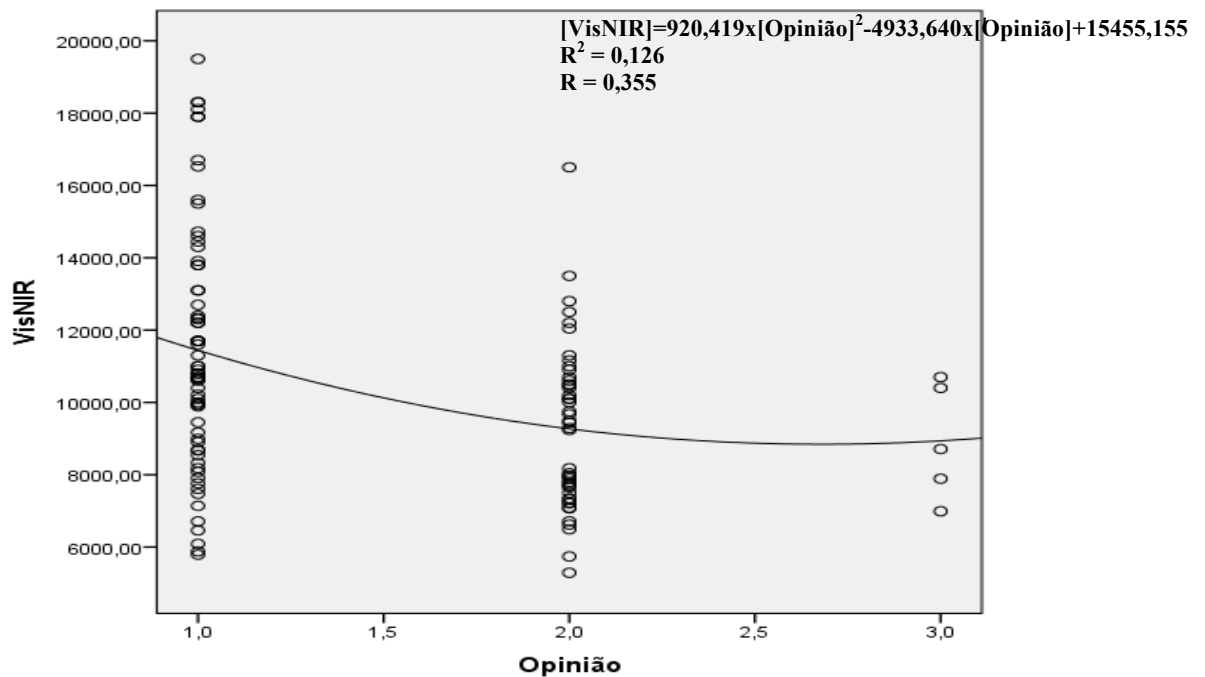


Figura 4.7 – Representação da regressão quadrática, para as variáveis VisNIR e Opinião.

Após a análise dos resultados obtidos antes e depois da remoção dos pontos discrepantes identificados, seria de esperar que as diferenças entre os coeficientes de correlação em ambos os modelos, linear e quadrático, fossem bastante mais significativas. No entanto, após a remoção destes pontos, os resultados continuam a ser significativos para $\alpha = 5,0\%$, o que é um bom indicador para este estudo.

Relativamente ao modelo de regressão linear e quadrático dos dados após a remoção pode-se verificar que, apesar das diferenças entre ambos os coeficientes de correlação para todas as variáveis em estudo não serem muito significativas, os resultados para o modelo de regressão quadrática são melhores do que os para o de regressão linear. Assim, pode-se considerar que o modelo de previsão se baseia no modelo de regressão quadrática.

4.3. COMPARAÇÃO DOS DADOS RECOLHIDOS NAS DUAS ÚLTIMAS CIRURGIAS COM O MODELO DE PREVISÃO OBTIDO

Após serem realizados os testes de modo a conseguir um modelo de previsão para este estudo, o modelo obtido foi testado através da comparação com os dados recolhidos nas duas últimas cirurgias, a 29 de abril e 23 de maio de 2014. Tal como nos testes realizados anteriormente, apenas foram utilizadas as compressas que não continham soro fisiológico ou outros fluidos utilizados no campo operatório. Para a cirurgia de 29 de abril foi totalizado um conjunto de 8 compressas, enquanto para a de 23 de maio foram utilizadas 9 compressas. Para esta análise foi utilizado o *software* Microsoft Office Excel. Assim, de seguida, são apresentados os resultados obtidos para o modelo de regressão quadrática para as três variáveis em estudo.

4.3.1. RESULTADOS PARA A CORRELAÇÃO ENTRE O PESO DE SANGUE APROXIMADO E O VISNIR

Para a cirurgia de 29 de abril, e para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR, foram obtidos os resultados apresentados na figura 4.8. Para o modelo de regressão quadrática o erro médio associado obtido foi de -2,6%. Ou seja, o valor previsto encontra-se abaixo do valor medido, mas já bastante próximo.

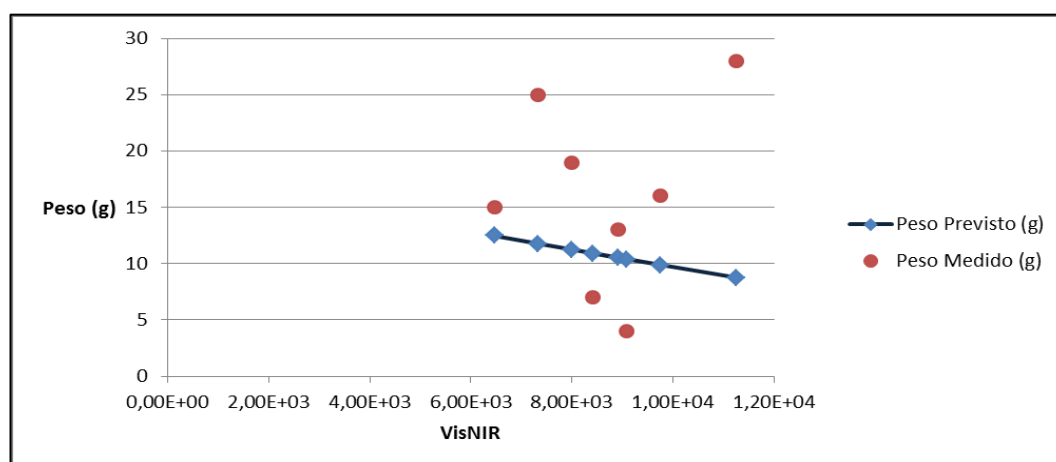


Figura 4.8 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR, para a cirurgia de 29 de abril.

Para a cirurgia de 23 de maio, e para as mesmas variáveis, foram obtidos os resultados apresentados na figura 4.9. Para o modelo de regressão quadrática foi calculado um erro médio associado de 4,2%, o que significa que o valor previsto se encontra ligeiramente acima do valor medido.

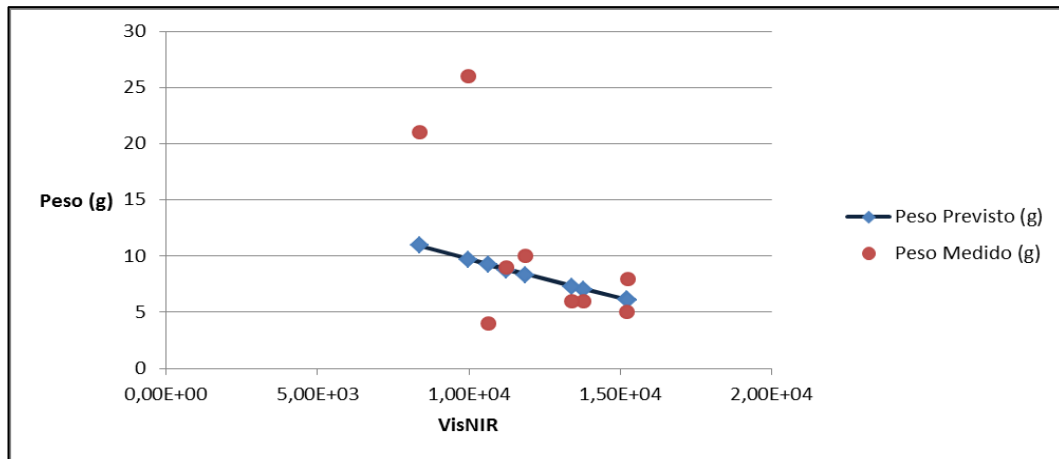


Figura 4.9 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR, para a cirurgia de 23 de maio.

4.3.2. RESULTADOS PARA A CORRELAÇÃO ENTRE O PESO DE SANGUE APROXIMADO E A OPINIÃO

Para a cirurgia de 29 de abril, e para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião da enfermeira instrumentista, foram obtidos os resultados apresentados na figura 4.10. Assim, para o modelo de regressão quadrática o erro médio associado obtido foi de -7,8%, indicando que o valor previsto se apresenta abaixo do valor medido.

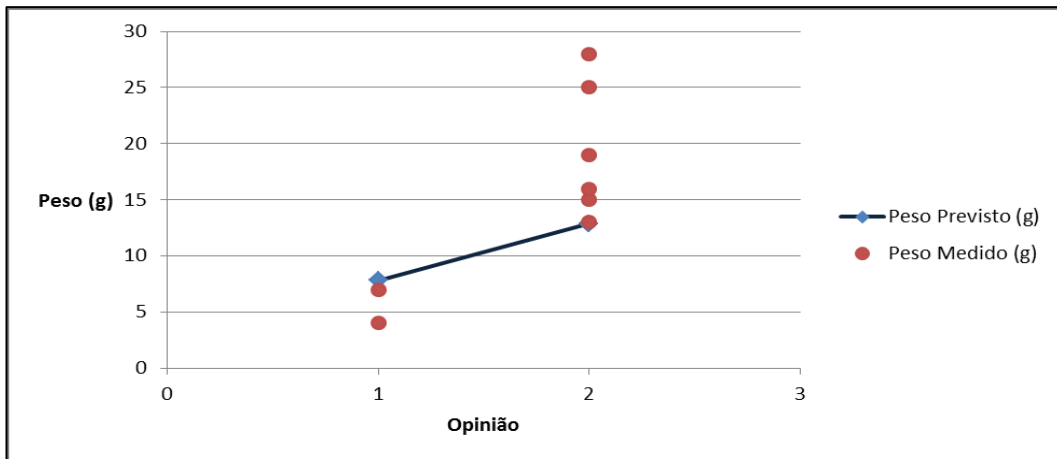


Figura 4.10 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião, para a cirurgia de 29 de abril.

Para a cirurgia de 23 de maio, e para as mesmas variáveis, foram obtidos os resultados apresentados na figura 4.11. Para o modelo de regressão quadrática o erro médio associado obtido foi de 6,9%, o que significa que o valor previsto se apresenta um pouco acima do valor medido, mas relativamente próximo.

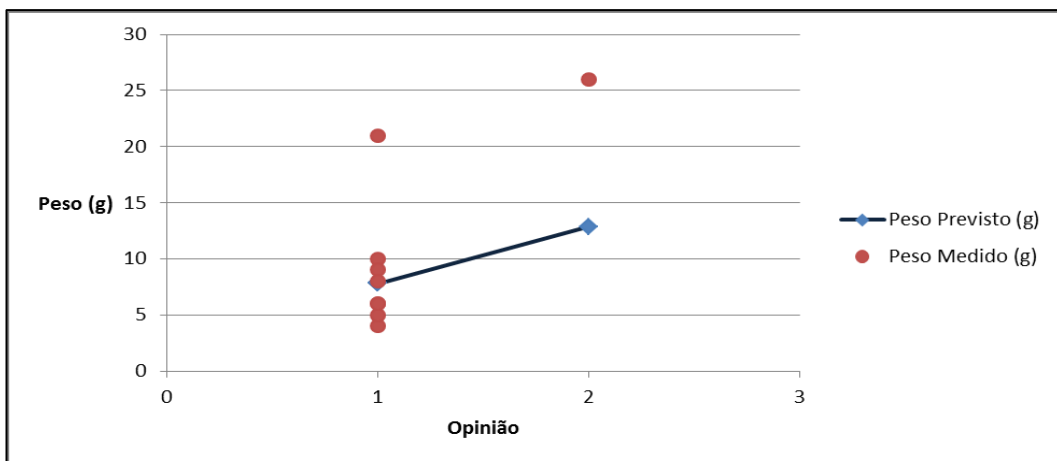


Figura 4.11 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião, para a cirurgia de 23 de maio.

4.3.3. RESULTADOS PARA A CORRELAÇÃO ENTRE O VISNIR E A OPINIÃO

Para a cirurgia de 29 de abril, e para as variáveis VisNIR e Opinião da enfermeira instrumentista, foram obtidos os resultados apresentados na figura 4.12. Relativamente ao modelo de regressão quadrática o erro médio associado obtido foi de 16,1%, indicando que o valor previsto se encontra um pouco acima do valor medido.

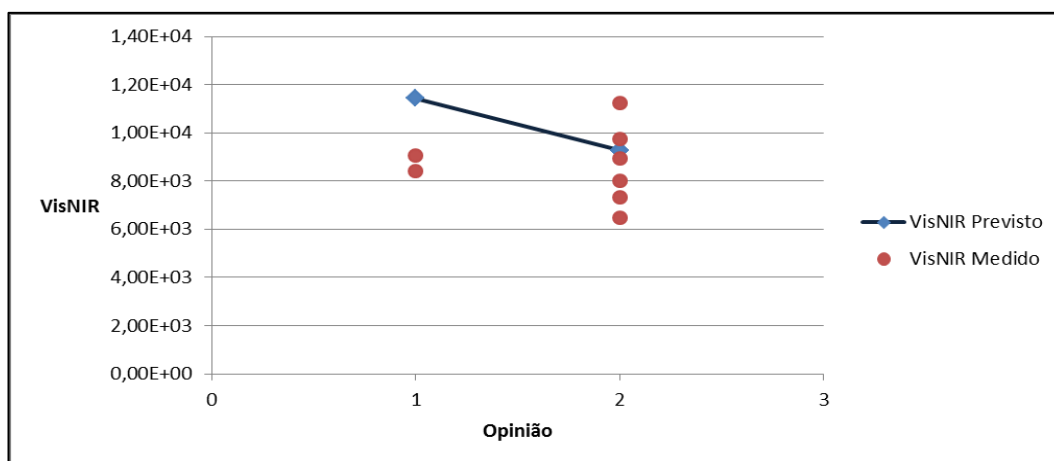


Figura 4.12 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis VisNIR e Opinião, para a cirurgia de 29 de abril.

Para a cirurgia de 23 de maio, e para as mesmas variáveis, foram obtidos os resultados apresentados na figura 4.13. Para o modelo de regressão quadrática foi calculado um erro médio associado de -5,1%, o que indica que o valor previsto se encontra abaixo do valor medido, embora relativamente próximo.

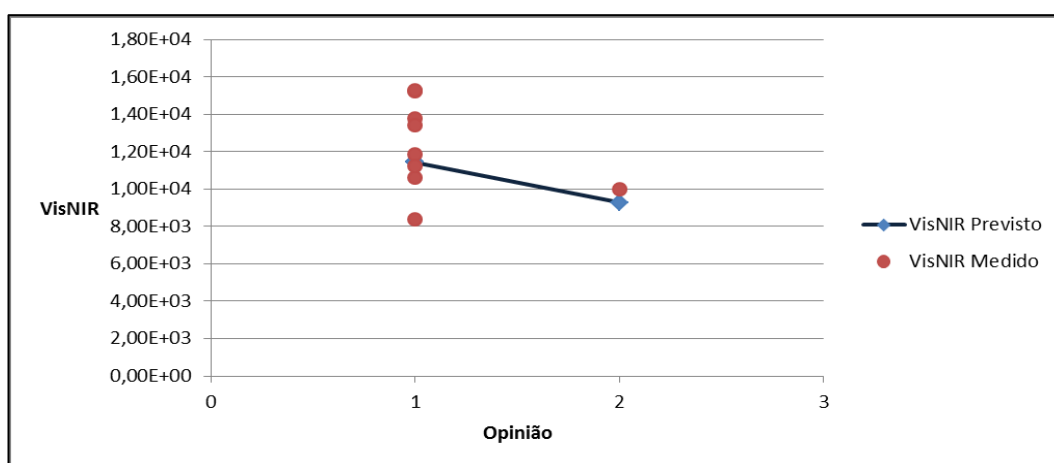


Figura 4.13 – Comparação entre os valores medidos e previstos, para as variáveis VisNIR e Opinião, para a cirurgia de 23 de maio.

Através da tabela 4.8, e relativamente à análise efetuada ao modelo de previsão pode-se concluir que está um pouco aquém do que seria ideal. Contudo, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião da enfermeira instrumentista, que são atualmente as mais utilizadas em contexto hospitalar, verifica-se que o erro associado é o que apresenta menores valores em percentagem, sendo negativos para ambas as cirurgias em análise. Isto significa que estão ambos abaixo do valor real medido, embora bastante próximos.

Tabela 4.8 – Quadro-resumo dos resultados obtidos através da regressão quadrática, para as variáveis em estudo.

	Peso de Sangue Aproximado vs. VisNIR	Peso de Sangue Aproximado vs. Opinião	VisNIR vs. Opinião
R	0,281	0,739	0,355
R²	0,079	0,546	0,126
R² Ajustado	0,063	0,538	0,111
Sig. ($\alpha = 5,00\%$)	0,008	0,000	0,000
Equação	[Peso de Sangue Aproximado] = 1,254E-8*[VisNIR] ² - 0,001*[VisNIR] + 18,436	[Peso de Sangue Aproximado] = 6,142*[Opinião] ² - 13,381*[Opinião] + 15,062	[VisNIR] = 920,419*[Opinião] ² - 4933,640*[Opinião] + 15455,155
Erro Médio Associado Cirurgia de 29/04	-2,6%	-7,8%	16,1%
Erro Medio Associado Cirurgia de 23/05	4,2%	6,9%	-5,1%

Uma possível explicação para os resultados obtidos, e apresentados na tabela 4.8, pode basear-se: (i) na diferença entre os pacientes; (ii) na diferença entre os três métodos utilizados. No primeiro caso, refere-se a possíveis diferenças fisiológicas, inerentes a cada paciente, nomeadamente a nível sanguíneo. No entanto, é uma variável de difícil controlo. Já no segundo caso, para além de serem metodologias bastante diferentes entre si, requerem um estudo mais aprofundado para uma possível adaptação ao ambiente cirúrgico, particularmente no que se refere ao método espectrofotométrico. Isto deve-se ao facto de ser uma metodologia ainda muito pouco explorada e sem qualquer aplicação à área da saúde. Por isso, a sua

adaptação pode não ter sido a mais adequada, apesar dos resultados serem significativos para os dados recolhidos. No que diz respeito ao método empírico, e como referido anteriormente, este é bastante subjetivo. Apesar de terem sido definidos critérios de inclusão relativamente às enfermeiras instrumentistas, depende sempre do observador e da sua experiência neste tipo de observação, razão pela qual os resultados podem não se aproximar do que verdadeiramente é medido. Assim, e visto que é uma das metodologias mais utilizadas nesta área, deve-se apostar na formação contínua destes profissionais, para que possam continuar a ser uma mais-valia nestes procedimentos.

Deste modo, e após uma análise aprofundada, a metodologia que provavelmente será mais adequada para estimar as perdas sanguíneas através das compressas cirúrgicas é a gravimétrica, já utilizada no BO de Ortopedia. Verificou-se ser dos métodos estudados o mais reprodutível e fiável, mas também o mais prático para este tipo de aplicação. Apesar disto, para que este estudo possa ter um peso bastante mais significativo seria necessária a recolha de mais dados relativos a este tipo de cirurgia.

4.4. VOLUME DE SANGUE PERDIDO

Neste capítulo pretende-se mostrar o resultado obtido para o volume médio de sangue perdido, por cirurgia de EIA. Para isso, foram utilizadas todas as compressas recolhidas no BO de Ortopedia, para cada cirurgia. Ou seja, foram incluídas todas as compressas, incluindo as que continham soro fisiológico ou outros fluidos utilizados no campo operatório. Os cálculos foram realizados individualmente para cada cirurgia, sendo que o volume de sangue perdido foi calculado tendo por base o volume de soro fisiológico utilizado no campo operatório, o volume de fluidos aspirado e o volume de sangue nas compressas sem soro fisiológico ou outros fluidos. Note-se que, para este último parâmetro, foi tida em conta a densidade do sangue, de modo a calcular o volume a partir do peso. Assim, segundo Shmukler (2004) a densidade média do sangue humano é de, aproximadamente, 1,060 g/ml.

Tendo em conta todos os fatores referidos, e para um conjunto de 13 cirurgias, obteve-se um volume médio de sangue perdido de 1245 ml. Pelo que foi observado no BO de Ortopedia para as cirurgias em questão, verifica-se que este não é um valor fora do comum. Porém, como já foi referido, apesar de a cirurgia de EIA ser bastante sangrativa, as perdas sanguíneas são muito variáveis em crianças e adolescentes devido a diversos fatores.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Este trabalho centrou-se na comparação de três metodologias, com o objetivo de desenvolver um modelo de previsão das perdas sanguíneas em Bloco Operatório. Desta forma, após alguns testes, verificou-se que o modelo que mais se adequaria aos dados recolhidos seria baseado no modelo de regressão quadrática.

Os resultados obtidos com o modelo de previsão de perdas sanguíneas, no que diz respeito às duas cirurgias de teste, mostraram que o modelo não é exato. Pelo contrário, os erros médios associados indicam que os valores previstos, na sua maioria, se encontram abaixo dos valores reais. No entanto, verificou-se também que estes erros médios não são muito elevados, pelo que com a recolha de um maior número de dados o modelo poderá ser melhorado e prever com maior fiabilidade as perdas sanguíneas.

Relativamente às metodologias utilizadas, no final deste trabalho foi possível verificar que, aquela que parece estar mais adequada a todo o trabalho desenvolvido no BO continua a ser a metodologia gravimétrica. Isto deve-se ao facto de ser um método de fácil e rápida execução e, também, à imediata obtenção e interpretação de resultados. No entanto, observou-se que é possível a introdução de uma nova metodologia, ainda que necessite de ser bastante trabalhada e adaptada.

No decorrer de todo o processo de recolha de dados, foi possível verificar que, para os médicos anestesistas, é também importante terem conhecimento do valor médio do volume de sangue perdido por tipo de cirurgia, que neste caso se aplica à cirurgia de escoliose idiopática. Desta forma, foi possível chegar a um valor médio de 1245 ml. Este é um valor comum para este tipo de cirurgia, podendo auxiliar os médicos anestesistas na melhoria de resposta ao paciente.

6. TRABALHO FUTURO

No futuro, propõe-se a continuidade deste trabalho de forma a otimizar o modelo de previsão obtido, através da recolha de um maior número de dados cirúrgicos. No entanto, é um trabalho moroso devido aos *timings* entre cirurgias e também bastante repetitivo, o que se pode tornar algo desmotivador. Para além disto, o mecanismo de recolha de dados poderia ser melhor estudado, na medida em que para este trabalho não foi possível articular muito bem o tempo entre a decisão das metodologias, a disponibilização dos equipamentos e o início das cirurgias.

Apesar de todos os contratemplos, seria interessante verificar os resultados obtidos com a recolha de mais dados, nomeadamente com o método espectrofotométrico. Isto devido ao facto de ser uma metodologia inovadora que poderia ser melhorada por forma a ser utilizada regularmente em contexto hospitalar. Seria, então, recomendado um estudo mais exaustivo com o VinePAT, de modo a adaptar melhor este equipamento ao trabalho realizado no Bloco Operatório. Para isso, deveria começar-se por realizar um estudo exaustivo com sangue e tendo em conta as suas características, para que posteriormente possam ser definidas todas as condições ideais e necessárias de recolha dos dados.

Outra das hipóteses a considerar seria alterar o método espectrofotométrico por outro que melhor se adequa ao Bloco Operatório. Contudo, não há muitas aplicações direccionadas para a cirurgia de escoliose idiopática, o que poderá ser um pouco mais complicado. Apesar disto, deve haver uma interligação e partilha bastante dinâmica entre os médicos anestesistas, as enfermeiras instrumentistas e quem estiver a realizar o estudo. Só assim se poderá desenvolver algo realmente útil para todas as partes, em que o maior beneficiário será, sem dúvida, o paciente.

BIBLIOGRAFIA

Alegrete, N. 2012. MR 5: Deformidades Ortopédicas – Da Coluna Vertebral. Acta Pediátrica Portuguesa 43, N.5 (Supl. 1): S3-S5.

Asher, A. 2014. Cobb's Angle and Scoliosis. Disponível: <http://backandneck.about.com/od/c/g/cobbsangle.htm> [data da consulta: 5/16/2014]

Edler, A., Murray, D., Forbes, R. 2003. Blood loss during posterior spinal fusion surgery in patients with neuromuscular disease: is there an increased risk?. Paediatric Anaesthesia 13: 818-822.

Ghattas, P. Objective Measures for Estimating Intraoperative Blood Loss. 2012 Annual Meeting. American Osteopathic Academy of Orthopedics. Colorado Springs, Colorado. 25-28 October 2012. Poster Presentation.

Johns Hopkins Pediatric Orthopaedics. 2014. Patient Guide to Scoliosis Surgery. Disponível: http://www.hopkinsortho.org/scoliosis_surgery.html [data da consulta: 6/3/2014]

Lee, M., Ingvertsen, B., Kirpensteijn, J., Jensen, A., Kristensen, A. 2006. Quantification of Surgical Blood Loss. Veterinary Surgery 35: 388–393.

Lykissas, M., Crawford, A., Chan, G., Aronson, L., Al-Sayyad, M. 2013. The effect of tranexamic acid in blood loss and transfusion volume in adolescent idiopathic scoliosis surgery: a single-surgeon experience. Journal of Children's Orthopaedics 7: 245-249.

Martins, R., Lopes, V., Ferreira, A. 2010. Gestão da qualidade da uva: VinePAT. Enovitis Abril/Maio/Junho: 37-41.

Mayo Clinic. 2013. Diseases and Conditions – Scoliosis. Disponível: <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/scoliosis/basics/definition/con-20030140> [data da consulta: 5/27/2014].

Modi, H., Suh, S., Hong, J., Song, S., Yang, J. 2010. Intraoperative blood loss during diferente stages of scoliosis surgery: A prospective study. Scoliosis 5: 1-6.

Mooney, J., Barfield, W. 2013. Validity of Estimates of Intraoperative Blood Loss in Pediatric Spinal Deformity Surgery. Spine Deformity 1: 21-24

Neilipovitz, D. 2004. Tranexamic acid for major spinal surgery. *European Spine Journal* 13 (Suppl. 1): S62-S65.

Neilipovitz, D., Murto, K., Hall, L., Barrowman, N., Splinter, W. 2001. A Randomized Trial of Tranexamic Acid to Reduce Blood Transfusion for Scoliosis Surgery. *Anesthesia & Analgesia* 93: 82-7.

Ngo, K., Khemani, R., Choi, P., Ross, P. 2013. Tranexamic Acid Reduces PRBC Transfusion after Posterior Spine Surgery for Idiopathic Scoliosis from the Operating Room to Post-Operative Day Four. *Journal of Anesthesia & Clinical Research* 4: 1-5.

Putz, R., Pabst, R. 2006. Sobotta – Atlas de Anatomia Humana, Volume 2 - Tronco, Vísceras e Extremidade Inferior 22ª Edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp 398.

Saúde Medicina. Escoliose Lombar: Sintomas e Dores nas Costas. Disponível: <http://www.saudemedicina.com/escoliose-lombar-sintomas-dores-nas-costas/> [data de consulta: 6/14/2014].

Schorn, M. 2010. Measurement of Blood Loss: Review of the Literature. *Journal of Midwifery & Women's Health* 55 (1): 20-27.

Seeley, R., Stephens, T., Tate, P. 2003. Anatomia & Fisiologia, 6ª Edição. Lusociência, Loures, pp 1118.

Sethna, N., Zurakowski, D., Brustowicz, R., Bacsik, J., Sullivan, L., Shapiro, F. 2005. Tranexamic Acid Reduces Intraoperative Blood Loss in Pediatric Patients Undergoing Scoliosis Surgery. *Anesthesiology* 102: 727-32.

Shapiro, F., Sethna, N. 2004. Blood loss in pediatric spine surgery. *European Spine Journal* 13 (Suppl. 1): S6-S17.

Shmukler, M. 2004. Density of Blood. Disponível: <http://hypertextbook.com/facts/2004/MichaelShmukler.shtml> [data da consulta: 6/20/2014]

Simon, H. 2012. Scoliosis. Disponível: <http://umm.edu/health/medical/reports/articles/scoliosis#ixzz2qUYuHXe2> [data da consulta: 5/27/2014]

Ullrich, P. 2012. Scoliosis: What You Need to Know. Disponível: <http://www.spine-health.com/conditions/scoliosis/scoliosis-what-you-need-know> [data da consulta: 5/27/2014].

APÊNDICES

APÊNDICE A – TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS ORIGINAIS

Os dados analisados nesta secção correspondem aos recolhidos no BO de Ortopedia para as primeiras 10 cirurgias decorridas entre 14 de janeiro e 22 de abril de 2014, sendo que apenas foram incluídas as compressas que não continham soro fisiológico ou outros fluidos utilizados no campo operatório. Assim, para estas 10 cirurgias foi totalizado um conjunto de 122 compressas. Na tabela A.1 pode-se verificar a frequência dos dados utilizados para esta análise. Posteriormente, será analisada individualmente a correlação entre as três variáveis.

Tabela A.1 – Estatística descritiva das variáveis em análise, para os dados originais.

	Peso de Sangue Aproximado (g)	VisNIR	Opinião
Número de Amostras Válidas	122	122	122
Média	11,746	10557,127	1,490
Desvio-Padrão	10,679	3277,550	0,606

A.1. CORRELAÇÃO ENTRE O PESO DE SANGUE APROXIMADO E O VISNIR

Nesta secção apresentam-se os resultados obtidos para a correlação entre os valores do Peso de Sangue Aproximado, em gramas, e os valores VisNIR. Assim, primeiramente, foi realizada uma regressão linear entre ambas as variáveis, cujos valores se encontram nas tabelas A.2, A.3 e A.4. O coeficiente de correlação de 0,263 da tabela A.2, Resumo do modelo, sugere que o Peso de Sangue Aproximado (g) e os valores VisNIR obtidos têm uma correlação linear relativamente fraca. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação do Peso de Sangue Aproximado que é explicada pelos valores VisNIR obtidos é de 6,1%.

Tabela A.2 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,263	0,069	0,061	10,347

Através da tabela A.3 obteve-se um *p-value* de 0,003, o que significa que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão linear simples é significativo ($0,003 < 0,050$). Ou seja, os valores VisNIR obtidos contribuem para explicar a variação do peso de sangue obtido.

Tabela A.3 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
1	Regressão	951,280	1	951,298	8,885	0,003
	Residual	12847,825	120	107,065		
	Total	13799,123	121			

A equação de regressão pode ser obtida através da tabela Coeficientes (tabela A.4). Nesta, verifica-se que o valor de *p-value* obtido é de 0,003 o que indica que, para $\alpha = 5,0\%$, o valor do coeficiente da variável VisNIR é significativo. O modelo de regressão linear pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[\text{Peso de Sangue Aproximado}] = -0,001 \times [\text{VisNIR}] + 20,777 \quad (\text{A.1.1})$$

Tabela A.4 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	(Constante)	20,777	3,171		6,551	0,000
	VisNIR	-0,001	0,000	-0,263	-2,981	0,003

Na figura A.1 pode-se observar o modelo de regressão linear obtido, com a respectiva equação e coeficiente de regressão.

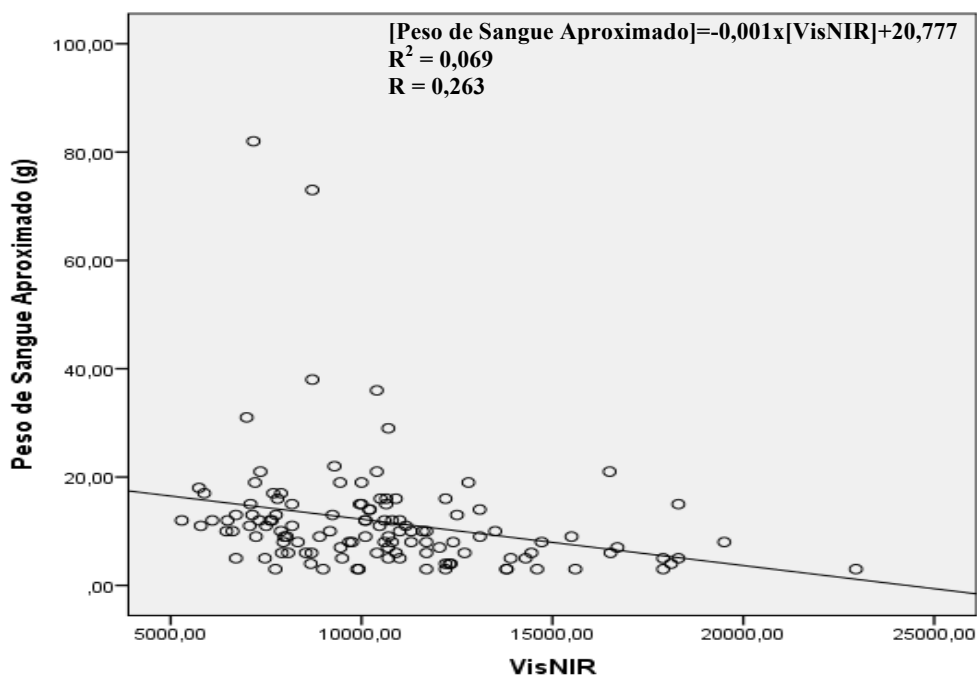


Figura A.1 – Representação da regressão linear, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR.

Posteriormente, e de modo a tentar melhorar o modelo de previsão para estas variáveis, foi realizada uma regressão quadrática. Na tabela A.5, o coeficiente de correlação de 0,267 mostra que o Peso de Sangue Aproximado (g) e os valores VisNIR obtidos têm uma correlação quadrática relativamente fraca, pouco superior à correlação linear. No entanto, o valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação do Peso de Sangue Aproximado que é explicada pelos valores VisNIR obtidos é de 5,6%, sendo um pouco inferior ao valor obtido através da regressão linear.

Tabela A.5 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,267	0,071	0,056	10,377

Pela tabela A.6, é possível verificar a obtenção de um *p-value* de 0,012 o que significa que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão quadrática é significativo. Ou seja, os valores VisNIR obtidos contribuem para explicar a variação do peso de sangue obtido.

Tabela A.6 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
1	Regressão	985,548	2	492,774	4,576	0,012
	Residual	12813,575	119	107,677		
	Total	13799,123	121			

A equação de regressão pode ser obtida através da tabela A.7. O modelo de regressão quadrático pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[\text{Peso de Sangue Aproximado}] = 3,400E - 8 \times [\text{VisNIR}]^2 - 0,002 \times [\text{VisNIR}] + 25,454 \quad (\text{A.1.2})$$

Tabela A.7 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo	Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.	
	B	Erro Padrão	Beta			
1	VisNIR	-0,002	0,002	-0,519	-1,120	0,265
	VisNIR**2	3,400E-8	0,000	0,261	0,564	0,574
	(Constante)	25,454	8,881		2,866	0,005

A figura A.2 representa o modelo de regressão quadrática obtido, com a respectiva equação e coeficiente de regressão.

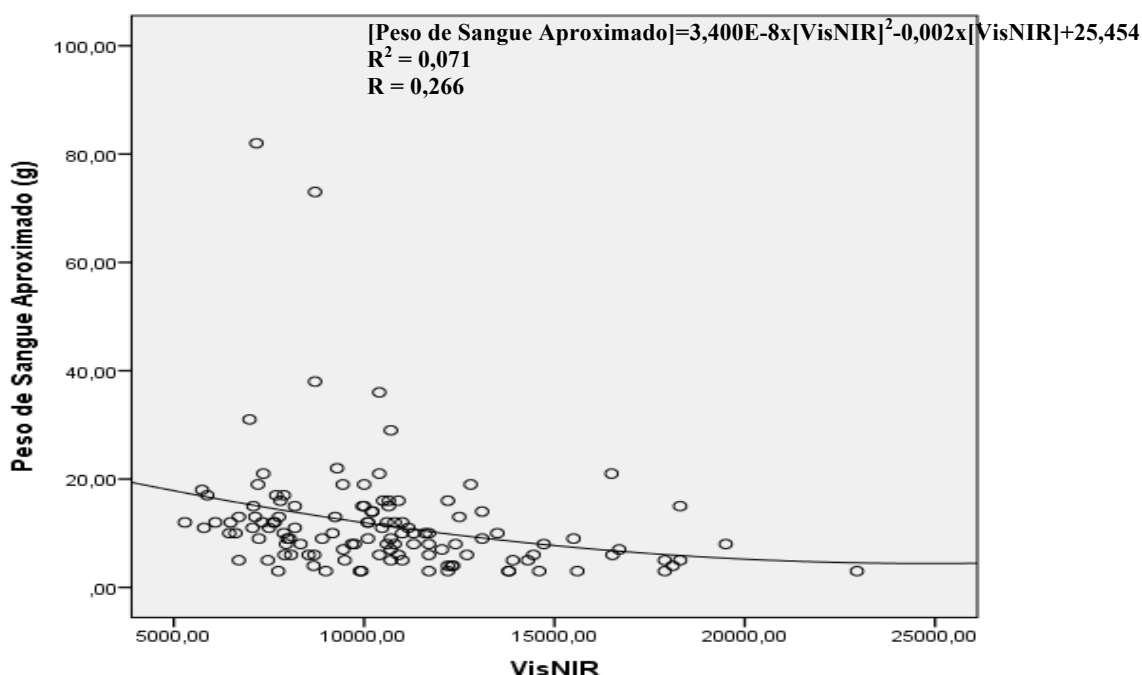


Figura A.2 – Representação da regressão quadrática, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e VisNIR.

Como se pode verificar, o modelo de regressão quadrática acaba por se adaptar melhor aos dados recolhidos, apesar de a diferença ser bastante pequena. Contudo, o diferencial mostra-se pouco relevante.

A.2. CORRELAÇÃO ENTRE O PESO DE SANGUE APROXIMADO E A OPINIÃO

De seguida encontram-se os resultados obtidos para a correlação entre os valores do Peso de Sangue Aproximado, em gramas, e a Opinião da enfermeira instrumentista. Como no caso anterior, foi realizada primeiramente uma regressão linear entre ambas as variáveis.

A tabela Resumo do modelo (tabela A.8) apresenta um coeficiente de correlação de 0,637, o que sugere que o Peso de Sangue Aproximado (g) e a Opinião da enfermeira instrumentista têm uma correlação linear significativa. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação do Peso de Sangue Aproximado que é explicada pela Opinião da enfermeira instrumentista é de 40,1%.

Tabela A.8 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo	R	R ²	R ² Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,637	0,406	0,401	8,265

Na tabela relativa à análise de variância (tabela A.9) está representado um *p-value* de 0,000, o que significa que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão linear simples é significativo. Ou seja, a Opinião recolhida contribui para explicar a variação do Peso de Sangue Aproximado.

Tabela A.9 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
1	Regressão	5602,076	1	5602,076	82,011	0,000
	Residual	8197,047	120	68,309		
	Total	13799,123	121			

Através da tabela A.10 pode ser obtida a equação de regressão. Pode-se ainda verificar que o valor de *p-value* obtido é de 0,000 indicando que, para $\alpha = 5,0\%$, o valor do coeficiente da variável Opinião é significativo. O modelo de regressão linear pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[\text{Peso de Sangue Aproximado}] = 11,221 \times [\text{Opinião}] - 4,994 \quad (\text{A.2.1})$$

Tabela A.10 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	(Constante)	-4,994	1,994		-2,504	0,014
	Opinião	11,221	1,239	0,637	9,056	0,000

Na figura A.3 está apresentado o modelo de regressão linear obtido, com a respectiva equação e coeficiente de regressão.

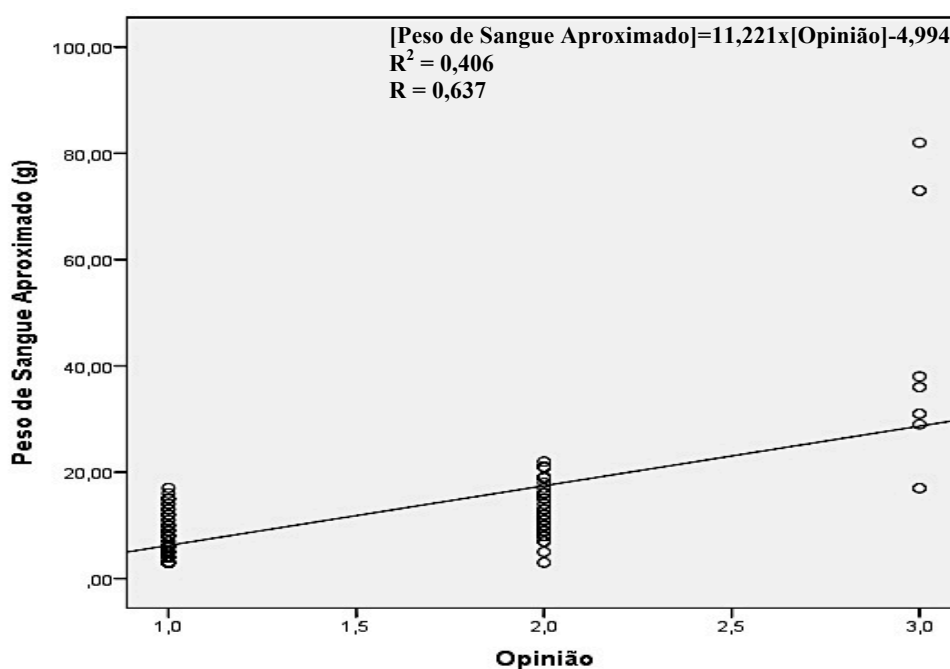


Figura A.3 – Representação da regressão linear, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião.

Seguidamente são apresentadas as tabelas resultantes da regressão quadrática para as variáveis em análise.

O coeficiente de correlação de 0,776 identificado na tabela A.11 mostra que o Peso de Sangue Aproximado (g) e a Opinião da enfermeira instrumentista têm uma correlação quadrática relativamente forte, e superior à correlação linear. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação do Peso de Sangue Aproximado que é explicada pela Opinião da enfermeira instrumentista é de 59,6%.

Tabela A.11 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo	R	R ²	R ² Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,776	0,602	0,596	6,791

A tabela A.12 mostra a obtenção de um *p-value* de 0,000 significando que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão quadrática é significativo. Ou seja, a Opinião recolhida contribui para explicar a variação do peso de sangue obtido.

Tabela A.12 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.	
1	Regressão	8311,665	2	4155,833	90,123	0,000
	Residual	5487,458	119	46,113		
	Total	13799,123	121			

A equação de regressão pode ser obtida através da tabela Coeficientes (tabela A.13). O modelo de regressão quadrático pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[\text{Peso de Sangue Aproximado}] = 12,864 \times [\text{Opinião}]^2 - 33,477 \times [\text{Opinião}] + 28,366 \quad (\text{A.2.2})$$

Tabela A.13 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	Opinião	-33,477	5,919	-1,901	-5,656	0,000
	Opinião**2	12,864	1,678	2,576	7,665	0,000
	(Constante)	28,366	4,650		6,100	0,000

Na figura A.4 encontra-se representado o modelo de regressão quadrática obtido, com a respectiva equação e coeficiente de regressão.

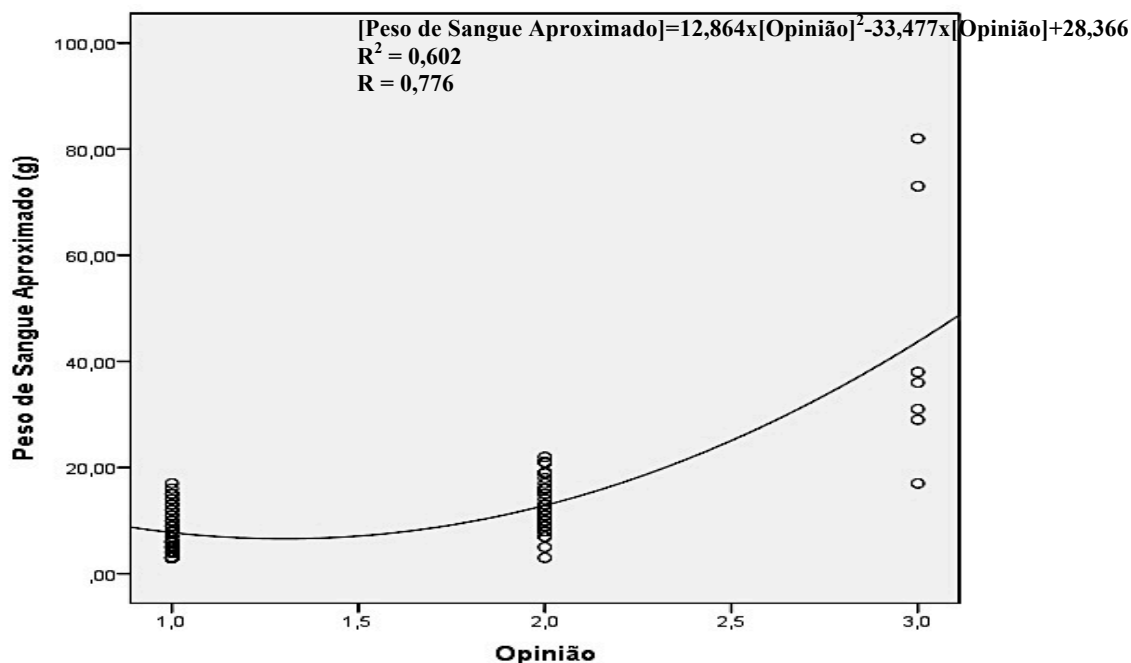


Figura A.4 – Representação da regressão quadrática, para as variáveis Peso de Sangue Aproximado e Opinião.

Como se pode verificar, o modelo de regressão quadrática adapta-se melhor aos dados recolhidos, sendo a diferença relevante.

Através dos resultados obtidos para ambas as variáveis, é possível verificar que a variável Opinião é bastante subjetiva. Isto porque as figuras A.3 e A.4 mostram que não há uma clara divisão dos dados de acordo com a escala estabelecida para a Opinião. Deste modo, a fiabilidade dos dados está relacionada, para além do nível de experiência, do número de cirurgias de EIA realizadas pela enfermeira instrumentista.

Assim, demonstra-se que a opinião da enfermeira instrumentista, embora documentada como um dos métodos utilizados no BO, é bastante relativa e subjetiva.

A.3. CORRELAÇÃO ENTRE O VISNIR E A OPINIÃO

No seguimento das secções anteriores, posteriormente são apresentados os resultados obtidos para a correlação entre o VisNIR e a Opinião da enfermeira instrumentista. Tal como nos casos anteriores, foi primeiramente realizada uma regressão linear entre ambas as variáveis.

O coeficiente de correlação de 0,357 apresentado na tabela A.14 sugere que os valores VisNIR obtidos e a Opinião da enfermeira instrumentista têm uma correlação linear relativamente fraca. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação dos valores VisNIR obtidos que é explicada pela Opinião é de 12,0%.

Tabela A.14 – Resumo do modelo, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,357	0,128	0,120	3074,113

Através da tabela A.15 verifica-se a obtenção de um *p-value* de 0,000, o que significa que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão linear simples é significativo. Ou seja, a Opinião recolhida através da enfermeira instrumentista contribui para explicar a variação dos valores VisNIR obtidos.

Tabela A.15 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.	
1	Regressão	165802094,0	1	165802094,0	17,545	0,000
	Residual	1134020634	120	9450171,948		
	Total	1299822728	121			

A equação de regressão pode ser obtida através da tabela Coeficientes (tabela A.16). Aqui pode-se verificar que o valor de *p-value* obtido é de 0,000 o que indica que, para $\alpha=5,0\%$, o valor do coeficiente da variável Opinião é significativo. O modelo de regressão linear pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[VisNIR] = -1930,434 \times [Opinião] + 13436,955 \quad (A.3.1)$$

Tabela A.16 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	(Constante)	13436,995	741,726		18,116	0,000
	Opinião	-1930,434	460,871	-0,357	-4,189	0,000

A figura A.5 apresenta o modelo de regressão linear obtido, com a respectiva equação e coeficiente de regressão.

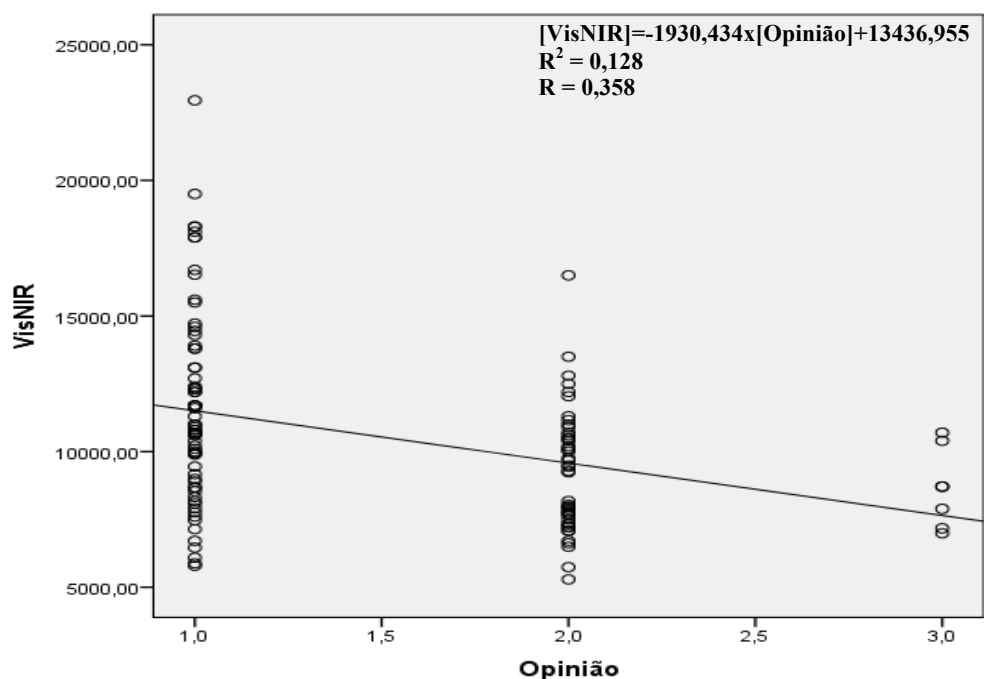


Figura A.5 – Representação da regressão linear, para as variáveis VisNIR e Opinião.

Posteriormente encontram-se os resultados obtidos da regressão quadrática para as variáveis em análise.

A tabela Resumo do modelo (tabela A.17) apresenta um coeficiente de correlação de 0,370 e mostra que os valores VisNIR obtidos e a Opinião da enfermeira instrumentista têm uma correlação quadrática relativamente fraca, mas um pouco superior à correlação linear. O valor de R^2 ajustado indica que a proporção da variação dos valores VisNIR obtidos que é explicada pela Opinião é de 12,2%.

Tabela A.17 – Resumo do modelo, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo	R	R^2	R^2 Ajustado	Erro Padrão da Estimativa
1	0,370	0,137	0,122	3070,429

Pela tabela A.18 pode-se verificar a obtenção de um *p-value* de 0,000, o que indica que, para $\alpha = 5,0\%$, o modelo de regressão quadrática é significativo. Ou seja, a Opinião da enfermeira instrumentista recolhida contribui para explicar a variação dos valores VisNIR obtidos.

Tabela A.18 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.	
1	Regressão	177946232,9	2	88973116,43	9,438	0,000
	Residual	1121876495	119	9427533,571		
	Total	1299822728	121			

A equação de regressão pode ser obtida através da tabela A.19. O modelo de regressão quadrático pode ser, então, descrito através da seguinte equação:

$$[VisNIR] = 861,233 \times [Opinião]^2 - 4922,855 \times [Opinião] + 15670,322 \quad (A.3.2)$$

Tabela A.19 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo	Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.	
	B	Erro Padrão	Beta			
1	Opinião	-4922,855	2676,446	-0,911	-1,839	0,068
	Opinião**2	861,233	758,816	0,562	1,135	0,259
	(Constante)	15670,322	2102,614		7,453	0,000

Na figura A.6 encontra-se representado o modelo de regressão quadrática obtido, com a respectiva equação e coeficiente de regressão.

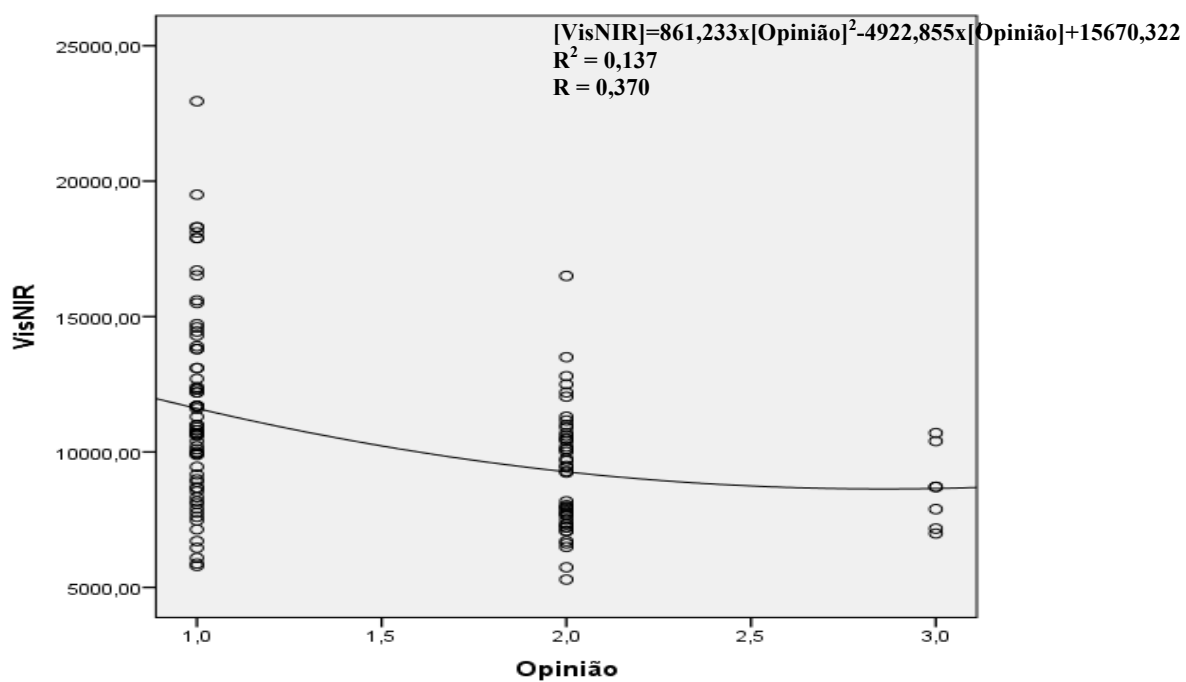


Figura A.6 – Representação da regressão quadrática, para as variáveis VisNIR e Opinião.

APÊNDICE B – TABELAS RELATIVAS AO TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS
APÓS REMOÇÃO DOS PONTOS DISCREPANTES

Os dados analisados correspondem aos recolhidos no BO de Ortopedia para as primeiras 10 cirurgias decorridas entre 14 de janeiro e 22 de abril de 2014, sendo que apenas foram incluídas as compressas que não continham soro fisiológico ou outros fluidos utilizados no campo operatório. Nesta secção encontram-se as tabelas obtidas através do *software* IBM SPSS Statistics v.20 para o tratamento dos dados após a remoção dos pontos discrepantes.

B.1. CORRELAÇÃO ENTRE O PESO DE SANGUE APROXIMADO E O VISNIR

Tabela B.1 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
1	Regressão	385,036	1	385,036	9,959	0,002
	Residual	4523,250	117	38,660		
	Total	4908,286	118			

Tabela B.2 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	(Constante)	16,839	2,023		8,325	0,000
	VisNIR	-0,001	0,000	-0,280	-3,156	0,002

Tabela B.3 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
1	Regressão	387,887	2	193,943	4,977	0,008
	Residual	4520,399	116	38,969		
	Total	4908,286	118			

Tabela B.4 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e o VisNIR.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	VisNIR	-0,001	0,001	-0,422	-0,794	0,429
	VisNIR**2	1,254E-8	0,000	0,144	0,270	0,787
	(Constante)	18,436	6,242		2,954	0,004

B.2. CORRELAÇÃO ENTRE O PESO DE SANGUE APROXIMADO E A OPINIÃO

Tabela B.5 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e Opinião.

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
1	Regressão	2180,136	1	2180,136	93,498	0,000
	Residual	2728,149	117	23,318		
	Total	4908,286	118			

Tabela B.6 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	(Constante)	-0,191	1,212		-0,157	0,875
	Opinião	7,415	0,767	0,666	9,669	0,000

Tabela B.7 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
1	Regressão	2680,386	2	1340,193	69,780	0,000
	Residual	2227,900	116	19,206		
	Total	4908,286	118			

Tabela B.8 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o Peso de Sangue Aproximado e a Opinião.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	Opinião	-13,381	4,314	-1,203	-3,237	0,002
	Opinião**2	6,142	1,204	1,896	5,104	0,000
	(Constante)	15,062	3,184		4,730	0,000

B.3. CORRELAÇÃO ENTRE O VISNIR E A OPINIÃO

Tabela B.9 – Análise de variância, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
1	Regressão	130941262,7	1	130941262,7	15,320	0,000
	Residual	1000003685	117	8547040,046		
	Total	1130944948	118			

Tabela B.10 – Coeficientes, resultante da regressão linear, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	(Constante)	13169,515	733,512		17,954	0,000
	Opinião	-1817,326	464,304	-0,340	-3,914	0,000

Tabela B.11 – Análise de variância, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo		Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
1	Regressão	142174627,6	2	71087313,79	8,340	0,000
	Residual	988770320,4	116	8523882,073		
	Total	1130944948	118			

Tabela B.12 – Coeficientes, resultante da regressão quadrática, para o VisNIR e a Opinião.

Modelo		Coeficientes não Padronizados		Coeficientes Padronizados	t	Sig.
		B	Erro Padrão	Beta		
1	Opinião	-4933,640	2753,910	-0,924	-1,792	0,076
	Opinião**2	920,419	801,769	0,592	1,148	0,253
	(Constante)	15455,150	2121,474		7,285	0,000

ANEXOS

ANEXO A – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO



Instalações de
Oeiras

Signature Not
Verified

Digitally signed by
LABMETRO ONLINE
Date: 2014.02.07
13:48:29 +00:00
Reason: Documento
aprovado
electronicamente

Laboratório de Calibração em
Metrologia Física



Certificado de Calibração

Data: 2014.02.05

Certificado n.º CMAS 201/14

Página 1 de 2

Equipamento

Balança

Marca: Mettler

Intervalo de indicação: 0 a 6000 g

Modelo: BD6000

Indicação: Digital

Nº ident.: 011822

Resolução: 1 g

Nº série: 11024AD

Cliente

Centro Hospitalar do Porto, E.P.E. - Química Clínica

Largo Professor Abel Salazar

4099-001 Porto

Data de

2014.01.17

Calibração

Condições
Ambientais

Temperatura: 22,2 °C

Humidade relativa: 42,1 %

Procedimento

LABMETRO PO.M - DM / MAS 001 Edição L

Rastreabilidade

Conjunto de massas padrão LM49, classe E1, rastreado ao IPQ

Local de ensaio

Instalações do cliente

Estado do

Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados

Equipamento

Resultados

Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.

"A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão $k=XX$, o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02."

Calibrado por

Carlos Eduardo Pinto

Responsável pela Validação

Antonieta Costa (Responsável Técnico)

Certificado de Calibração

Certificado n.º CMAS 201/14

Página 2 de 2

Resultados:

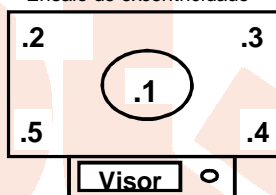
Valor de referência (g)	Valor do equipamento (g)	Erro (g)	Incerteza expandida ± (g)	Fact. exp. k
0	0	0	0,58	2,00
10	10	0	0,58	2,00
20	20	0	0,58	2,00
60	60	0	0,58	2,00
100	100	0	0,73	2,07
150	149	-1	0,73	2,07
200	199	-1	0,58	2,00
500	499	-1	0,58	2,00
700	699	-1	0,58	2,00
1.000	999	-1	0,58	2,00

O Valor do equipamento é a média resultante de 5 leituras.

Excentricidade Máx. (200 g) = 0 g

O valor da excentricidade máxima, é calculado como a maior diferença de erros de indicação entre os cantos e o centro por aplicação excêntrica de uma carga.

Ensaio de excentricidade



Valor do equipamento (g)

1.	199
2.	199
3.	199
4.	199
5.	199

Foi efectuado um ensaio prévio à carga de 500 g, onde se encontrou um erro de -1 g.

Seguidamente foi efectuada a regulação do equipamento segundo as instruções do fabricante.

A regulação do equipamento foi realizada com uma massa do ISQ.

Calibrado por



Carlos Eduardo Pinto

Responsável pela Validação



Antonieta Costa (Responsável Técnico)