

Francisco João Marques Maligno da Silva

**“Sistema *KaVo*® *PREPAssistant*
Estudo da Fiabilidade”**

MONOGRAFIA DE INVESTIGAÇÃO

U. PORTO



FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

2014

MONOGRAFA DE INVESTIGAÇÃO
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

“Sistema *KaVo*® *PREPAssistant* Estudo da Fiabilidade”

Francisco João Marques Maligno da Silva

Estudante do 5º ano do Mestrado Integrado da FMDUP

[*francisco-msilva@hotmail.com*](mailto:francisco-msilva@hotmail.com)

Orientador: João Carlos Antunes Sampaio Fernandes

Professor Catedrático da FMDUP

Orientador: Paulo Jorge Rocha Almeida

Mestre em Reabilitação Oral pela FMDUP



2014

"Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana seja apenas outra alma humana."

Carl Gustav Jung

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor João Carlos Antunes Sampaio Fernandes, pelo apoio, dedicação e total disponibilidade na partilha do seu conhecimento científico.

Ao meu corientador, Mestre Paulo Jorge Rocha Almeida, por todo o apoio que disponibilizou para a realização desta tese. Os seus conhecimentos foram fundamentais para a elaboração desta investigação.

À minha Mãe, Estrela Maria Rodrigues Marques da Silva, por todo o apoio e força que sempre me deu ao longo destes cinco anos de curso.

Ao meu Pai, Francisco Manuel Maligno da Silva, por todos os ensinamentos de vida que me passou e que fazem de mim aquilo que sou hoje.

Aos meus primos, Pedro Nuno Pinto da Silva Ramos e Maria Pinto da Silva Ramos, pela motivação que sustenta a minha vontade de continuar a trabalhar.

Aos meus avós, por todos os valores que me passaram e por nunca duvidarem das minhas capacidades.

A toda a minha família, que soube sempre me acolher nos momentos difíceis ao longo destes cinco anos.

Ao Engenheiro Paulo Aguiar, pela disponibilidade com que me recebeu no Centro de Formação Profissional da Indústria da Fundição. O seu contributo foi fundamental na execução desta tese.

Ao Prof. Doutor José António pelo apoio na análise estatística.

Ao Sr. Victor Correia, pelo apoio que me deu na concretização do trabalho.

Ao Dr. Manuel Sampaio Fernandes, pelo apoio cedido na realização da tese.

À Dona Ana, funcionária da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, pela disponibilidade com que me recebeu no departamento de Anatomia e Histologia Dentária para a realização das medições com o micrómetro.

A todos os meus amigos e amigas, pela força, boa disposição e amizade.

RESUMO

Introdução: O Sistema *KaVo® PREPAssistant* consiste num *scanner* ótico que produz imagens bidimensionais e tridimensionais das preparações dentárias realizadas pelos estudantes e compara com a preparação ideal, concebida pelo docente. Assim que é produzida e gravada a imagem bidimensional e tridimensional da preparação realizada pelo docente, o protocolo de utilização do sistema para avaliação das preparações dos estudantes pode ser resumido em 4 pontos: preparação em dente *KaVo®* no fantoma, remoção do dente preparado, colocação do dente preparado no recetáculo específico, e leitura ótica da preparação. A fiabilidade do Sistema *Kavo® PrepAssistant*, pode influenciar os dois últimos pontos, por um lado pela intervenção do operador na colocação dos dentes no recetáculo, e por outro devido ao processo de leitura das preparações pelo próprio sistema.

Objetivos: Determinar a fiabilidade do Sistema *KaVo® PREPAssistant* através do estudo do erro de medição, repetibilidade e reprodutibilidade.

Material e Métodos: Esferas metálicas calibradas de diâmetros 6 mm, 8 mm e 10 mm coladas na porção coronária de dentes *KaVo® 37* foram utilizadas como corpos de prova. Para o estudo do erro de medição procedeu-se à comparação da medição do diâmetro da esfera de 10 mm recorrendo a aparelhos de medida com diferentes precisões: micrómetro *Mitutoyo® 293-521*, *scanner* de superfície *DEA GLOBAL Silver Performance®* e o *scanner* ótico *KaVo® PREPAssistant*. Para o estudo da repetibilidade do sistema procedeu-se a leituras óticas sucessivas sem a intervenção do operador entre elas. Para o estudo da reprodutibilidade procedeu-se a leituras óticas sucessivas intervindo o operador na recolocação dos corpos de prova no recetáculo entre cada leitura. Para a análise estatística recorreu-se a histogramas, “normal Q-Q plots”, “box plots” e ao teste de Shapiro-Wilk. Foram também analisadas medidas de dispersão da amostra.

Resultados: Os parâmetros erro de medição (0,03 mm), repetibilidade (0,04 mm) e reprodutibilidade (0,06 mm) demonstraram estar abaixo do intervalo limite aceitável (0,1-0,2 mm), a partir do qual a visão humana percebe diferenças.

Conclusões: Os resultados obtidos suportam outros estudos previamente realizados evidenciando a fiabilidade do sistema na avaliação pré-clínica dos estudantes.

Palavras-chave: *KaVo PREPAssistant*, reliability, accuracy, repeatability, reproducibility

ABSTRACT

Introduction: The *PREPAssistant KaVo® system* is an optical scanner that produces two-dimensional and three-dimensional images of the preparations made by dental students and compares them with the ideal preparation, designed by the teacher. The protocol for using the system to review the preparations of the students can be summarized in four points: *KaVo®* tooth preparation in the phantom, removal of the prepared tooth, placement of the prepared tooth in the specific receptacle, and scanning the preparation. The reliability of the system *PREPAssistant Kavov®*, may influence the final two points, in part by the intervention of the operator in placing the tooth in the receptacle, in another due to the scanning of the preparation process by the system itself.

Objectives: To determine the reliability of the system *KaVo® PREPAssistant* through the study of measurement error, repeatability and reproducibility.

Methodology: Calibrated metal balls (6 mm, 8 mm and 10 mm diameter) glued on the coronal portion of *KaVo®* 37 teeth were used as specimens. To study the measurement error we proceeded to compare the measurement of sphere (10 mm) using measuring devices with different precisions: *Mitutoyo®* micrometer 293-521, the surface scanner *DEA GLOBAL Silver Performance®* and the optical scanner *KaVo® PREPAssistant*. To study the repeatability of the system we proceeded to successive optical scans without operator intervention between them. To study the reproducibility we proceeded to successive optical scans intervening operator in replacement of the specimens in the receptacle between each reading. For statistical analysis we used histograms, "Normal QQ plots", "box plots" and the Shapiro-Wilk test. It was also analysed the sample dispersion.

Results: The error of measurement (0.03 mm) repeatability (0.04 mm) and reproducibility (0.06 mm) parameters showed to be below the acceptable threshold range (0.1-0.2 mm) from which the human eye perceives differences.

Conclusions: The results support other studies previously conducted demonstrating the reliability of the system in pre-clinical evaluation of students.

Keywords: KaVo PREPAssistant, reliability, accuracy, repeatability, reproducibility

ÍNDICE

RESUMO	IV
ABSTRACT	V
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Descrição do Sistema <i>KaVo® PREPAssistant</i>	1
1.2. <i>Scanner</i> ótico <i>KaVo® PREPAssistant</i>	1
1.3. <i>Software KaVo PREPAssistant®</i>	2
1.4. Vantagens do Sistema <i>KaVo® PREPAssistant</i>	3
1.5. Desvantagens do Sistema <i>KaVo® PREPAssistant</i>	3
1.5.1. Erro da medição.....	4
1.5.2. Repetibilidade.....	4
1.5.3. Reprodutibilidade.....	4
2. MATERIAL E MÉTODOS	6
2.1. Obtenção dos corpos de prova	6
2.2. Calibração dos corpos de prova	6
2.2.1. Medição com o Micrómetro digital <i>Mitutoyo® 293-521</i>	6
2.2.2. Medição com o <i>Scanner</i> de Superfície <i>DEA GLOBAL Silver Performance®</i>	6
2.3. Leitura ótica com o <i>Sistema KaVo® PREPAssistant</i>	8
Tabela I – Aspetos a investigar e os respetivos intervalos de valores aceitáveis	8
2.3.1. Erro de medição.....	8
2.3.2. Repetibilidade e reprodutibilidade	9
2.4. Medições	9
2.4.1. Medições no <i>Software 3D-Tool®</i> para estudo do erro de medição.....	9
2.4.2. Medições no <i>Software KaVo® PREPAssistant</i> para estudo da repetibilidade e reprodutibilidade.....	10
2.5. Análise estatística.....	11
2.5.1. Variável Esfericidade – <i>Scanner</i> de superfície.....	11
2.5.2. Variável Diâmetro da Esfera – <i>Scanner</i> de superfície.....	12
2.5.3. Determinação do Erro de medição	12
2.5.4. Determinação da Repetibilidade e Reprodutibilidade.....	12
3. RESULTADOS	14
3.1. Micrómetro.....	14
3.2. <i>Scanner</i> de Superfície	14
3.2.1. Diâmetro da esfera.....	14

3.2.2. Esfericidade da esfera.....	15
Caraterísticas da amostra	15
Tabela II – Análise estatística do parâmetro “ <i>esfericidade</i> ”	15
3.3. <i>Scanner Ótico KaVo® PREPAssistant</i>	16
3.3.1. Erro de medição.....	16
3.3.2. Repetibilidade e reprodutibilidade	16
4. DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
ANEXOS	22
Anexo 1 - Medições do diâmetro e esfericidade no PC-DMIS Adaptive Scanning	24
Anexo 2 – Medições do diâmetro da esfera com o Software 3D-Tool	29
Anexo 3 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições1R.....	30
Anexo 4 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições2R.....	31
Anexo 5 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições3R.....	32
Anexo 6 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições1	33
Anexo 7 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições2	34
Anexo 8 - Distribuição normal dos dados – Variável Medições3	35
Anexo 9 – Declaração.....	36
Anexo 10 – Parecer do Orientador	37

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A subjetividade dos critérios de avaliação na atividade pré-clínica de medicina dentária constitui uma das principais preocupações na atribuição da classificação aos estudantes.

De forma a contrariar este fenómeno, diversos sistemas de avaliação pré-clínica das preparações dentárias têm sido desenvolvidos para a educação em medicina dentária. O sistema *PREPAssistant* (fabricado pela *KaVo*® em Biberach, Alemanha) constitui um exemplo de um sistema digital utilizado ainda hoje com essa finalidade.¹

1.1. Descrição do Sistema *KaVo*® *PREPAssistant*

O sistema de avaliação pré-clínica *KaVo*® *PREPAssistant* consiste numa unidade de leitura ótica que produz imagens tridimensionais e bidimensionais e por um *software* que permite a análise dessas mesmas imagens no computador.²

Deste modo, os estudantes podem analisar objetivamente as suas preparações dentárias comparando-as com a preparação do professor, obtendo um *feedback* imediato do seu procedimento.³

1.2. Scanner ótico *KaVo*® *PREPAssistant*

O sistema *Kavo*® *PREPAssistant* (Fig. 1) utiliza um recetáculo específico para dentes de acrílico *KaVo*® que permite aos estudantes colocarem a sua própria preparação para ser submetida a leitura ótica. O *scan* é realizado por um sensor fotográfico através de diferentes incidências e angulações de projeção de luz, permitindo a aquisição de imagens 3D, passíveis de serem seccionadas em cortes 2D com o *software*



Fig. 1 – Sistema *KaVo*® *PREPAssistant*

apropriado.^{2,4}

Segundo o fabricante, o sistema *KaVo® PREPAssistant* permite a análise das preparações numa resolução de 20 µm, sendo a duração do processo de leitura de aproximadamente 2 minutos.^{2,3}

1.3. *Software KaVo PREPAssistant®*

O *software* do sistema *KaVo® PREPAssistant* (Fig. 2) apresenta-se em quatro janelas, duas superiores (que fazem referencia à preparação dentária do instrutor) e duas inferiores (que se referem à preparação do aluno).⁵

O programa dispõe de uma barra de ferramentas que permite avaliar as imagens bidimensionais secionadas nos diferentes planos do espaço, com critérios específicos: posição, distância e ângulos.

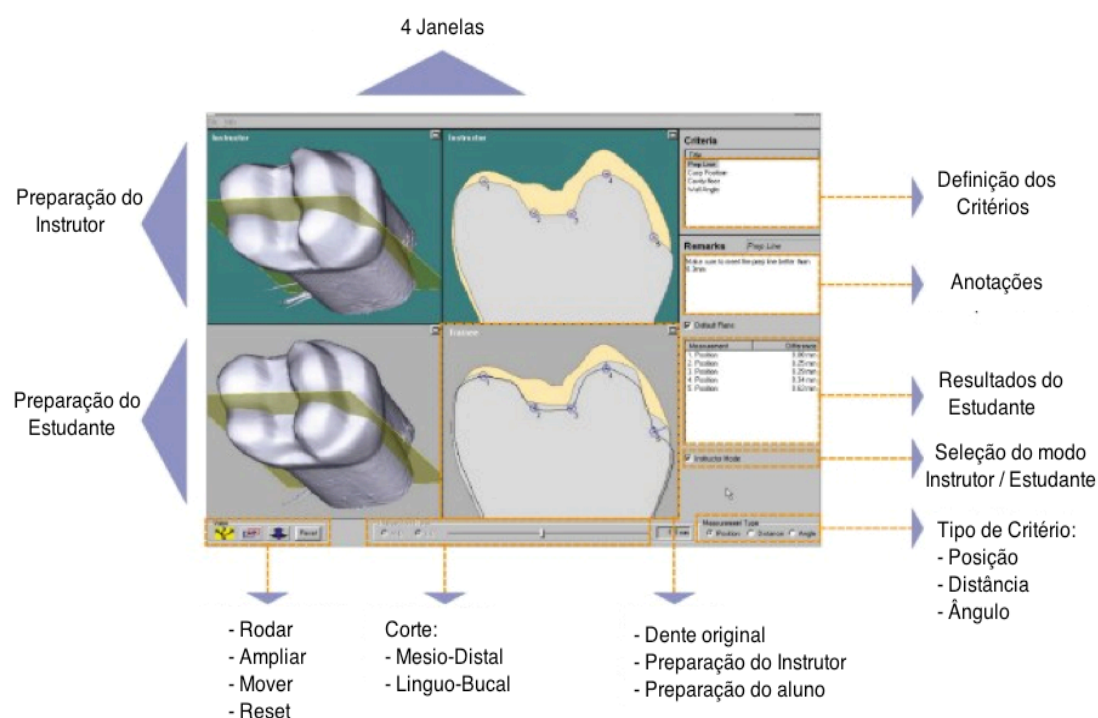


Fig. 2 – Disposição do *Software KaVo® PREPAssistant*

1.4. Vantagens do Sistema *KaVo® PREPAssistant*

As principais vantagens do sistema prendem-se com a finalidade para que este aparelho foi idealizado. Uma avaliação mais objetiva e justa das preparações dentárias, a possibilidade de observar e avaliar quantitativamente os desvios da preparação ideal e o facto de permitir aos alunos autoavaliar o seu trabalho no seu computador constituem os principais aspetos positivos do sistema.^{3,5}

Diversos estudos têm sido realizados com a finalidade de perceber o *feedback* dos estudantes com estes métodos de avaliação, tendo-se concluído que este tipo de sistemas influenciam a motivação dos alunos na aprendizagem e desenvolvimento do seu sentido crítico.⁴

1.5. Desvantagens do Sistema *KaVo® PREPAssistant*

A principal desvantagem do *Sistema KaVo® PREPAssistant* encontra-se associada ao investimento monetário na compra do equipamento.⁵

Segundo um estudo publicado por Cardoso *et al.* foi possível criar uma fórmula de avaliação das preparações dentárias, resultando 70% da nota final de uma avaliação alicerçada em parâmetros objetivos e 30% subjetivos.⁶ A subjetividade que subsiste na avaliação constitui uma desvantagem e deve-se principalmente à impossibilidade de avaliar criteriosamente a rugosidade de superfície da preparação e a geometria da linha de acabamento.⁴

A última desvantagem documentada na literatura diz respeito ao número reduzido de estudos que se debruçam sobre a fiabilidade do *Sistema KaVo® PREPAssistant*.^{5,7}

Para o estudo da fiabilidade é necessário entender os conceitos “erro de medição”, “repetibilidade” e “reprodutibilidade”:

1.5.1. Erro da medição

“Diferença algébrica entre o resultado da medição e o valor verdadeiro da mensuranda (grandeza particular submetida à medição). Uma vez que o valor verdadeiro não é determinável, na prática é usado um valor convencionalmente verdadeiro. Quando é necessário distinguir "erro" de "erro relativo", o primeiro é por vezes chamado "erro absoluto de medição". Este não deve ser confundido com valor absoluto do erro, que é o módulo do erro.”⁸

1.5.2. Repetibilidade

“Aproximação entre os resultados de medições sucessivas de uma mesma mensuranda, efetuadas nas mesmas condições de medição. Estas condições são designadas por condições de repetibilidade, que incluem: o mesmo procedimento de medição; o mesmo observador; o mesmo instrumento de medição, usado nas mesmas condições; o mesmo local; a repetição deve ser realizada durante um curto intervalo de tempo.”⁸

Para medir a repetibilidade e reprodutibilidade utiliza-se a incerteza de medição. Este termo diz respeito ao: “parâmetro associado ao resultado da medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser razoavelmente atribuídos à mensuranda. Este parâmetro pode ser, por exemplo, o desvio-padrão (ou um seu múltiplo).”⁸

É comum confundir este termo com exatidão de medição. No entanto, este último refere-se a um conceito qualitativo e portanto, não deverá ser referido quantitativamente com números, como frequentemente acontece.

1.5.3. Reprodutibilidade

“Aproximação entre os resultados das medições da mesma mensuranda efetuada com alteração das condições da medição. As alterações que se consideram incluem o princípio e o método de medição, o observador, o instrumento, o padrão de

referência, o local, as condições de utilização e o tempo.”⁸ É importante ter em conta que um correto estudo da reprodutibilidade exige a especificação das condições experimentais que diferem.

A medida de reprodutibilidade é o desvio padrão.

O objetivo do trabalho consiste na determinação da fiabilidade do Sistema *KaVo® PREPAssistant* através do estudo do erro de medição, repetibilidade e reprodutibilidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção dos corpos de prova

Os corpos de prova consistem em esferas metálicas calibradas de diâmetros 10 mm (E10), 8 mm (E8) e 6 mm (E6) coladas na porção cervical de um dente *KaVo®* 37 (Classificação FDI) que foi sujeito a um secionamento da sua porção coronária.

2.2. Calibração dos corpos de prova

De forma a assegurar que se encontravam calibrados recorreu-se a dois aparelhos de medição com diferentes níveis de precisão: o micrómetro e o *scanner* de superfície ou de contato.

2.2.1. Medição com o Micrómetro digital *Mitutoyo® 293-521*

Com o desenvolvimento da tecnologia os micrómetros digitais tomaram o seu lugar no mercado, tendo sido utilizado no presente estudo o micrómetro digital *Mitutoyo® 293-521* com uma precisão de 0,001 mm.

Antes de proceder a qualquer medição começou-se por calibrar o instrumento segundo as instruções do fabricante.

Para medição das distâncias internas lineares dos corpos de prova (diâmetro) começou-se por colocar as esferas entre as faces da bigorna e da ponta móvel do instrumento. De seguida, girou-se o tambor até que as faces encostassem suavemente no objeto.

2.2.2. Medição com o *Scanner* de Superfície *DEA GLOBAL Silver Performance®*

De forma a assegurar com maior precisão o diâmetro das esferas foi utilizado um aparelho de medida de alta precisão – *DEA GLOBAL Silver Performance* da

Hexagon®. Começou-se por calibrar o *scanner* (Fig. 3 e Fig. 4), antes de realizar qualquer medição.

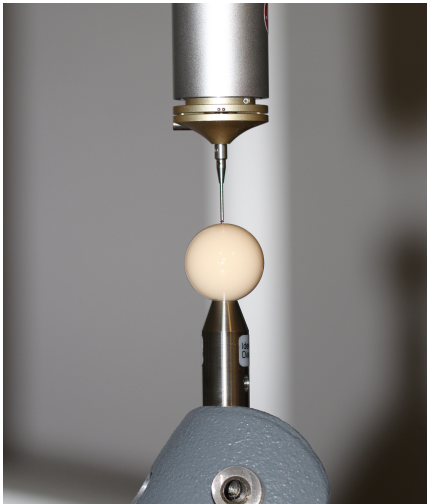


Fig. 3 – Calibração do *scanner* de superfície no plano vertical



Fig. 4 – Calibração do *scanner* de superfície no plano horizontal

A E10 foi então sujeita a 20 leituras, sem intervenção do operador entre elas. Para o cálculo do parâmetro esfericidade e das distâncias internas lineares que intersejam o centro da esfera foi utilizado o *software PC-DMIS Adaptive Scanning* tendo os resultados sido apresentados sob a forma de tabela no Anexo 1.

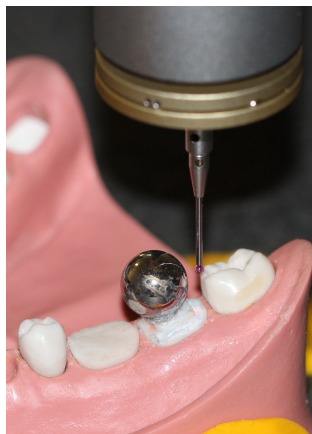


Fig. 5 – Leitura de superfície do corpo de prova

2.3. Leitura ótica com o Sistema *KaVo® PREPAssistant*

Baseando-se a leitura ótica na projeção de luz com diferentes incidências e angulações e tendo em conta que as esferas metálicas apresentavam uma superfície refletora foi necessário recorrer a um *spray* (*CEREC Optispray, Sirona®*) para digitalização ótica, de forma a garantir que a radiação não era refletida e a leitura era devidamente realizada. (Fig. 6 e Fig. 7) Começou-se então por limpar e secar bem a superfície do corpo de prova e colocou-se na cabeça do *spray* a cânula até que a marcação colorida desaparecesse. Procedeu-se à sua aplicação a uma distância de 10-15 mm, tal como recomenda o fabricante.

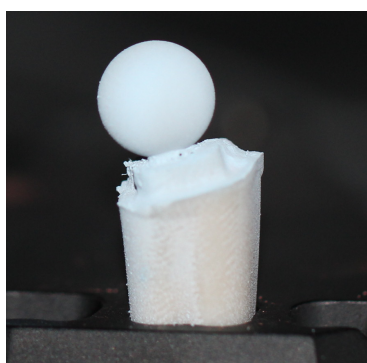


Fig. 6 – Corpo de prova após aplicação do *spray*



Fig. 7 – *CEREC Optispray, Sirona®*

De forma a facilitar a metodologia de trabalho decidiu-se investigar 2 aspetos separadamente (Tabela I).

Tabela I – Aspetos a investigar e os respetivos intervalos de valores aceitáveis

Aspeto 1	Erro de medição do sistema <i>KaVo® PREPAssistant</i>	[0 – 200] μm
Aspeto 2	Repetibilidade e Reprodutibilidade do sistema <i>KaVo® PREPAssistant</i>	[0 – 200] μm

2.3.1. Erro de medição

Para estudar o erro de medição considerou-se o valor médio das medições da variável “*Diâmetro da esfera medido com o Scanner de Superfície*” como o “valor convencionalmente verdadeiro”. Tendo em conta o valor médio da esfericidade da esfera procedeu-se à leitura de superfície de E10 20 vezes, sem intervenção do operador entre as leituras.

Pela impossibilidade da identificação de um plano que intersete o centro da esfera no *Software KaVo® PREPAssistant*, optou-se por exportar os *scans* no formato *STL*. Estes ficheiros foram então trabalhados no *Software 3D-Tool®*, que permite a determinação do diâmetro da esfera pela seleção de 3 pontos a partir de uma nuvem de pontos.

Através dos resultados obtidos foi possível o cálculo da erro de medição, tendo em consideração o “valor convencionalmente verdadeiro” obtido pela média das medições na leitura de superfície.

2.3.2. Repetibilidade e reprodutibilidade

Para o estudo do aspeto 2 foram utilizadas 3 esferas: E10.1; E8(1-20) e E6.1. Começou-se por realizar a leitura ótica da esfera de 6 mm diâmetro 1 vez.

De seguida, colocou-se no recetáculo o corpo de prova E8 procedendo posteriormente à sua leitura ótica. Este procedimento foi repetido 20 vezes (com e sem reposicionamento).

Através da análise dos dados obtidos foi então possível determinar a repetibilidade e reprodutibilidade do *Sistema KaVo® PREPAssistant*.

2.4. Medições

2.4.1. Medições no *Software 3D-Tool®* para estudo do erro de medição

Posteriormente às 20 leituras de E10, esses ficheiros foram exportados no formato *STL* e trabalhados no *Software 3D Tool®*. Este programa permite determinar o diâmetro da esfera pelo traçado de 3 pontos a partir de uma nuvem de pontos. Foram realizadas 3 medições das distâncias internas lineares que intersetem o centro da esfera por cada leitura realizada (Fig. 8, Fig. 9 e Fig. 10).

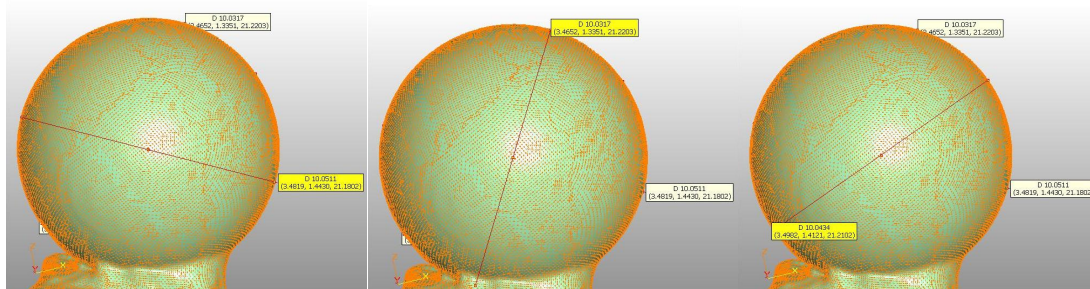


Fig. 8 – Medição 1 de E10.1 Fig. 9 – Medição 2 de E10.1 Fig. 10 – Medição 3 de E10.1

2.4.2. Medições no *Software KaVo® PREPAssistant* para estudo da repetibilidade e reprodutibilidade

As medições para o estudo do Aspetto 2 foram realizadas com o auxílio do *Software KaVo® PREPAssistant*, tendo sido utilizada a “distância” como critério de avaliação para aquisição dos resultados. Este critério permite criar uma linha reta que une um ponto da preparação do professor com um ponto da imagem do dente íntegro. Essa mesma linha é criada na preparação do aluno a partir do ponto correspondente, sendo a diferença entre ambas medida no programa e apresentada sob a forma de valor numérico.³

Neste caso, considerou-se E10.1 como sendo a imagem do dente íntegro; considerou-se a E8.(1-20) como sendo as preparações do instrutor e E6.1 como sendo a preparação do aluno.

Foram então traçados 3 segmentos de reta entre a imagem do dente íntegro (E10.1) e a preparação do instrutor (E8). Essa mesma linha foi criada na preparação do aluno (E6.1), sendo a diferença calculada no programa. (Fig. 11)

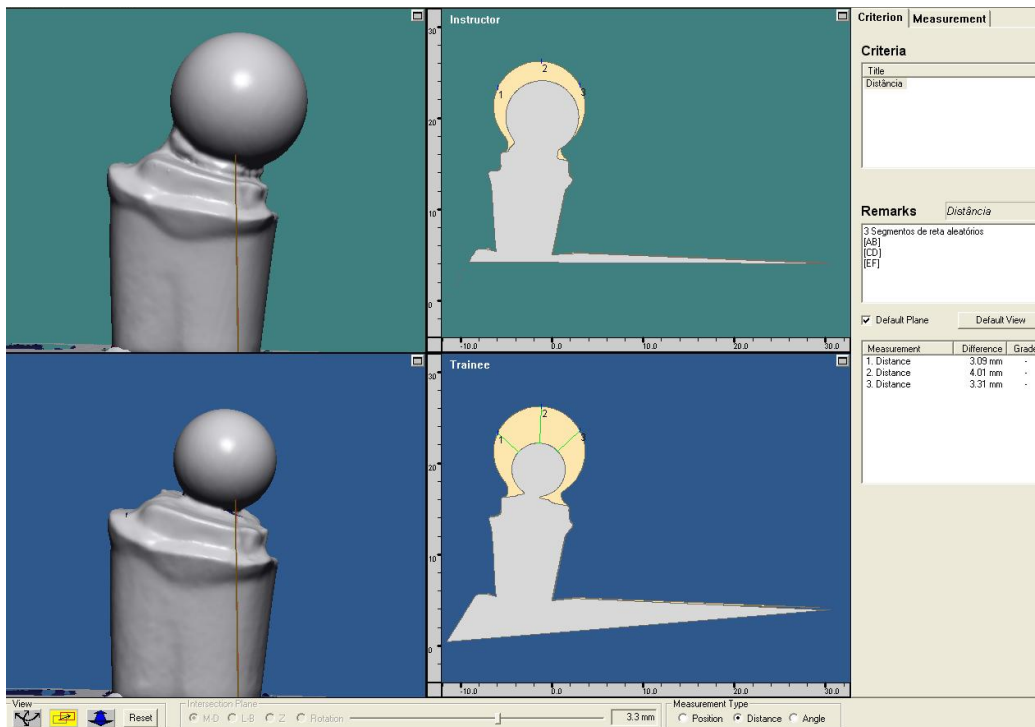


Fig. 11 – Medição da diferença calculada entre o segmento de reta traçado entre a E8.1 (preparação do professor) e E6.1 (preparação do aluno)

2.5. Análise estatística

A base de dados foi organizada no *Software Microsoft® Excell 2011* e posteriormente trabalhada no *Software SPSSStatistics®*.

Numa primeira fase começou-se por verificar se os dados das diferentes variáveis apresentavam ou não uma distribuição normal adotando-se a seguinte metodologia: realização do teste de *Shapiro-Wilk*; inspeção visual dos histogramas; análise dos “*normal Q-Q plots*” e “*box plots*”.⁹⁻¹³

2.5.1. Variável Esfericidade – *Scanner* de superfície

Tratando-se o parâmetro esfericidade de uma variável quantitativa (medida em escala) e independente começou-se por verificar se os dados seguiam uma distribuição normal.⁹⁻¹⁴ Foi utilizada a média deste parâmetro como “valor convencionalmente verdadeiro”.

2.5.2. Variável Diâmetro da Esfera – *Scanner* de superfície

Tratando-se a variável *Diâmetro medido com o Scanner de Superfície* de uma variável quantitativa (medida em escala) e independente começou-se por verificar se esta seguia uma distribuição normal. Visto não seguir a curva Gaussiana, optou-se por utilizar apenas o parâmetro média para a determinação do “valor convencionalmente verdadeiro”.⁸

2.5.3. Determinação do Erro de medição

Para calcular o erro de medição calculou-se a média dos resultados da diferença entre as medições realizadas com o *Software 3D Tools®* e o “valor convencionalmente verdadeiro”, neste caso 10,00 mm (valor calculado pela média de medições sucessivas com um instrumento de medida de alta precisão – *scanner* de superfície *DEA Global silver Performance®*).⁸

2.5.4. Determinação da Repetibilidade e Reprodutibilidade

O parâmetro utilizado para o estudo da repetibilidade e reprodutibilidade é o desvio padrão. Para o seu cálculo, foi inicialmente calculada a média entre o resultado da diferença entre as 3 linhas retas que unem um ponto da preparação do professor com um ponto da imagem do dente íntegro, com as linhas criadas na preparação do aluno a partir dos pontos correspondentes (*Medições 1R, Medições 2R e Medições 3R* para o parâmetro “Repetibilidade” e *Medições1, Medições2 e Medições3* para o parâmetro “Reprodutibilidade”). A média destes valores constitui o valor médio da diferença entre a preparação do aluno e do professor.

3. RESULTADOS

3. RESULTADOS

3.1. Micrómetro



Fig. 12 – Medição de E6

Fig. 13 – Medição de E8

Fig. 14 – Medição de E10

Os resultados das medições das esferas com o micrómetro permitiram realizar uma triagem das esferas. Foram obtidos os seguintes resultados como evidenciado nas Fig. 12, Fig. 13 e Fig.14.

3.2. *Scanner* de Superfície

Os resultados das medições através do scanner de superfície dos parâmetros “Diâmetro da esfera” e “Esfericidade” encontram-se apresentados no Anexo 1 e foram obtidos pelo *software PC-DMIS Adaptive Scanning®*.

3.2.1. Diâmetro da esfera

O valor médio do diâmetro da esfera medido pelo *scanner* de superfície é 10,000195 mm. Visto o Sistema *KaVo® PREPAssistant* apenas realizar medições até ao centésimo de milímetro, iremos assumir que o “valor convencionalmente verdadeiro” do diâmetro da esfera é aproximadamente igual a 10,00 mm.

3.2.2. Esfericidade da esfera

Caraterísticas da amostra

O teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$) e a inspeção visual dos histogramas, “normal Q-Q plots” e “box plots” mostraram que os resultados das medições apresentam uma distribuição normal para o parâmetro esfericidade, uma assimetria de -0,295 (DP = 0,0512), uma curtose de -1,024 (DP = 0,992). Tendo em conta estes parâmetros podemos afirmar que embora a nossa amostra seja um pouco assimétrica e apresente curtose, ela não difere significativamente da normalidade, podendo-se desta forma assumir que ela apresenta aproximadamente uma distribuição normal. A média do parâmetro esfericidade é 0,005840 mm. Este resultado, corresponde ao valor médio da zona de tolerância entre dois círculos concêntricos (Fig. 15). Visto o Sistema *KaVo® PREPAssistant* apenas realizar medições até ao centésimo de milímetro, iremos considerar que a esfera apresenta 0,01 mm de zona de tolerância. Portanto, este valor deverá ser tido em conta para a discussão dos resultados.

Tabela II – Análise estatística do parâmetro “esfericidade”

		Estatística	Modelo padrão
Esfericidade	Média	,005840	,0000432
	Intervalo de confiança de L. inferior	,005646	
	99.975% para média L. superior	,006034	
	5% da média aparada	,005844	
	Mediana	,005900	
	Variância	,000	
	Desvio padrão	,0001930	
	Mínimo	,0055	
	Máximo	,0061	
	Range	,0006	
	Amplitude interquartil	,0003	
	Assimetria	-,295	,512
	Kurtosis	-1,024	,992

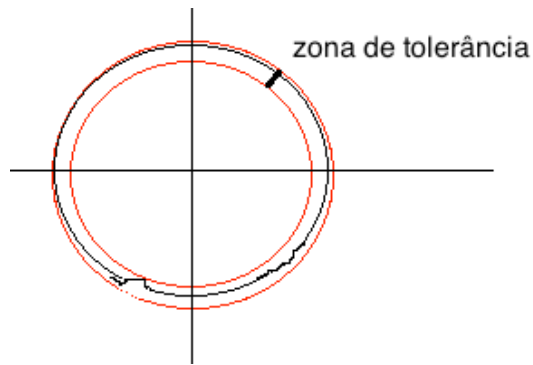


Fig. 15 – Parâmetro esfericidade – zona de tolerância

3.3. *Scanner Ótico KaVo® PREPAssistant*

3.3.1. Erro de medição

Os dados das medições realizadas no *Software 3D-Tool* para determinação do diâmetro da esfera, encontram-se apresentados no Anexo 2. O erro de medição foi calculado com base numa referência calibrada, tendo-se assumido 10,00 mm como o valor convencionalmente verdadeiro para o diâmetro da esfera (pela análise no scanner de superfície). Ora, a média das diferenças entre as medições obtidas e valor convencionalmente verdadeiro constituem o erro de medição. Neste caso, em que as condições de medição são similares, a melhor estimativa deste conjunto de observações é a média da amostra. Obteve-se desta forma, um erro de medição de 0,0345 mm para a amostra analisada. Deverá ser tida em conta que a zona de tolerância é igual a 0,01 mm, permitido que o erro de medição oscile no valor de um centésimo de milímetro.

3.3.2. Repetibilidade e reprodutibilidade

Repetibilidade

Inicialmente começou-se por seleccionar os dados das variáveis *Medições 1R*, *Medições 2R* e *Medições 3R*, de forma a que excluir os “outliers” da amostra, tendo-

se definido como critérios no *SPSSStatistics*®: “ *Medições 2R* > 4,03; *Medições 3R* > 3,31”

Posteriormente foi verificado se a amostra seguia uma distribuição normal, tendo-se analisado o teste de *Shapiro-Wilk*, procedendo-se à inspeção visual dos histogramas, “*normal Q-Q plots*” e “*box plots*”. (Anexo 3, Anexo 4 e Anexo 5).⁹⁻¹³

Assumindo a normalidade da distribuição dos dados, especificou-se a incerteza padrão para um dado nível de confiança (95%). Segundo *Bland et. al* no caso da repetibilidade e reprodutibilidade, é expetável que a diferença entre duas medições repetidas seja menor que 2,77 x Incerteza padrão para 95% das medições.¹⁵

Reprodutibilidade

Inicialmente começou-se por selecionar os dados das variáveis *Medições 1*, *Medições 2* e *Medições 3*, de forma a que excluir os “outliers” da amostra, tendo-se definido como critério: “*Medições1* > 2.84; *Medições2* > 3.74; *Medições3* > 3.33”.

Posteriormente foi verificado se a amostra seguia uma distribuição normal, tendo-se analisado o teste de *Shapiro-Wilk*, procedendo-se à inspeção visual dos histogramas, “*normal Q-Q plots*” e “*box plots*”. (Anexo 6, Anexo 7 e Anexo 8).

Este parâmetro foi analisado através do cálculo da incerteza padrão.

4. DISCUSSÃO

4. DISCUSSÃO

O conceito de micrómetro como hoje o conhecemos deve-se principalmente a Pariemse Jean Palmer, que o patenteou em 1848. Como o próprio nome diz, o micrómetro permite realizar medições até aos milésimos de milímetro. Estas medições iniciais permitiram realizar uma triagem dos corpos de prova.

O *scanner* de superfície utilizado para o presente estudo, apresenta a vantagem de comparativamente com os *scanners* da gama anterior, apresentar uma maior precisão de leitura face a alterações na temperatura. Isto torna-se possível devido à presença de uma rede de sensores térmicos que permitem a elaboração de algoritmos que compensam em tempo real essas alterações.

O *DEA GLOBAL Silver Performance da Hexagon®* constitui um aparelho de medida de alta precisão e repetibilidade, pelo que considerou-se a média do resultado das suas medições da variável diâmetro como o “valor convencionalmente verdadeiro”.

Segundo *Kournetas et. al.* o termo “valor verdadeiro” reflete o conceito ideal (livre de erros) de uma medida, e é, por natureza, indeterminável.⁷ Por convenção utiliza-se o “valor convencionalmente verdadeiro” que consiste no valor atribuído a uma grandeza particular e aceite como tendo uma incerteza apropriada a um determinado objetivo.⁸

Qualquer medição deve ser fiável e válida. Numa situação ideal, esta deve medir o que está destinada a medir corretamente e o resultado de sucessivas medições deve ser o mesmo.⁴

Atualmente dispomos de dois métodos para determinar o erro de medição de um aparelho: um deles compreende a diferença dos resultados medidos com uma referência calibrada¹⁶, enquanto que o outro procura calcular a incerteza de medição através de repetidas medições do mesmo objeto.^{4,7}

Para o presente estudo utilizou-se o primeiro método para a determinação do erro de medição (utilizando uma esfera com valor convencionalmente verdadeiro de 10 mm) e o segundo método para a análise da repetibilidade e reprodutibilidade, pelo

facto de existir informação relevante e disponível que possa influenciar os resultados (alteração das condições de medição pela recolocação dos corpos de prova).

No estudo desenvolvido por *Kournetas et al.* considerou-se o intervalo [0,0mm-0,2mm] como sendo aceitável para o estudo da fiabilidade do *Sistema KaVo® PREPAssistant*, valor igualmente assumido no presente estudo. A justificação reside no fato de variações inferiores a 0,2 mm serem impercetíveis à visão humana. No seu estudo foram medidos pelo *Scanner KaVo® PREPAssistant* 4 dentes não preparados e 4 dentes preparados. Cada dente foi submetido a 3 leituras (S1, S2 e S3) com e sem reposicionamento. Calcularam-se as diferenças $D1=S2-S1$ e $D2=S3-S1$ em 3 cortes mesio-distais e 3 cortes vestibulo-linguais. Em cada um dos cortes foram medidos 20 pontos. Para o cálculo do erro de medição os autores consideraram que a diferença entre as medições realizadas e o “valor verdadeiro” teria de ser inferior a $1,96 \times$ “Incerteza padrão” para 95% das suas observações.⁷ Para o cálculo da repetibilidade/reprodutibilidade consideraram $2,77 \times$ “Incerteza padrão”. Isto significa que a diferença entre duas medições pelo mesmo sujeito é expectável de ser inferior a $2,77 \times$ incerteza padrão para 95% das observações.^{7,16}

O autor concluiu assim que, para a instrução no pré-clínico, o sistema *KaVo® PREPAssistant* apresenta um erro de medição dentro dos valores aceitáveis (média de 89 μ m). No que diz respeito à repetibilidade e reprodutibilidade verificou-se que o primeiro parâmetro se encontrava dentro do intervalo aceitável, porém o segundo apresentava valores superiores a 0,2 mm, o que poderia de certa forma comprometer a fiabilidade do sistema.⁷

Um outro estudo desenvolvido por *Taylor et. al.* debruçou-se sobre os parâmetros reprodutibilidade e repetibilidade do *Sistema KaVo® PREPAssistant*. Na leitura dos dentes não preparados, os autores verificaram uma repetibilidade média de 0,08 mm e uma reprodutibilidade média de 0,06 mm. Por sua vez, a preparação do instrutor foi submetida a sucessivas leituras com e sem reposicionamento, tendo-se verificado uma repetibilidade de 0,07 mm e uma reprodutibilidade de 0,09 mm.⁴

Embora o erro de medição, a repetibilidade e a reprodutibilidade sejam 3 parâmetros que podem influenciar a avaliação do aluno, *Taylor et. al.* afirma que o fato de o recetáculo apenas permitir a colocação do dente preparado num único eixo, constitui uma limitação do sistema, resultando em medições imprecisas. Embora a

preparação do estudante se encontre satisfatória, quando esta é comparada com a preparação dentária do professor concebida num diferente eixo de inserção, uma diferença substancial é medida, podendo-se traduzir na atribuição de uma nota negativa.⁴

No presente estudo o erro de medição demonstrou estar abaixo do intervalo dos limite aceitável (abaixo 100-200 μm), a partir do qual o olho humano percebe as diferenças.⁴

Para o cálculo da repetibilidade e reprodutibilidade foi utilizada uma metodologia similar à de dois estudos descritos previamente, no entanto, verificou-se incertezas padrões muito inferiores aquelas descritas pelos outros autores.^{4,7}

A incerteza padrão para a repetibilidade demonstrou ser menor comparativamente com as medições com reposicionamento do corpo de prova, o que indica que a comunicação entre o *software* e a câmara está a funcionar corretamente (baixa incerteza) e que o erro introduzido deverá estar relacionado com o operador.

5. CONCLUSÕES

5. CONCLUSÕES

Com este estudo concluiu-se que o *Sistema KaVo® PREPAssistant* apresenta uma elevada fiabilidade, e que os erros de medição e a dispersão dos resultados das medições não são significativamente relevantes de forma a influenciar a sua implementação na educação pré-clínica de Medicina Dentária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Esser C, Kerschbaum T, Winkelmann V, Krage T, Faber FJ. A comparison of the visual and technical assessment of preparations made by dental students. *Eur J Dent Educ* 2006;10:157-61.
2. Cardoso JA, Barbosa C, Fernandes S, Silva CL, Pinho A. Reducing subjectivity in the evaluation of pre-clinical dental preparations for fixed prosthodontics using the Kavo PrepAssistant®. *Eur J Dent Educ*. 2006;10:149-156.
3. Welk A, Splieth C, Seyer D, Rosin M, Siemer M, Meyer G. German dental faculty attitudes towards computer assisted simulation systems correlated with personal and professional profiles. *Eur J Dent Educ* 2006;10:87-95.
4. Taylor CL, Grey NJA, Satterthwaite JD. A comparison of grades awarded by peer assessment, faculty and a digital scanning device in a pre-clinical operative skills course. *Eur J Dent Educ* 2012;17:16-21.
5. Jäger B, Kournetas N, Groten M, Lachmann S, Weber H, Gerstorfer JG. PREPassist as digital assistance for dental education. *Int Poster J Dent Oral Med* 2003;5(1):169
6. Almeida TC, Fernandes PFS, Fernandes JCS, Silva CL, Pinho AR. O Sistema Kavo PREPassist® no Ensino Pré-Clinico de Prótese Fixa. *Rev Port estomatol Cir Maxilofac* 2009;50:105-9.
7. Kournetas N, Jaeger B, Axmann D, Groten M, Lachmann S, Weber H, Gerstorfer G. Assessing the Reliability of a Digital Preparation Assistant System Used in Dental Education. *J Dent Educ* 2004;68(12):1228-34
8. Vocabulário Internacional de Metrologia 2008 [acesso em 28 Maio 2014]. Disponível em: <http://www.ipq.pt/backFiles/VIM.pdf>
9. Shapiro SS, Wilk MB. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika* 1965;52:591-611.
10. Razali NM, Wah YB. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics* 2011;2(1):21-33.
11. Cramer D. Fundamental statistics for social research. *London: Routledge* 1998.
12. Cramer D, Howitt D. The SAGE dictionary of statistics. *London: SAGE* 2004.
13. Doane DP, Seward LE. Measuring Skewness. *Journal of Statistics Education* 2011;19(2):1-18.
14. Normando D, Tjaderhane L, Quintão CCA. A escolha do teste estatístico – um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint. *Dental Press J. Orthod* 2010;15(1):101-6.
15. Bland JM, Altman DG. Measurement error. *BMY* 1996;313:744-53.
16. R DeLong, M Heinzen, JS Hodges, CC Ko, WH Douglas. Accuracy of a System for Creating 3D Computer Models of Dental Arches. *J Dent Res* 2003;82:438.

ANEXOS

Anexo 1 - Medições do diâmetro e esfericidade no PC-DMIS Adaptive Scanning

⌀	MM	1 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0249	-0.0249	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0003	0.0003	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0059	0.0059	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	9.9995	-0.0005	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0059	0.0059	0.0000	

⌀	MM	2 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0251	-0.0251	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0008	0.0008	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0056	0.0056	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	9.9998	-0.0002	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0061	0.0061	0.0000	

⌀	MM	3 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0250	-0.0250	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0010	0.0010	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0053	0.0053	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0001	0.0001	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0061	0.0061	0.0000	

⌀	MM	4 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0248	-0.0248	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0011	0.0011	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0053	0.0053	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0001	0.0001	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0060	0.0060	0.0000	

⌀	MM	5 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0246	-0.0246	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0010	0.0010	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0053	0.0053	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0000	0.0000	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0061	0.0061	0.0000	

⌀	MM	6 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0244	-0.0244	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0013	0.0013	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0052	0.0052	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0002	0.0002	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0060	0.0060	0.0000	

⌀	MM	7 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0240	-0.0240	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0013	0.0013	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0052	0.0052	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0002	0.0002	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0060	0.0060	0.0000	

⌀	MM	8 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0238	-0.0238	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0013	0.0013	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0052	0.0052	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0000	0.0000	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0060	0.0060	0.0000	

⊕		9 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0238	-0.0238	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0015	0.0015	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0051	0.0051	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0001	0.0001	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0059	0.0059	0.0000	

⊕		10 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0236	-0.0236	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0014	0.0014	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0049	0.0049	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0003	0.0003	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0058	0.0058	0.0000	

⊕		11 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0232	-0.0232	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0017	0.0017	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0049	0.0049	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0002	0.0002	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0059	0.0059	0.0000	

⊕		12 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0230	-0.0230	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0016	0.0016	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0049	0.0049	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0001	0.0001	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0059	0.0059	0.0000	

⊕		13 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0230	-0.0230	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0016	0.0016	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0047	0.0047	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0003	0.0003	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0057	0.0057	0.0000	

⊕		14 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0228	-0.0228	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0018	0.0018	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0045	0.0045	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0005	0.0005	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0057	0.0057	0.0000	

⊕		15 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0225	-0.0225	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0020	0.0020	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0046	0.0046	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0003	0.0003	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0057	0.0057	0.0000	

⊕		16 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0222	-0.0222	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0027	0.0027	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0046	0.0046	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0006	0.0006	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0057	0.0057	0.0000	

⊕		17 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0221	-0.0221	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0027	0.0027	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0046	0.0046	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0003	0.0003	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0057	0.0057	0.0000	

⊕		18 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0221	-0.0221	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0025	0.0025	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0046	0.0046	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0003	0.0003	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0056	0.0056	0.0000	

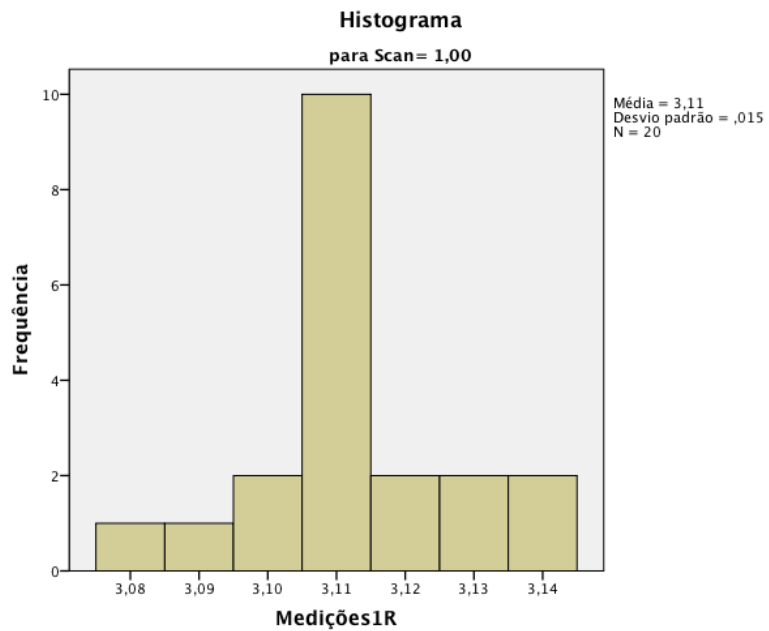
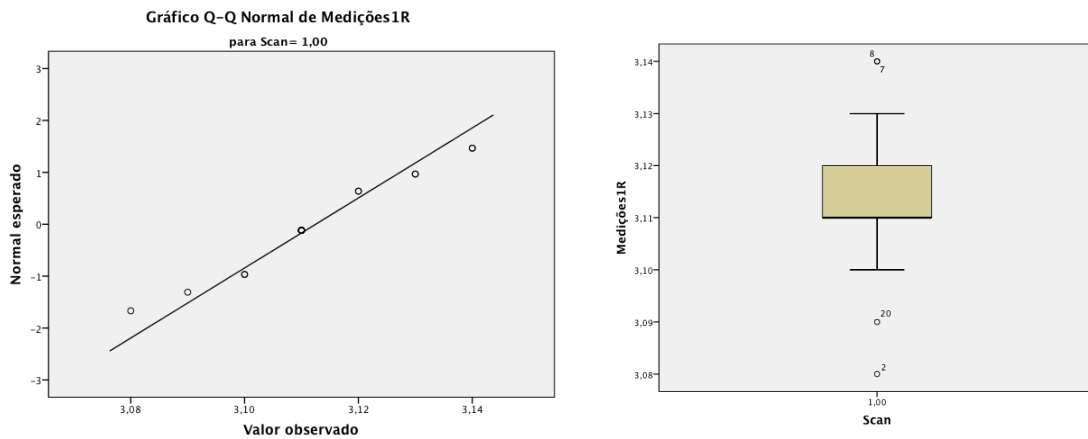
⊕		19 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0221	-0.0221	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0025	0.0025	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0044	0.0044	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0004	0.0004	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0055	0.0055	0.0000	

⊕		20 - SPH2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	0.0000	0.0500	0.0500	-0.0217	-0.0217	0.0000	
Y	0.0000	0.0500	0.0500	0.0030	0.0030	0.0000	
Z	0.0000	0.0500	0.0500	0.0043	0.0043	0.0000	
D	10.0000	0.0500	0.0500	10.0006	0.0006	0.0000	
FCFCIRTY1	MM	<input type="radio"/> 0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
SPH2	0.0000	0.0100		0.0055	0.0055	0.0000	

Anexo 2 – Medições do diâmetro da esfera com o Software 3D-Tool

	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Média	Desvio Padrão
E10.1	10,0201	10,0095	10,0246	10,0181	
E10.2	10,0434	10,0317	10,0511	10,0421	
E10.3	10,0472	10,0356	10,0252	10,0360	
E10.4	10,0305	10,0317	10,0296	10,0306	
E10.5	10,0331	10,0233	10,0279	10,0281	
E10.6	10,0425	10,0306	10,0349	10,0360	
E10.7	10,0328	10,0444	10,0313	10,0362	
E10.8	10,0341	10,0302	10,04	10,0348	
E10.9	10,0444	10,0381	10,0268	10,0364	
E10.10	10,0257	10,0384	10,0347	10,0329	
E10.11	10,0247	10,022	10,0333	10,0267	
E10.12	10,0361	10,0279	10,0467	10,0369	
E10.13	10,0414	10,0447	10,0315	10,0392	
E10.14	10,0439	10,0383	10,0281	10,0368	
E10.15	10,0222	10,0377	10,0285	10,0295	
E10.16	10,043	10,0395	10,0332	10,0386	
E10.17	10,0406	10,0452	10,0254	10,0371	
E10.18	10,0349	10,0395	10,0363	10,0369	
E10.19	10,0466	10,0395	10,0337	10,0399	
E10.20	10,0336	10,0446	10,0344	10,0375	
			TOTAL	10,0345	0,0055

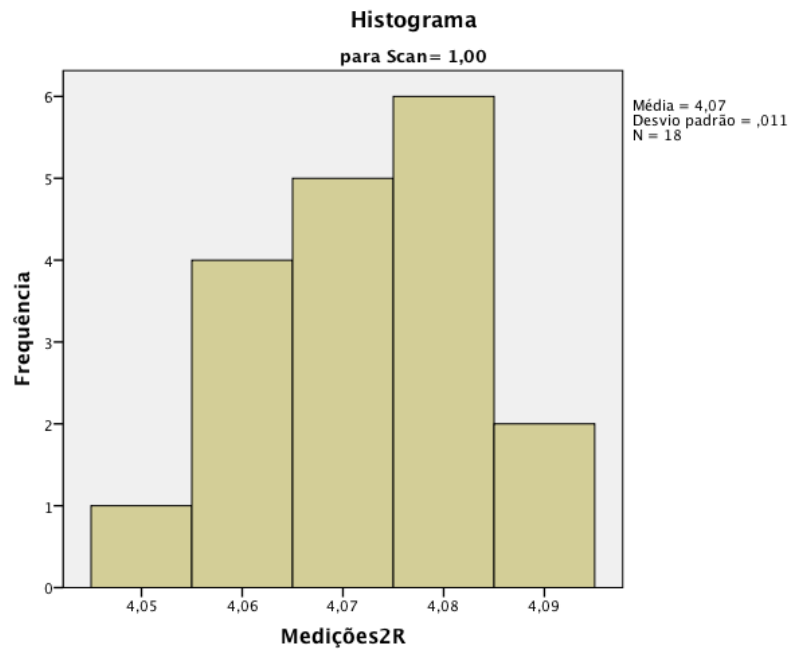
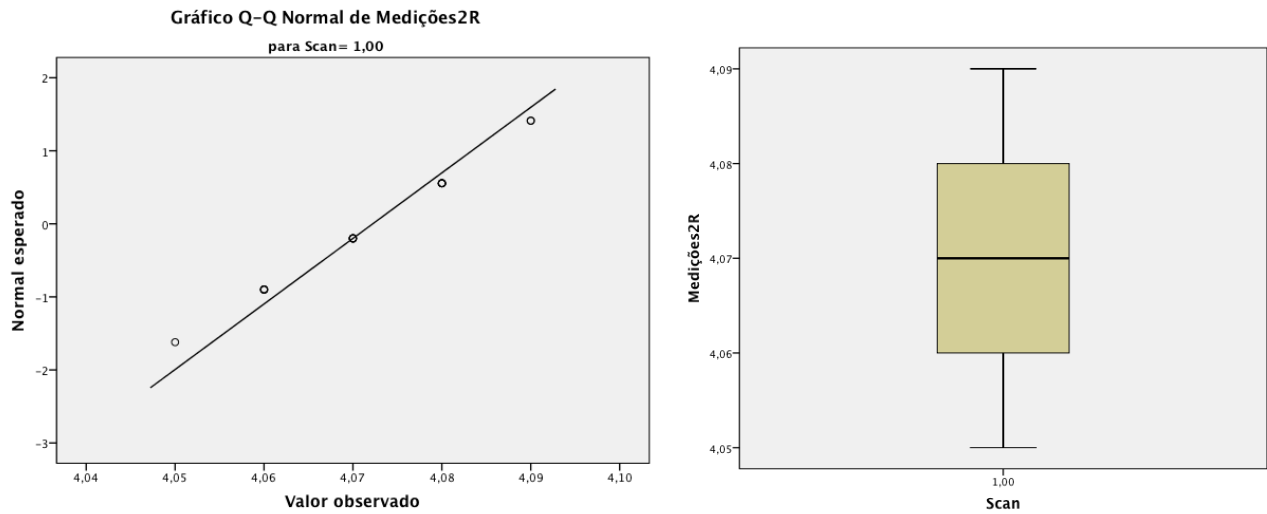
Anexo 3 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições1R



	Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.
Medições1R	0,904	20	0,05

	Estatística	Modelo Padrão
Assimetria	0,061	0,512
Curtose	0,588	0,992

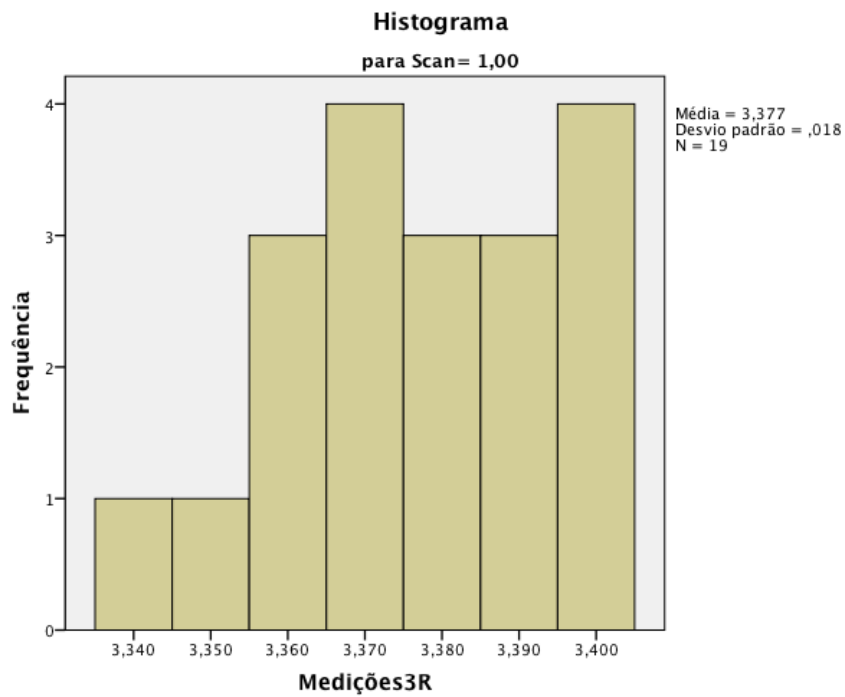
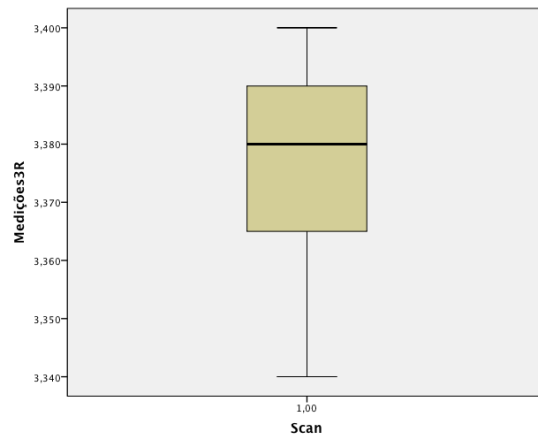
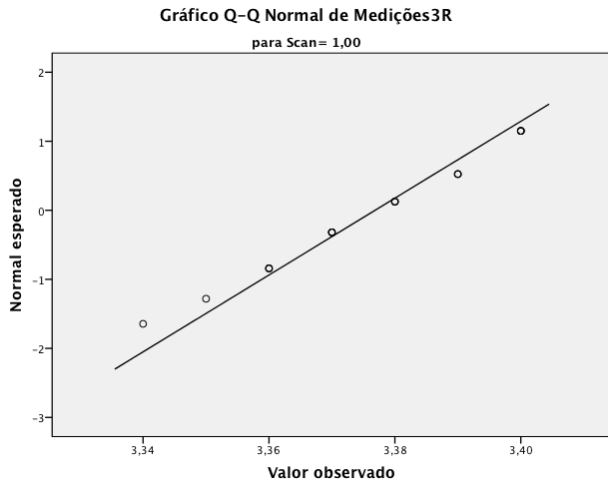
Anexo 4 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições2R



	Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.
Mediçõe2R	0,924	18	0,153

	Estatística	Modelo Padrão
Assimetria	-0,204	0,536
Curtose	-0,596	1,038

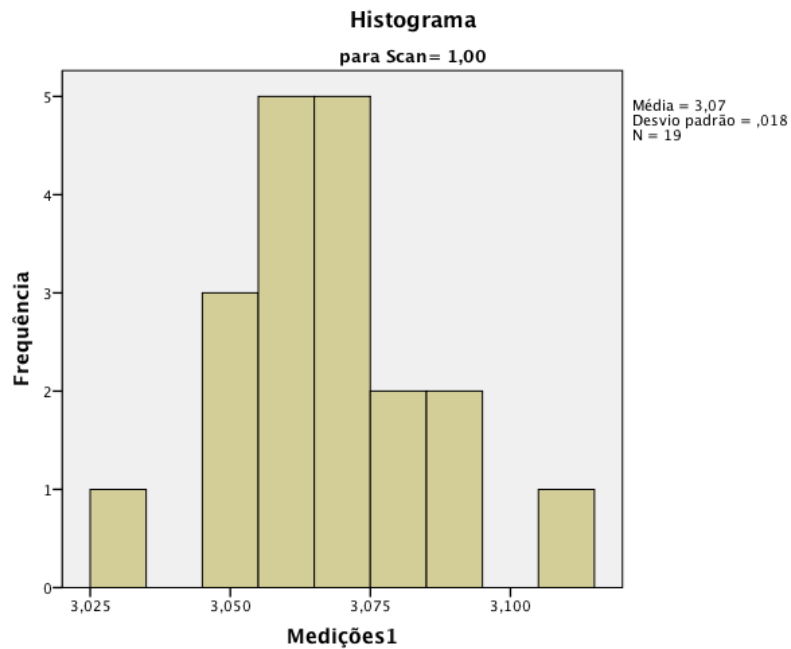
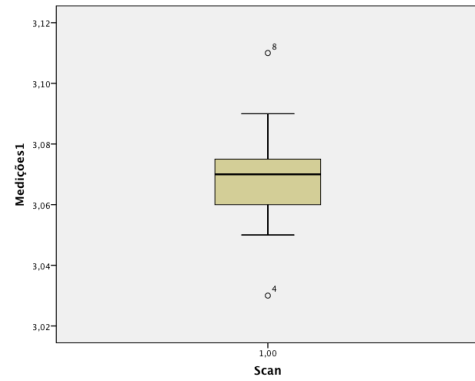
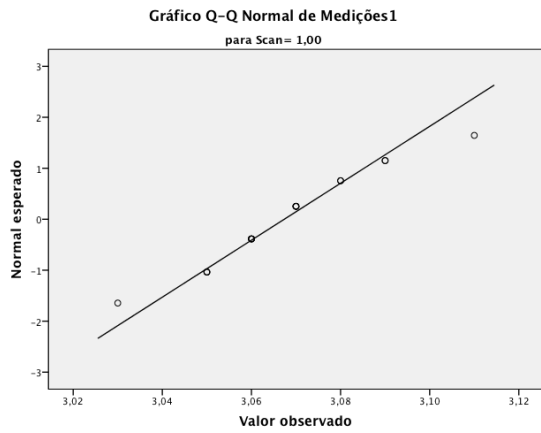
Anexo 5 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições3R



	Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.
Medições3R	0,936	19	0,219

	Estatística	Modelo Padrão
Assimetria	-0,304	0,524
Curtose	-0,704	1,014

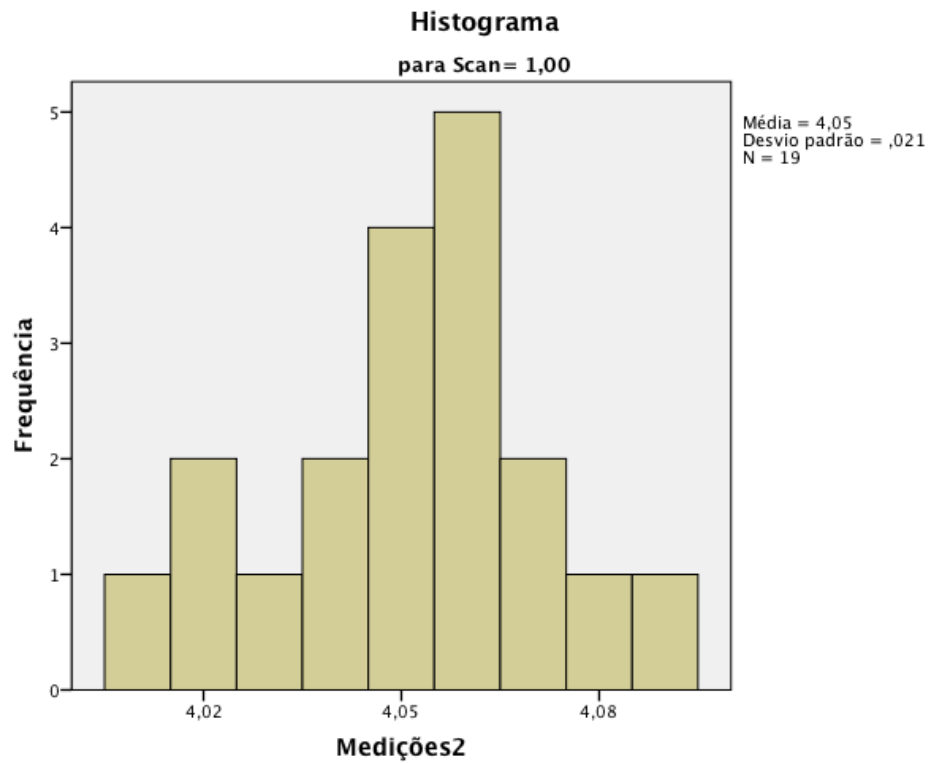
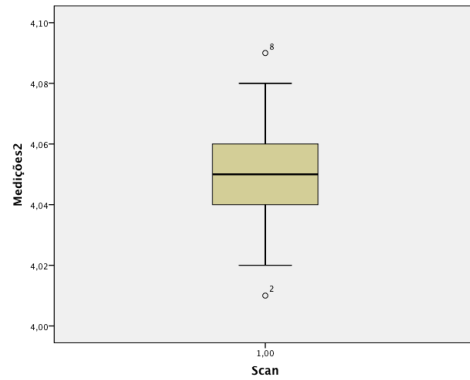
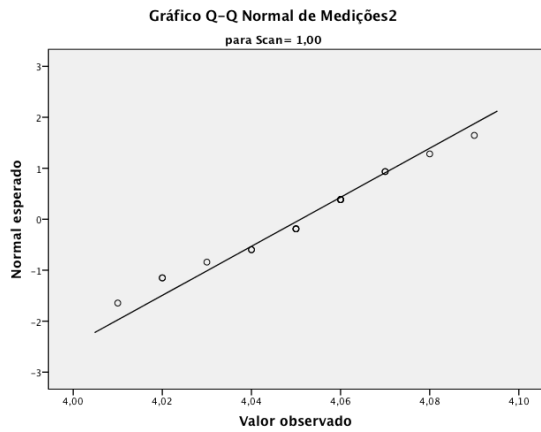
Anexo 6 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições1



	Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.
Medições1	0,954	19	0,469

	Estatística	Modelo Padrão
Assimetria	0,378	0,524
Curtose	1,049	1,014

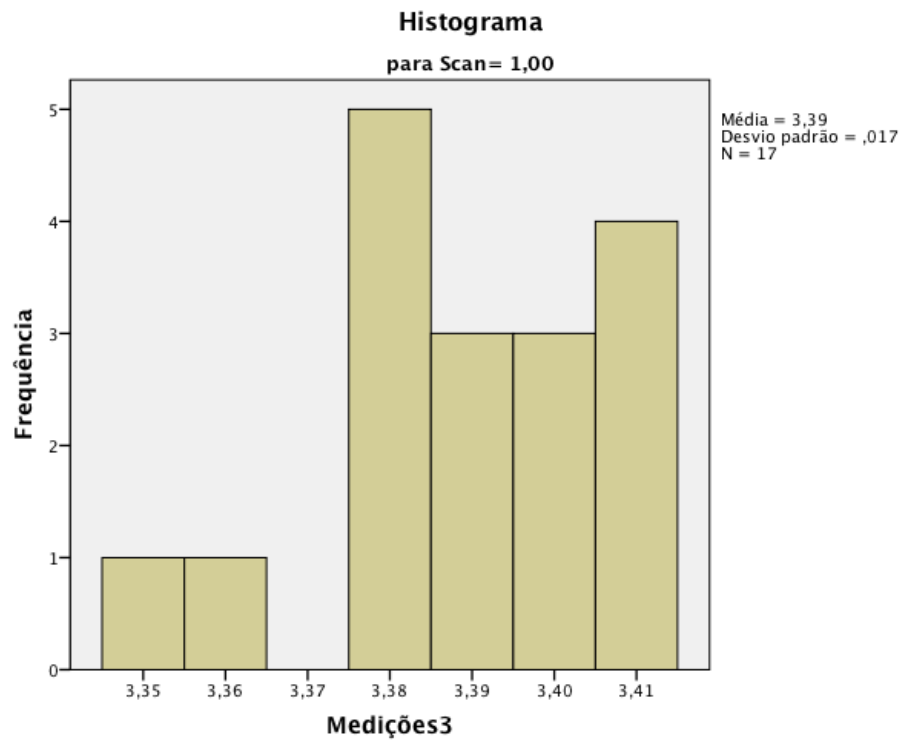
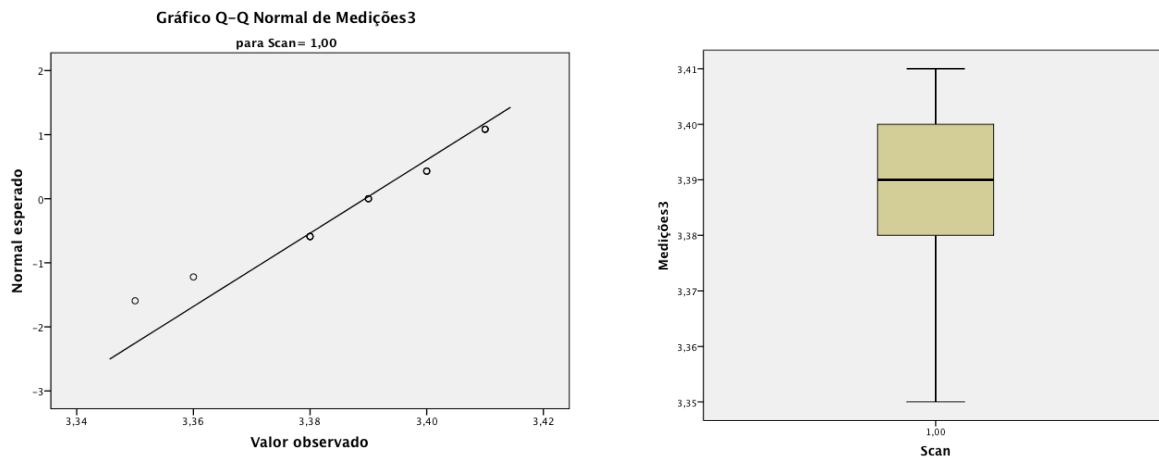
Anexo 7 – Distribuição normal dos dados – Variável Medições2



	Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.
Medições2	0,963	19	0,637

	Estatística	Modelo Padrão
Assimetria	-0,281	0,524
Curtose	-0,158	1,014

Anexo 8 - Distribuição normal dos dados – Variável Medições3



	Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.
Medições3	0,903	17	0,076

	Estatística	Modelo Padrão
Assimetria	-0,693	0,55
Curtose	0,194	1,063

A

DECLARAÇÃO

Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

29 / 05 / 2014

Francisco Silva
O / A investigador(a)



PARECER

Na qualidade de Orientador da monografia de mestrado integrado do estudante **Francisco João Marques Maligno da Silva** subordinada ao tema “**Sistema KaVo® PREPAssistant: estudo da fiabilidade**” e tendo recebido do candidato a versão final da monografia, venho apresentar o meu **PARECER**:

1- O trabalho de investigação é oportuno, bem estruturado, metodologicamente adequado e bem desenvolvido.

2 – O candidato tem programada a submissão de uma publicação internacional.

3 – A dissertação cumpre todas as normas científicas e de apresentação escrita, apresenta o tema de forma clara, define corretamente os objectivos a que se propõe, apresenta uma introdução muito completa e os materiais e métodos minuciosamente descritos. Os resultados do estudo da população alvo estão corretamente apresentados, e são adequada e profundamente discutidos. A bibliografia está relacionada com o tema em investigação.

4 – Assim o candidato reúne condições para apresentar a monografia e submeter-se a provas públicas.

Porto, 28 de Maio de 2014

João Carlos Antunes Sampaio Fernandes

Professor Catedrático e Orientador