

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E  
INFORMÁTICA INDUSTRIAL - CPGEI

ANNABELLA BORGONHONI

**ANÁLISE DOS EFEITOS DOS AGENTES CLAREADORES SOBRE A  
ESTRUTURA DENTAL**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA  
2010

ANNABELLA BORGONHONI

**ANÁLISE DOS EFEITOS DOS AGENTES CLAREADORES SOBRE A  
ESTRUTURA DENTAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de “Mestre em Ciências” – Área de Concentração: Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Miguel Maia

CURITIBA

2010

---

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

---

B734 Borgonhoni, Annabella  
Análise dos efeitos dos agentes clareadores sobre a estrutura dental / Annabella Borgonhoni.  
— 2010.  
71 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Joaquim Miguel Maia.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. Curitiba, 2010.  
Bibliografia: f. 68-71.

1. Dentes – Clareamento. 2. Dureza Vickers – Testes. 3. Impedância – Análise. 4. Odontologia – Aspectos estéticos. 5. Engenharia elétrica – Dissertações. I. Maia, Joaquim Miguel, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. III. Título.

CDD (22. ed.) 621.3

---

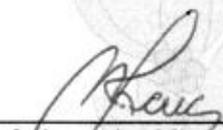
Título da Dissertação Nº 549:

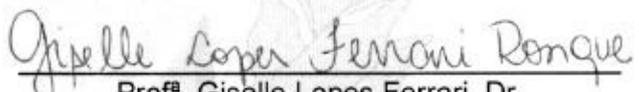
**“Análise dos Efeitos dos Agentes Clareadores sobre a Estrutura Dental”**

por

**Annabella Borgonhoni**

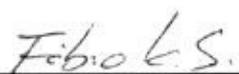
Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM CIÊNCIAS – Área de Concentração: Engenharia Biomédica, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial – CPGEI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Curitiba, às 14h do dia 17 de dezembro de 2010. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta pelos professores:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Joaquim Miguel Maia, Dr.  
(Presidente – UTFPR)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Giselle Lopes Ferrari, Dr.  
(UFPR)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Anna Silvia da Rocha Ganzerli, Dr.  
(UTFPR)

Visto da coordenação:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Fábio Kurt Schneider, Dr.  
(Coordenador do CPGEI)

À Maria Bella...a pessoa mais importante da  
minha vida...o momento mais sublime...o  
sorriso mais puro...os olhos mais lindos...o  
amor mais profundo...o sentimento mais  
verdadeiro.

Com você aprendi e a você quero ensinar.  
Te amo filha!!

## AGRADECIMENTOS

A Deus...pela oportunidade de estar viva num momento tão especial...pela beleza desta vida...pela família...pelo amor.

À Sagrada Família...Jesus, Maria e José...pela poderosa intercessão de me trazer até aqui.

Ao Prof. Dr. Joaquim Miguel Maia...pela dedicação incondicional em ser orientador...pelo amor com que exerce a docência...pela pessoa exemplar...pela confiança.

Ao Prof. Dr. Paulo Cesar Borges do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC/UTFPR) pela disponibilização do equipamento para avaliar a microdureza nas amostras de dentes.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná através do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI) pela oportunidade dos estudos.

À PUCPR, através do Banco de Dentes, pela disponibilidade dos materiais.

À CAPES, pelo apoio financeiro através da Bolsa de Estudos.

Ao meu pai Luiz Carlos...pela honra...pelo amor...pelo homem fabuloso...pelo melhor exemplo...por confiar em mim...por saber ser pai.

À minha mãe Nilva Maria...pelo incentivo...pela força...por sempre me manter animada...por ser uma mãe e avó maravilhosa.

Aos meus irmãos e cunhadas Marco Paulo e Rochelli; João Paulo e Ziza...pelo apoio incondicional...pelo incentivo...por acreditar em mim.

Ao meu marido Wesley...pela paciência...pela compreensão nos meus momentos de ausência...pelo amor.

Aos colegas do CPGEI, em especial Hellen Justina, Carmem Rasesa, Claudia Weldt, Leandro Zen Karam e Valter Ribeiro, pelas horas de estudo, pelas risadas, pela amizade. Foi um prazer ter convivido com vocês.

À amiga Marinei do Rocio Pacheco dos Santos...pela dedicação e apoio nesta reta final...você foi fundamental amiga!!

À Ana Paula Christakis Costa...pelo auxílio nas análises...pela disposição em ensinar.

A todos, que de alguma forma estiveram presentes na minha vida e me incentivaram ao longo de todo o mestrado, pelo carinho, pelas palavras de apoio, em especial à amiga Reni Peres, e ao casal amigo Maria da Salette e Flavio de Melo. Obrigada!!

“Tudo posso naquele que me fortalece.”  
(Filipenses 4: 13)

## RESUMO

BORGONHONI, A. ANÁLISE DOS EFEITOS DOS AGENTES CLAREADORES SOBRE A ESTRUTURA DENTAL. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

A técnica de clareamento dentário tem sido uma das modalidades estéticas mais utilizadas na atualidade, em prol da busca do “sorriso branco”. No entanto, a escolha da técnica, agente clareador e frequência de utilização do mesmo têm de ser feitas de forma adequada para evitar danos ou alterações na estrutura dental. Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos dos clareadores na estrutura dental. Foram selecionados 90 dentes de humanos, para preparo de 6 grupos de 15 dentes cada, que foram transformados em 90 corpos-de-prova para os testes. As amostras foram submetidas a testes de microdureza *Vickers* e análise de impedância, antes e após cada uma das 3 sessões de clareamento realizadas. Foram utilizados 6 tipos diferentes de clareadores disponíveis comercialmente para serem aplicados em consultório ou administrados pelo paciente (caseiro). Os resultados obtidos mostram que, se for considerado os valores médios das microdurezas antes e após a última sessão de clareamento, nas amostras 1 a 60, que foram submetidas aos clareadores utilizados em consultório, foi observada uma diminuição de aproximadamente 2 % na microdureza. Já nas amostras 61 a 90, que foram submetidas aos clareadores caseiros, a diminuição na microdureza foi de aproximadamente 24 %. Os dados foram analisados utilizando-se o teste *One-way ANOVA* e os resultados mostraram-se significativos para os testes de microdureza realizados com as amostras nas quais foram aplicados os clareadores do tipo caseiro. Os resultados obtidos no trabalho permitem concluir que o uso indiscriminado de clareadores pode provocar danos à estrutura dental.

**Palavras-chave:** Clareadores Dentais. Estrutura Dental. Microdureza *Vickers*.  
Análise de Impedância.

## ABSTRACT

BORGONHONI, A.. ANALYSIS OF THE EFFECTS OF BLEACHING AGENTS ON TOOTH STRUCTURE. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

Techniques for teeth whitening have been largely used as aesthetic procedures. However, the choice of the bleaching agent, the method and the frequency that it will be applied to the patient has to be done properly in order to avoid damage or changes to the tooth structure. This study aimed to evaluate the effects of bleaching techniques on tooth structure. It was selected 90 samples of human teeth to be evaluated considering the Vickers microhardness and the impedance analysis, before and after the use of bleaching techniques. The samples were divided into 6 groups of 15 teeth each and 6 different types of commercially available bleaches to be applied at dental offices or at home were used in the tests. The results have shown a decreasing of approximately 24 % in the microhardness after the use of bleaching agents at home (samples 61-90), and only 2 % for those used at dental offices (samples 1-60). The data were analysed using the One-Way ANOVA and the statistical analysis for the Vickers microhardness after the use of bleaching agents at home have shown significant results. Thus, it was possible to conclude that the indiscriminate use of bleaching agents can damage the tooth structure.

**Keywords:** Dental Bleaching, Root Structure. Vickers Microhardness. Impedance Analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escala Vita Classic. ....	22
Figura 2 - Clareador Whiteness Super 37 %. ....	30
Figura 3 - Clareador Mix One 35 %. ....	31
Figura 4 - Fotopolimerizador Ultralux. ....	32
Figura 5 - Clareador Whiteness HP MAXX. ....	33
Figura 6 - Clareador Pola Office. ....	34
Figura 7 - Clareador Whiteness Perfect 10 %. ....	35
Figura 8 - Clareador Whitegold. ....	36
Figura 9 - Dentes a serem utilizados nos testes, após limpeza utilizando escova tipo Robson e pedra-pomes. ....	40
Figura 10 - Molde em nylon para fixação e acondicionamento dos dentes a serem submetidos aos ensaios de dureza. ....	41
Figura 11 - Amostra preparada e fixada no molde utilizando-se cera nº 7. ....	41
Figura 12 - Polimento das Amostras de Dentes no Equipamento Struers DAP-V. ....	42
Figura 13 - Testes de Microdureza Vickers no Equipamento Micro Hardness Tester-HMV Shimadzu. ....	44
Figura 14 - Amostras Posicionadas no Precision Impedance Analyzer 4294 A, 40Hz to 110MHz (Agilent). ....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Exemplo de curva de módulo e fase da impedância do dente medida utilizando-se o Precision Impedance Analyzer 4294 A, 40Hz to 110MHz (Agilent). .....46
- Gráfico 2 - Valores médios de Microdureza *Vickers* para as amostras de dentes avaliadas. SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.....48
- Gráfico 3 - Valores médios e desvios padrão de microdureza *Vickers* para as amostras 01-15 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.....51
- Gráfico 4 - Valores médios e desvios padrão de microdureza *Vickers* para as amostras 16-30 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.....51
- Gráfico 5 - Valores médios e desvios padrão de microdureza *Vickers* para as amostras 31-45 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.....52
- Gráfico 6 - Valores médios e desvios padrão de microdureza *Vickers* para as amostras 46-60 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.....52
- Gráfico 7 - Valores médios e desvios padrão de microdureza *Vickers* para as amostras 61-75 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.....53
- Gráfico 8 - Valores médios e desvios padrão de microdureza *Vickers* para as amostras 76-90 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.....53
- Gráfico 9 - Valores do módulo da impedância para as amostras de dentes avaliadas. ZSC1 – módulo da impedância sem clareamento, ZCC1 – módulo da impedância após 1º clareamento, ZCC2 - módulo da impedância após 2º clareamento - 2010. ....54
- Gráfico 10 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 01-15 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....56

Gráfico 11 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 16-30 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	57
Gráfico 12 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 31-45 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	57
Gráfico 13 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 46-60 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	58
Gráfico 14 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 61-75 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	58
Gráfico 15 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 76-90 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	59
Gráfico 16 - Valores do ângulo de fase da impedância para as amostras de dentes avaliadas onde FSC1 – fase da impedância sem clareamento, FCC1 – fase da impedância após 1º clareamento, FCC2 - fase da impedância após 2º clareamento - 2010. ....	60
Gráfico 17 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 01-15 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	62
Gráfico 18 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 16-30 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	62
Gráfico 19 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 31-45 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	63
Gráfico 20 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 46-60 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	63
Gráfico 21 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 61-75 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	64
Gráfico 22 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 76-90 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010. ....	64

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Valores médios e desvios padrão da microdureza Vickers antes e após as sessões de clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, CC3: após terceiro clareamento, DP: desvio padrão. .... 49
- Tabela 2 - Significância do teste ANOVA ( $p < 0,05$ ) entre os valores médios das dez medidas de microdureza Vickers para cada dente antes e após o clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, CC3: após terceiro clareamento, SIM: Teste ANOVA apresenta resultado significativo, NÃO: Teste ANOVA não apresenta resultado significativo..... 50
- Tabela 3 - Valores médios e desvios padrão do módulo da impedância antes e após as sessões de clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, DP: desvio padrão..... 55
- Tabela 4 - Resultado do teste estatístico ANOVA ( $p < 0,05$ ) para avaliar os valores médios das 10 medidas de impedância para cada dente antes e após o clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, CC3: após terceiro clareamento, SIM: Teste ANOVA apresenta resultado significativo, NÃO: Teste ANOVA não apresenta resultado significativo..... 56
- Tabela 5 - Valores médios e desvios padrão da fase da impedância antes e após as sessões de clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, Média: Valor médio, DP: desvio padrão. .... 60
- Tabela 6 - Significância do teste ANOVA ( $p < 0,05$ ) para as médias das 10 medidas do ângulo de fase da impedância para cada dente antes e após o clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, CC3: após terceiro clareamento, SIM: Teste ANOVA apresenta resultado significativo, NÃO: Teste ANOVA não apresenta resultado significativo..... 61

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo sobre a literatura pesquisada indicando o tipo de clareador utilizado, a técnica de clareamento empregada, se o estudo foi realizado <i>in vivo</i> ou <i>in vitro</i> e as principais conclusões dos autores da pesquisa. ....	27
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

mN	mili Newton
kHz	quilo Hertz
Hz	Hertz
MHz	mega Hertz
nm	nano metro
mW	mili Watt
cm	centímetro

## LISTA DE ACRÔNIMOS

LASER	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i> (Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação)
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emissor de Luz)
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i> (Análise de Variância)
pH	Potencial Hidrogeniônico

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1. MOTIVAÇÕES.....	17
1.2. OBJETIVOS.....	20
1.2.1. Objetivo Geral.....	20
1.2.2. Objetivos Específicos .....	20
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>21</b>
2.1. Revisão de Literatura .....	21
2.2. Materiais Clareadores Odontológicos.....	28
2.2.1. Clareadores Utilizados em Consultório sem Auxílio de Fontes de Calor.....	29
2.2.2. Clareadores Utilizados em Consultório com Auxílio de Fontes de Calor.....	31
2.2.3. Clareadores Auto-Administrados Pelo Paciente (Caseiros).....	34
2.3. Testes .....	36
2.3.1. Microdureza .....	36
2.3.2. Bioimpedância .....	37
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>39</b>
3.1. Materiais e Infra-estrutura .....	39
3.2. Desenvolvimento .....	39
3.2.1. Preparação das Amostras.....	39
3.2.2. Confeção dos Espécimes.....	40
3.2.3. Teste de Microdureza <i>Vickers</i> .....	43
3.2.4. Teste de Impedância .....	44
3.2.5. Análises Estatísticas.....	46
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
4.1. Microdureza <i>Vickers</i> :.....	47
4.1.1. Teste ANOVA:.....	49
4.1.2. Análise da microdureza.....	50
4.2. Impedância .....	54
4.2.1. Módulo da Impedância .....	54
4.2.2. Ângulo de Fase da Impedância .....	59
<b>5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES .....</b>	<b>65</b>
5.1. Discussão .....	65
5.2. Conclusões .....	66
5.3. Sugestões para trabalhos futuros .....	67
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. MOTIVAÇÕES

A aparência estética, atualmente, apresenta um crescente interesse em nossa sociedade e isso, sem dúvida, reflete-se na área odontológica. Assim sendo, a Odontologia Estética conquista um grande espaço, buscando atender o aumento de pacientes que buscam melhorar o sorriso (GERLACK et al., 2004).

Esta busca estética tem aumentado a busca pelo aprimoramento de técnicas já conhecidas na Odontologia, como o clareamento dental. Por se apresentar como uma alternativa pouco invasiva, de custo reduzido e seguro, atualmente é a primeira escolha dos profissionais para tratar os dentes escurecidos. Outras opções de tratamento para modificar a cor dos dentes, como o uso de resinas compostas ou cerâmicas, têm um custo maior e precisam de desgaste da estrutura dental e com isso, utilizar um tempo maior para serem realizadas (LEONARD JR et al., 2001).

O clareamento dental foi inicialmente apresentado na literatura em 1989, e rapidamente ficou conhecido no meio odontológico (HAYWOOD, HYMANN, 1989). As técnicas de clareamento em consultório e caseiro ganharam a aceitação popular e tornaram-se uma prática comum para remover manchas extrínsecas e intrínsecas (WIEGAND et al., 2005).

O método mais efetivo de clareamento utiliza o uso do peróxido de hidrogênio em várias formas, como o peróxido de carbamida a 10 % (FASANARO, 1992). Soluções de peróxido de carbamida são volúveis, instáveis e, em contato com os tecidos ou saliva, separam-se em peróxido de hidrogênio e uréia (HAYWOOD; HEYMANN, 1989). A ação do clareamento é baseada na capacidade do peróxido de hidrogênio em adentrar a estrutura dental e produzir radicais livres que oxidam moléculas orgânicas do dente (MCEVOY, 1989).

O peróxido de hidrogênio, por sua vez, transforma-se em água e oxigênio e a uréia em amônia e dióxido de carbono (DAHL; PALLENSSEN, 2003).

No estudo de RODRIGUES e colaboradores, em 2001, foram observados *in vitro*, diferentes efeitos de agentes a base de peróxido de carbamida a 10 % por 42 dias. A microdureza do esmalte dental foi reduzida pelo sistema clareador mais ácido, e o de pH neutro, aumentou a microdureza. Portanto, sugere-se que assim, o pH dos agentes clareadores podem influenciar na perda de mineral.

O descobrimento de novos agentes clareadores, suas novas fórmulas, concentrações, técnicas, formas de utilização e equipamentos, contribuíram para a evolução do clareamento dental na última década (MONDELLI, 2003). A nova geração de agentes clareadores ativados por luz, com alta concentração de peróxido de hidrogênio e grande efetividade vem crescendo e assim, a técnica caseira, onde o gel de peróxido de carbamida é aplicado em moldeiras, vem perdendo espaço.

No início da técnica de clareamento, grandes quantidades de moléculas de carbono que causam a alteração de cor são quebradas e transformadas em cadeias menores, de cor mais clara. Assim, a posição relativa dos átomos que compõem as moléculas, sua quantidade e seu tipo são alterados. Nesta reação, alguns compostos de carbono de dupla ligação (de cor amarela), são transformados em grupos hidroxilas (sem cor).

Para BARATIERI e colaboradores, em 2005, um dos maiores desafios da Odontologia é manter os dentes de milhares de pessoas esteticamente satisfeitas com seus dentes clareados ao longo dos anos. Existem diferentes tipos de pacientes, o que conseguem clarear seus dentes com maior rapidez, e outros, que já necessitam associar técnicas diferentes, devido aos dentes possuírem alta resistência ao tratamento clareador. O êxito de um tratamento clareador depende de vários fatores, como: etiologia da alteração de cor, colaboração do paciente (pois no clareamento caseiro, o paciente utiliza a moldeira em casa e, portanto, não há um controle desta utilização por parte do profissional), grau de descoloração dental, idade do paciente, técnica e agente clareador empregado e vitalidade ou não do dente. Dividem-se os agentes clareadores em dois grupos, classificados de acordo com as técnicas: (1) clareadores de uso ambulatorial – são empregados no consultório odontológico, em dentes vitais ou não vitais, devido à alta concentração de peróxidos; (2) clareadores de uso doméstico – são empregados nas técnicas de clareamento dental caseiro, sem a supervisão do profissional.

O agente clareador de mais utilizado, tanto para dentes vitais ou não vitais, é o peróxido de hidrogênio. É uma substância instável, que quando unido à saliva e

estrutura dental, divide-se em oxigênio e água. O responsável pela realização do clareamento é o oxigênio. Em altas concentrações, o peróxido de hidrogênio é corrosivo e tóxico aos tecidos moles, motivo que exige extremo cuidado no seu manuseio (BARATIERI et al., 2005).

Para BARATIERI, 2005, o que permite que o clareamento dental seja realizado é a permeabilidade da estrutura dental. Esta característica concede a propagação do oxigênio pelo esmalte e dentina para agir sobre as estruturas orgânicas do dente e, portanto, clareá-lo. Os pigmentos que causam a coloração dental são alcançados pelo oxigênio, pois este possui baixo peso molecular e, portanto, consegue penetrar no esmalte e na dentina. Estes pigmentos são cadeias moleculares longas de alto peso molecular e difíceis de serem eliminados da estrutura dental. Este processo faz a fragmentação destas cadeias longas em cadeias menores que são também, mais claras. O oxigênio, por meio de reações de oxi-redução, promove a quebra destas longas moléculas que ao final do processo se tornam menor, e assim, são parcialmente ou totalmente suprimidas da estrutura dental pelo processo de difusão.

Para ZALKIND e pesquisadores, em 1996, os efeitos adversos do clareamento dental ainda promovem a divergência entre alguns pesquisadores, por exemplo: sensibilidade dentária durante o tratamento, a diminuição da dureza, aumento da rugosidade superficial e a alteração morfológica do esmalte, mas muitos são os estudos que demonstram as vantagens do clareamento dental, assim como sua eficácia e segurança na utilização.

Portanto, mesmo com amplos estudos publicados sobre o clareamento dental, ainda existem dúvidas sobre o real efeito dos agentes clareadores sobre a estrutura dental.

Por isso, neste trabalho, será realizada uma avaliação dos clareadores e seus efeitos sobre a estrutura dental.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Este trabalho tem por objetivo principal avaliar o efeito dos clareadores e a melhor técnica clareadora dental em consultório e caseiro, no sentido de evitar modificações nos elementos dentários, reconhecer sua eficácia e possíveis danos sobre a estrutura dentária.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

I – Avaliar a microdureza *Vickers* de cada dente, em uma amostra de 90 dentes humanos obtidos em um Banco de Dentes, antes e após os clareamentos realizados com diferentes clareadores que estão disponíveis comercialmente e verificar se há alteração na morfologia estrutural dos dentes.

II – Executar testes de impedância em cada dente da amostra de 90 dentes, para verificar se a técnica pode ser utilizada para identificar alterações na estrutura dental após o clareamento.

III – Realizar testes estatísticos para verificar as possíveis alterações ocorridas após os clareamentos e indicar se as mesmas são significativas ou não.

## CAPÍTULO 2

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. REVISÃO DE LITERATURA

Vários estudos mostram que o primeiro composto ativo eficaz de soluções clareadoras com variadas concentrações é o peróxido de hidrogênio ou peróxido de carbamida (AUSCHILL et al., 2005).

MYERS, em 2003, observou que em duas semanas (30 min / 3 vezes ao dia), que o peróxido de hidrogênio a 3 % foi extremamente efetivo. A verificação da cor foi aferida pela escala Vita (escala que apresenta um padrão mundial na determinação da cor dental. Apresenta quatro tonalidades/base, variando de três a cinco tons dentro de cada tonalidade). A cor dos dentes foi reavaliada na 12<sup>a</sup> e 26<sup>a</sup> semana. Somente após duas semanas de clareamento é que o resultado foi expressivo. Após 26 semanas foi mantido um clareamento de aproximadamente quatro tons.

AUSCHILL et al., em 2005, estudaram os possíveis efeitos colaterais e a eficiência de três técnicas diferentes de clareamento (caseiro, consultório e com tiras). A avaliação pela microscopia eletrônica de varredura não apresentou modificações na superfície do esmalte. Através das três diferentes técnicas, os pesquisadores analisaram seis graus de clareamento usando a escala Vita Classic (Figura 1), e os efeitos colaterais quantificados pela escala analógica visual (A1 a D4). As técnicas se demonstraram eficazes para o clareamento. Os autores concluíram que para um clareamento mais rápido, é necessária uma maior concentração de peróxido de hidrogênio e que, para a remoção de manchas intrínsecas, estas técnicas foram efetivas.



**Figura 1 - Escala Vita Classic.**

**Fonte: VITA CLASSIC, 2010.**

SULIEMAN e colaboradores, em 2006, *in vitro*, estudaram os efeitos do clareamento dental, em que concentrações diferentes de géis clareadores de peróxido de carbamida (10, 15, 20, 22 e 30 %) e peróxido de hidrogênio a 6 % (tiras) foram avaliadas. Utilizando a escala Vita Classic, os autores verificaram que com uma concentração maior (30 % de peróxido de carbamida), o resultado de cor obtido foi o mesmo que a concentração menor (10 %), mas o tempo utilizado para aquele resultado foi menor. No final do tratamento, foi comprovada a eficácia de todos os géis igualmente, segundo os autores.

Em um estudo *in vitro*, CESAR e colaboradores, em 2005, pesquisaram os efeitos de um peróxido de carbamida a 35 % e outro a 37 % elaborados para serem utilizados com luz halógena e laser de Argônio. Produziram 80 espécimes, cortando vinte molares humanos em 4 partes cada um. Os espécimes foram divididos em 5 grupos, segundo a fonte de luz utilizada e o agente clareador, sendo que quatro grupos foram clareados e um foi o grupo controle. Dureza *Vickers* e fotoreflexância, foram às avaliações realizadas nas amostras. Para a análise estatística dos

resultados de dureza *Vickers* foram utilizados *One-way ANOVA* seguida de teste de Tukey. O peróxido de carbamida mais efetivo foi o 35 % em relação ao 37 %, independente da fonte ativadora. Quanto à dureza *Vickers*, não foram verificadas diferença significativa entre os grupos.

LOPES et al., em 2002, avaliaram, *in vitro*, após a utilização de um gel clareador livre de oxigênio e um a base de peróxido de carbamida a 10 %, a morfologia superficial do esmalte dental e a microdureza através de microscopia eletrônica de varredura. Em função do efeito dos subprodutos que resultam da decomposição do peróxido de carbamida, peróxido de hidrogênio e uréia, criaram mais dois grupos experimentais: uréia a 7 % e peróxido de hidrogênio a 3 % com carbopol. Utilizou-se também, um grupo controle que permaneceu imerso em saliva artificial. Durante três horas diárias, fragmentos de dentes humanos foram submetidos à ação dos produtos, durante duas semanas, sendo imersos em saliva artificial no resto do período. Para o grupo tratado com o agente livre de oxigênio, a análise da microdureza *Vickers* demonstrou um aumento de dureza. Os grupos tratados com peróxido de carbamida a 10 % e uréia a 7 % não demonstraram alterações na microdureza em relação ao controle. Uma diminuição significativa na microdureza do esmalte foi verificada nos fragmentos tratados com peróxido de hidrogênio a 3 % e carbopol. Estes fragmentos apresentaram alterações moderadas na superfície através da análise de microscopia eletrônica de varredura. Os outros grupos não apresentaram alterações da morfologia. Portanto, foram verificadas alterações superficiais da morfologia e dureza do esmalte humano, com o uso de agentes clareadores com peróxido de hidrogênio.

UNLU e pesquisadores, em 2004, analisaram, *in vitro*, as modificações da microdureza do esmalte dental humano com peróxido de carbamida a 10 % e 15 %. Somente no final do tratamento foi realizada a análise da microdureza *Vickers*. Por não haver, entre os diferentes grupos, uma diferença estatística, concluiu-se que, por um curto período de aplicação, o tratamento com peróxido de carbamida a 10 % e 15 %, não produz modificações significantes na dureza do esmalte e dentina.

Em 2003, num estudo *in vitro*, OLIVEIRA et al., durante o tratamento clareador associado à aplicação de dentifrícios dessensibilizados com flúor, analisaram a microdureza do esmalte dental humano. Devido a estudos anteriores demonstrarem que o gel clareador à base de peróxido de carbamida a 10 % com pH 6,2 tinha efeito desmineralizador, este foi eleito e comparado com um gel placebo de

carbopol usado como controle. O estudo foi realizado com fragmentos embutidos por meio de uma moldeira individual, aplicado com o gel clareador ou placebo, imersos em uma solução remineralizadora similar à saliva artificial, durante oito horas. Depois deste tratamento, os fragmentos foram submetidos a uma solução de dentífrico e água por cinco minutos e, nas 16 horas remanescentes, foram imersos em uma nova solução remineralizadora. Ensaios de microdureza foram realizados antes, após oito horas e 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de clareamento e após 7 e 14 dias de encerrado o regime clareador. Nos grupos clareados, após a aplicação do agente clareador (8 horas), percebeu-se uma pequena queda na microdureza, mas, houve um aumento significativo em função do tempo de clareamento. Já no grupo placebo, não houve diferença na microdureza no final do tratamento. O aumento está relacionado pela utilização dos dentífricos dessensibilizantes, seguido pela imersão na solução de saliva artificial. Portanto, entende-se que a ação de dentífricos e saliva pode reverter uma possível desmineralização causada pelos agentes clareadores, em função do flúor em sua composição.

PEREIRA e TSUBOUCH, em 2006, realizaram um estudo clínico para analisar o grau de clareamento alcançado e a sensibilidade mediata e imediata comparando diferentes técnicas de clareamento dental em consultório usando LASER, LEDs e luz halógena. Clarearam os dentes de 20 pacientes, divididos em 4 grupos. Os aparelhos utilizados foram: LASER de argônio (AccuCure® LSER Méd, Estados Unidos), LEDs LASER light (Kondortech®, Brasil), luz halógena (Optilight®, Gnatus, Brasil) e os géis clareadores foram: peróxido de hidrogênio (Whiteness HP®, FGM) e peróxido de hidrogênio (Quickwhite Light Activated Whitening System®). O LASER foi o que apresentou os melhores resultados em relação às outras fontes de luz utilizadas, quanto ao grau de clareamento. Referente à sensibilidade, não houve diferenças.

MARSON e colaboradores constataram, em 2007, que, quando o paciente precisa de resultados rápidos, a melhor técnica recomendada é a de consultório com duas sessões clínicas ou a união das técnicas (consultório e caseira). Mas, quando não há pressa, a melhor opção para dentes vitais é a técnica caseira. A intenção deste trabalho é comparar as vantagens e limitações das técnicas e diferenciar suas características. Em relação à técnica de consultório, preconiza o peróxido de hidrogênio de 30 a 35 %, com uso de protetor gengival através do isolamento absoluto ou barreira gengival, com aplicação de uma a três sessões de 45 minutos

cada, utilizando ou não as fontes ativadoras. Suas vantagens são controle do profissional, e resultado mais rápido, e suas desvantagens referem-se ao gel ser mais agressivo aos tecidos bucais, custo elevado e tempo longo de consulta clínica. Quanto à técnica caseira, o autor sugere utilizar o peróxido de carbamida de 10 a 16 % para clareamento com moldeiras por um período de 1 a 3 horas/dia durante duas semanas. Suas vantagens referem-se a ser um gel pouco agressivo aos tecidos, poucas e rápidas consultas, menor custo, e como desvantagens apresenta a colaboração do paciente (pois no clareamento caseiro, o paciente utiliza a moldeira em casa e, portanto, não há um controle desta utilização por parte do profissional) e à adaptação com o uso das moldeiras.

BRAUN e pesquisadores, em 2006, avaliaram a eficácia do clareamento dental em diferentes tipos de concentração. Utilizando gel peróxido de carbamida a 10 %, 17 % e grupo controle com 0 %, submeteram trinta dentes anteriores (incisivos e caninos) humanos ao clareamento dental. Entre uma a duas semanas, as cores dos dentes foram medidas com análises espectrofotométricas. Como resultado, percebeu-se que o agente clareador mais concentrado demonstrou um clareamento mais rápido. Entretanto, o clareamento diário durante uma semana teve o efeito equivalente alcançado com alta e baixa concentração do agente clareador.

BRANCO et al., em 2008, confrontaram a eficácia do clareamento caseiro, associado ou não ao clareamento de consultório com aceleração por LED e por LASER. Constituíram três grupos dividindo 93 pacientes: Grupo A – clareados com peróxido de carbamida a 35 % (Whiteness HP®, FGM, Brasil) fotoativado com LED (Bright Lec II®, MM, Optics, Brasil) e associação do clareamento com peróxido de carbamida 10 % (Whiteness®, FGM) uma hora por dia por um período de sete dias; Grupo B igual ao grupo A, diferindo apenas na fotoativação que foi realizada com o LASER (Diodo Laser®, Zap, Softlase, Estados Unidos); Grupo C, clareados com peróxido de carbamida 10 % (Whiteness HP®, FGM), 1 hora por dia por um período de 14 dias. Diversificando de inicial até três meses, foram executadas quatro tomadas de cor com o espectrofotômetro (PS4®, Imbotec, Canadá). Analisando os resultados. Os autores concluíram que: (a) em todos os grupos ocorreu à alteração na cor; (b) a luminosidade dental melhorou; (c) o grupo C foi o que obteve a melhor manutenção na cor, diferindo do grupo LED e (d) a junção das técnicas de consultório e caseira melhorou a cor dental, mas não a mesma durabilidade, que foi melhor no grupo C.

ZAIA, em 2009, analisou, por meio do espectrofotômetro, a diferença de cor em dentes humanos clareados em consultório com duas diferentes marcas de géis clareadores com ou sem aplicação de fonte de luz auxiliar LED e avaliou a sensibilidade dental em relação às diferentes técnicas de clareamento. Foram selecionados 52 voluntários divididos em quatro grupos aleatoriamente. Para o Grupo 1 (G1) aplicou-se 2 mm da barreira gengival Gingi Dam® (Villevie, Joinville, SC, Brasil), fina camada do gel clareador (Mix One®, Villevie, SC, Brasil) peróxido de hidrogênio a 35 %, por fim aplicou-se o dessensibilizante (Sensis® 2 %, Villevie, SC, Brasil) por 10 minutos para evitar a sensibilidade dental. Para o Grupo 2 (G2) foram feitos os mesmo procedimentos, porém a barreira gengival foi realizada com Top Dam® (FGM, Joinville, SC, Brasil) ) e o gel clareador utilizado foi o (Whiteness HP®, FGM, Joinville, SC, Brasil) peróxido de hidrogênio a 35 %. Para o Grupo 3 (G3) foram feitos os mesmo procedimentos do G1, porém o tempo de permanência de contato do gel clareador com o dente foi de apenas oito minutos sendo este ativado pelo LED (Bright Max®, MM Optics, São Carlos, SP, Brasil). Para o Grupo 4 (G4) foram feitos os mesmo procedimentos do G1, porém a barreira gengival foi realizada com Top Dam® (FGM, Joinville, SC, Brasil) e o gel clareador utilizado foi o (Whiteness HP®, FGM, Joinville, SC, Brasil) peróxido de hidrogênio a 35 % e também foi ativado pelo mesmo LED.

Não foi possível observar a média da variação de cor nos diferentes grupos. A análise estatística revelou diferenças significativas entre os produtos utilizados quando não era realizada a fotoativação, com maiores valores da variação de cor obtidos para dentes onde foi utilizado o produto MixOne. Quando os produtos sofriam fotoativação, os resultados da análise estatística revelaram não haver diferenças entre os mesmos, independentemente do período de leitura. Quanto à sensibilidade dental, foi possível observar que os dois produtos tiveram resultados semelhantes, apresentando sensibilidade nas duas primeiras semanas e uma semana após a última aplicação, obteve uma redução significativa da sensibilidade não importando se o agente recebia ou não fotoativação.

No Quadro 1 é apresentado um resumo sobre a literatura pesquisada incluindo o tipo de clareador utilizado, a técnica de clareamento empregada, se o estudo foi realizado *in vivo* ou *in vitro* e as principais conclusões dos autores da pesquisa.

**Quadro 1 - Resumo sobre a literatura pesquisada indicando o tipo de clareador utilizado, a técnica de clareamento empregada, se o estudo foi realizado *in vivo* ou *in vitro* e as principais conclusões dos autores da pesquisa.**

<b>PESQUISADOR, Ano</b>	<b>TIPO DE CLAREADOR</b>	<b>TÉCNICA UTILIZADA</b>	<b><i>in vivo</i> / <i>in vitro</i></b>	<b>CONCLUSÃO IMPORTANTE</b>
MYERS, 2003	Peróxido de hidrogênio a 3%	Em duas semanas (30min / 3x ao dia)	<i>in vivo</i>	Clareamento de 4 tons mantido por 26 semanas
AUSCHILL et al., 2005	Caseiro, consultório, com tiras (peróxido de hidrogênio)	Três técnicas diferentes	<i>in vitro</i>	Para clareamento mais rápido, utilizar maior concentração de peróxido de hidrogênio / Remove manchas intrínsecas
SULIEMAN et al., 2006	Peróxido de carbamida (10,15,20,22 e 30%) e peróxido de hidrogênio (6%) em tiras		<i>in vitro</i>	A concentração de 30% obteve clareamento mais rápido, mas, no final, os tons alcançados foram os mesmos para todas as concentrações
CESAR et al., 2005	Peróxido de carbamida 35% e 37% com luz halógena e laser de Argônio	Dureza <i>Vickers</i> e fotorefletância	<i>in vitro</i>	O clareamento mais efetivo com 35%, independente da fonte. Dureza <i>Vickers</i> não houve diferença entre os grupos.
LOPES et al., 2002	Clareador livre de oxigênio e peróxido de carbamida 10%	Três horas/dia por duas semanas - Morfologia superficial e microdureza (microscopia eletrônica de varredura)	<i>in vitro</i>	Verificadas alterações superficiais da morfologia e dureza do esmalte humano
UNLU et al., 2004	Peróxido de carbamida 10 e 15%	Microdureza <i>Vickers</i>	<i>in vitro</i>	Por curto período de aplicação, não houve modificações significantes na dureza
OLIVEIRA et al., 2003	Peróxido de carbamida 10% (pH 6,2) e gel placebo carbopol (controle)	Fragmentos embutidos em moldeira com gel ou placebo, imerso a solução similar à saliva artificial, por oito horas / Microdureza	<i>in vitro</i>	Houve pequena queda da microdureza no grupo clareado, mas houve um aumento em função do tempo
PEREIRA e TSUBOUCHI, 2006	Peróxido de hidrogênio 35%	Diferentes técnicas com LASER, LEDs e luz halógena / 20 pacientes em 4 grupos	<i>in vivo</i>	LASER apresentou melhores resultados em relação às outras fontes de luz
BRAUN et al., 2006	Peróxido de carbamida 10 e 17% e grupo controle 0%	Trinta dentes anteriores por duas semanas / Análises espectrofotométricas	<i>in vitro</i>	A concentração maior proporcionou clareamento mais rápido, mas, no final, o clareamento foi o mesmo para todas as concentrações
BRANCO et al., 2008	Clareador caseiro (associado ou não ao de	93 pacientes divididos em 4 grupos (A, B, C e D) clareados por três	<i>in vivo</i>	Em todos os grupos ocorreram alteração de cor. Em um dos

	consultório) com aceleração por LED e por LASER	meses		grupos (C) houve melhor manutenção de cor; junção das técnicas melhorou a cor mas não a durabilidade.
ZAIA / 2009	Clareador em consultório com duas marcas diferentes, com ou sem aplicação de luz LED	52 voluntários divididos e, 4 grupos	<i>in vivo</i>	Não foi possível observar a variação de cor nos grupos

## 2.2. MATERIAIS CLAREADORES ODONTOLÓGICOS

Há cerca de quatro mil anos, surgiram os primeiros relatos históricos sobre a preocupação dos povos em clarear os dentes. Foram os egípcios que se tornaram os pioneiros no uso de dentífrícios, nesta época. Estes produtos eram constituídos de pedra-pomes pulverizadas e vinagre, esfregando-os sobre os dentes com ramos de árvores. Em torno do século I, os romanos adicionaram urina humana a esse produto, por ser um anti-séptico, também com a finalidade de clarear os dentes. Hoje, sabemos que o peróxido de uréia representa um dos produtos geradores de peróxido de hidrogênio quando aplicado nos dentes para fins clareadores (CONSOLARO et al., 2005).

Em função da crescente necessidade em busca dos padrões de beleza, algumas alternativas foram surgindo com o intuito de devolver o modelo estético perdido com o escurecimento dentário. Destacamos, nesta situação, a utilização de agentes químicos envolvidos no procedimento denominado clareamento dentário.

CONSOLARO concluiu que surgiu, assim, uma inquietude no sentido de corrigir essa alteração de cor por esse procedimento que representa uma concepção mais conservadora e promove resultados imediatos. Essas qualidades do clareamento contribuem para uma rápida difusão na população, sem a propagação de fundamentos necessários ao emprego racional e seguro.

A ação clareadora dos agentes clareadores se dá pela oxidação, pois os produtos utilizados geram moléculas de peróxido de hidrogênio e caracterizam-se pela capacidade de difusão por meio dos tecidos mineralizados, em função do baixo peso molecular. Isto é possível, pois existe uma conversão das moléculas

causadoras da pigmentação em produtos intermediários, de coloração mais clara, clinicamente aceitável. Ao final deste processo, provavelmente, os pigmentos geram produtos como o dióxido de carbono e água.

Existe um grande número de marcas/tipos de materiais clareadores que disponíveis comercialmente. A seguir serão descritos os clareadores que foram utilizados neste trabalho.

## **2.2.1. Clareadores Utilizados em Consultório sem Auxílio de Fontes de Calor**

### **2.2.1.1. Whiteness Super 37 % (marca FGM)**

Whiteness Super 37 % (Figura 2) foi desenvolvido para obtenção de clareamento dental rápido e seguro em consultório. A alta concentração de peróxido de carbamida permite a remoção, em menor tempo, da grande maioria das manchas de envelhecimento e/ou de pigmentações presentes nos dentes (FGM, 2010a).

Sua composição básica constitui de peróxido de carbamida a 37 %, carbopol neutralizado, íons de potássio, glicerina e água deionizada. De acordo com o fabricante, o clareador Whiteness Super 37 % possui vantagens como: produto pronto para uso, excelente viscosidade, pH neutro e validade de dois anos (FGM, 2010a).



**Figura 2 - Clareador Whitening Super 37 %.**

**Fonte: FGM, 2010a.**

#### 2.2.1.2. Mix One 35 % (marca Villevie)

Mix One 35 % (Figura 3) é um clareador de uso em consultório à base de peróxido de hidrogênio a 35 %, pronto para uso.

Deve-se utilizar apenas o *gingi dam* (barreira gengival), e seus resultados serem obtidos instantaneamente (VILLEVIE, 2010).



**Figura 3 - Clareador Mix One 35 %.**

**Fonte: VILLEVIE, 2010.**

## **2.2.2. Clareadores Utilizados em Consultório com Auxílio de Fontes de Calor**

### **2.2.2.1. Fotopolimerizador**

O fotopolimerizador Ultralux (Figura 4) é indicado para polimerizar materiais utilizados em restauração e como estimulador do clareamento de certos tipos de clareadores. Apresenta anatomia tipo revólver, leve, e de acesso a todos os dentes. Potência entre 350 e 500 mW/cm<sup>2</sup> e filtro de luz que produz luz de comprimento de onda na faixa entre 400 e 500 nm (DABI ATLANTE, 2010).



**Figura 4 - Fotopolimerizador Ultralux.**

**Fonte: DABI ATLANTE, 2010.**

#### 2.2.2.2. Whiteness HP MAXX (marca FGM)

Whiteness HP Maxx é um clareador à base de Peróxido de Hidrogênio a 35 % para clareamento de dentes vitais e não vitais. O produto contém um conjunto de corantes especiais que atuam como barreira absorvente (altera da cor carmim intenso para o verde) e quando irradiados com luz, convertem esta em energia térmica, que acelera o processo de penetração de peróxido na estrutura dental e consequentemente acelera o processo de clareamento (FGM, 2010b).

Além dos corantes, o produto contém uma carga inorgânica que atua como barreira e coletor de ondas de calor. Esta barreira faz com que as ondas de calor sejam utilizadas no gel para a aceleração do clareamento. Conseqüentemente evitam que atinjam a polpa diretamente, aumentando sua temperatura e provocando sensibilidade (FGM, 2010b).

O fabricante indica Whiteness HP MAXX (Figura 5), pois sua apresentação em duas fases permite que a validade do produto seja maior (dois anos), acompanha um frasco com solução enzimática (NEUTRALIZE) que é utilizado quando ocorre o contato acidental do peróxido na mucosa do paciente. Pode ser usado em arcadas inteiras ou dentes individuais, excelente viscosidade, pH neutro, mais eficaz na diminuição da sensibilidade ao tratamento, sistema de mistura no momento do preparo sem perdas por excesso ou falta de material (FGM, 2010b).



**Figura 5 - Clareador Whiteness HP MAXX.**

**Fonte: FGM, 2010b.**

#### 2.2.2.3. Pola Office (marca SDI)

Pola Office (Figura 6) é um clareador a base de peróxido de hidrogênio a 35 % com um sistema simples de uso em consultório. O tempo mínimo de tratamento para dentes mais brancos é obtido em apenas 30 minutos, possui propriedades dessensibilizantes exclusivas que inibem a sensibilidade pós-operatória (SDI, 2010).

Contém nitrato de potássio, um conhecido agente dessensibilizante. Ele age na terminação nervosa bloqueando a transmissão dos impulsos nervosos proporcionando um efeito calmante. Qualquer luz de cura que libere calor irá acelerar o processo de clareamento para que o resultado seja alcançado em apenas 30 minutos. A barreira gengival do Pola Office permite uma remoção limpa e rápida do agente clareador (SDI, 2010).



**Figura 6 - Clareador Pola Office.**

**Fonte: SDI, 2010.**

### **2.2.3. Clareadores Auto-Administrados Pelo Paciente (Caseiros)**

#### **2.2.3.1. Whiteness Perfect 10 % (marca FGM)**

O Whiteness Perfect 10 % (Figura 7) é um gel clareador dental a base de peróxido de carbamida 10 %, para uso caseiro com supervisão de um dentista (FGM, 2010c).

De acordo com o fabricante, o clareador Whiteness Perfect 10 % possui vantagens como: excelente viscosidade (não escorre na moldeira), o pH do gel é neutro para evitar a desmineralização do esmalte e da dentina, além de glicol e alto teor de água, possui uma excelente combinação de dessensibilizantes, como nitrato de potássio e fluoreto de sódio. Possui validade de dois anos (FGM, 2010c).



**Figura 7 - Clareador Whiteness Perfect 10 %.**

**Fonte: FGM, 2010c.**

#### 2.2.3.2. Whitegold Sistema de Clareamento Dental (marca Dentsply)

Whitegold (Figura 8) é um sistema de clareamento a base de peróxido de carbamida 10 % e que apresenta menor custo operacional e maior rentabilidade, demonstra um clareamento gradativo com melhor controle, e menor tendência à sensibilidade (DENTSPLY, 2010).

Suas características são: alta tixotropia (fenômeno pelo qual certas substâncias passam do estado de gel para o estado líquido, após ligeira agitação), liberação de flúor, eficiência comprovada e sabor menta. Seus benefícios são: não escorrer na moldeira e redução da incidência de sensibilidade (DENTSPLY, 2010).



**Figura 8 - Clareador Whitegold.**

**Fonte: Dentsply, 2010.**

## **2.3. TESTES**

### **2.3.1. Microdureza**

A dureza apresenta-se como sendo a resistência à penetração de um material quando pressionado por outro material ou por marcadores padronizados, apresentando a formação de uma marca permanente. Na engenharia, os métodos mais aplicados utilizam penetradores com formato padronizado que sob condições específicas de pré-carga e carga, pressionam a superfície do material, causando deformação plástica. Se compararmos com outros testes mecânicos, o teste de microdureza *Vickers* é muito usado, pois é pouco destrutivo, rápido, de fácil execução e relativamente barato, mas necessita de muita atenção, pois exige cuidadosa preparação da amostra e que o ponto de teste seja determinado com precisão (COSTA, 2008).

No teste de microdureza *Vickers* (utilizado neste trabalho) são empregados endentadores piramidais de diamante de base quadrada cujos lados opostos, se encontram no ápice da pirâmide, formando um ângulo de  $136^\circ$ . O endentador é

pressionado na amostra aplicando-se uma carga controlada com precisão que varia entre 1g e 1200g. Esta carga é mantida por um tempo específico sem interrupção, normalmente de 10s a 15s. Após este tempo, o endentador é removido deixando uma impressão quadrada na superfície da amostra. A dimensão desta impressão é determinada visualmente. O número da dureza *Vickers* (*HV*), expresso geralmente em N/mm<sup>2</sup>, é uma função da carga aplicada (*P*) e da diagonal (*d*) da base quadrada da impressão na superfície do material (Equação 1) (GARCIA, 2000).

$$HV = \frac{1,854P}{d^2} \quad (1)$$

### 2.3.2. Bioimpedância

O termo bioimpedância é utilizado quando a medida da impedância elétrica é realizada em um organismo vivo. Ela representa a resistência do organismo ao fluxo de corrente elétrica aplicada externamente ao mesmo e sua determinação vem permitindo o estudo e caracterização dos tecidos biológicos em termos dos seus parâmetros elétricos.

Os primeiros trabalhos envolvendo o estudo da bioimpedância tiveram início no século XIX (UEBER, 1871 apud KYLE et al., 2004) e desde então a sua medição sido utilizada nas mais diversas aplicações, principalmente devido às suas características não invasivas e de baixo custo quando comparadas a outras técnicas (MORAIS et al., 2010; KYLE et al., 2004).

Entre algumas aplicações atuais, pode-se citar a estimativa da gordura corporal (RODRIGUES et al., 2001), a determinação de cáries em dentes (MORAIS et al., 2010), a determinação do comprimento do canal do dente (KRIZAJ et al., 2004; WOŹNIAK et al., 2007) e a medição de bioimpedância do tecido ósseo (GUIMERA et al., 2008).

As medidas da bioimpedância podem ser feitas em uma única frequência, em várias frequências ou utilizando-se espectroscopia bioelétrica (KYLE et al., 2004).

Os modelos utilizados nos equipamentos de medição dos parâmetros biológicos podem envolver apenas elementos resistivos, mas o mais usual é que os

mesmos considerem também elementos reativos como capacitores e indutores (KYLE et al., 2004).

Considerando um circuito série contendo um resistor, um capacitor e um indutor, a impedância elétrica do mesmo é um valor complexo dado pela equação 1 (IRWIN, 2010).

$$Z = R + jX = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \quad (1)$$

onde:

$R$  é a resistência elétrica do circuito (parte real da impedância);

$X = \omega L - \frac{1}{\omega C}$  é a parte reativa do circuito (parte imaginária da impedância), constituída pela reatância capacitiva ( $-1/\omega C$ ) e a reatância indutiva ( $\omega L$ );

A impedância elétrica apresentada na equação 1 pode ser representada em termos de dois outros valores: o módulo e o ângulo de fase, dados pelas equações 2 e 3, respectivamente.

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (2)$$

$$\phi(Z) = \arctan \frac{X}{R} \quad (3)$$

Neste trabalho será considerado o modelo complexo da impedância e as medidas serão realizadas em termos do módulo e ângulo de fase em uma única frequência.

## **CAPÍTULO 3**

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. MATERIAIS E INFRA-ESTRUTURA**

Antes de iniciar as pesquisas, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), foi aprovado e recebeu o protocolo CONEP número 0228.0.084.000-09.

Com a aprovação do projeto junto ao CEP, foram captados 100 dentes de humanos no Banco de Dentes PUC-PR.

Os materiais clareadores escolhidos para este estudo foram: os clareadores utilizados em consultório, sem auxílio de fontes de calor, Whiteness Super 37 %, Mix One 35 %; os clareadores utilizados em consultório, com auxílio de fontes de calor, Whiteness HP MAXX, Pola Office; e administrados pelo paciente (caseiro) Whiteness Perfect 10 %, Whitegold Sistema de Clareamento Dental. Todos os materiais foram adquiridos em estabelecimentos comerciais da cidade de Curitiba, estado do Paraná.

A preparação dos espécimes e as análises de microdureza *Vickers* e impedância que compõem o desenvolvimento deste projeto foram efetuados nos laboratórios do Departamento de Mecânica da UTFPR e de Engenharia Biomédica do CPGEI.

#### **3.2. DESENVOLVIMENTO**

##### **3.2.1. Preparação das Amostras**

Foram selecionados 90 dentes aleatoriamente, para preparo de seis grupos de 15 dentes cada, que foram transformados em 90 corpos-de-prova para os testes. Estes corpos-de-prova foram limpos através de profilaxia realizada com escova tipo Robson e pedra-pomes, sendo numeradas e acondicionadas em vidros contendo água destilada (Figura 9).



**Figura 9 - Dentes a serem utilizados nos testes, após limpeza utilizando escova tipo Robson e pedra-pomes.**

### **3.2.2. Confeção dos Espécimes**

Para o teste de microdureza *Vickers*, foram preparadas 90 amostras em cubos de *nylon* para que as mesmas pudessem ser submetidas aos ensaios para avaliação de dureza. Os cubos mediam 5x5 cm, tendo uma abertura central de 3x2 cm e 2 cm de profundidade (Figura 10). As amostras foram fixadas nos corpos de prova com lâmina de cera nº 7, deixando a superfície externa do esmalte voltada para fora (Figura 11). Os dez dentes restantes foram utilizados como reserva, no caso de danos a qualquer uma das amostras.



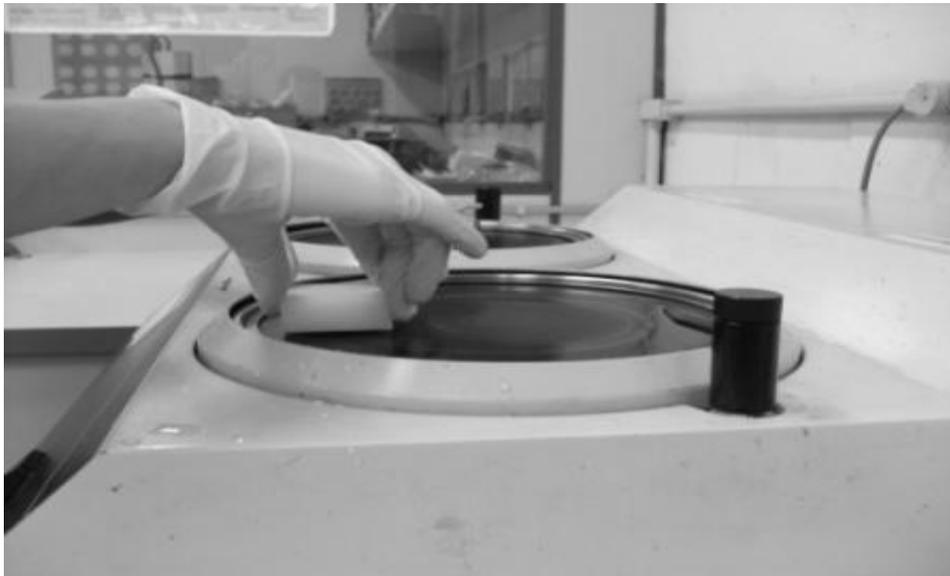
**Figura 10 - Molde em nylon para fixação e acondicionamento dos dentes a serem submetidos aos ensaios de dureza.**



**Figura 11 - Amostra preparada e fixada no molde utilizando-se cera nº 7.**

Após o acondicionamento nos cubos de nylon, as amostras foram encaminhadas ao polimento no equipamento Struers DAP-V (Struers Inc., Westlake,

OH). Todos os espécimes foram polidos, individualmente, a 100 rpm por 10 segundos (Figura 12).



**Figura 12 - Polimento das Amostras de Dentes no Equipamento Struers DAP-V.**

As amostras foram submetidas aos agentes clareadores com as seguintes variáveis:

1) Grupo 1 com dois clareadores usados em consultório sem o auxílio de fontes de calor para obter o processo de clareamento. As amostras 01-15 (Grupo 1A) foram clareadas utilizando-se o clareador Mix One 35 % (Villevie) e nas amostras 16-30 (Grupo 1B) foi utilizado o clareador Whiteness Super 37 % (FGM).

2) Grupo 2 com dois clareadores utilizados em consultório com auxílio de fotopolimerizador: Nas amostras 31-45 (Grupo 2A) foi utilizado o clareador Pola Office 35 % (SDI) e nas amostras 46-60 (Grupo 2B), o clareador Whiteness HP Maxx 35 % (FGM). O fotopolimerizador utilizado foi o Fotopolimerizador Ultralux (marca Dabi Atlante) tipo revólver com potência entre 350 e 500mw/cm<sup>2</sup> e filtro de luz que produz luz de comprimento de onda na faixa entre 400 e 500 nm. Foram realizadas 10 aplicações de 50s conforme instruções do fabricante.

3) Grupo 3 com clareadores caseiros: Nas amostras 61-75 (Grupo 3A) foi utilizado Whiteness Perfect 10 % (FGM) e nas amostras 76-90 (Grupo 3B), o clareador Whitegold Sistema de Clareamento Dental (Dentsply). As amostras 61-90 (Grupos 3A e 3B) foram clareadas em três etapas diferentes, com intervalos de 24 horas entre cada etapa, pois, em função da concentração destes clareadores ser de apenas 10%, é sugerido pelo fabricante e serve de protocolo clínico, que o

clareamento seja realizado em mais de uma etapa para se obter algum resultado. Entre as etapas de clareamento as mesmas ficaram imersas em água destilada.

A aplicação do agente clareador foi feita uma vez por etapa, com duração de acordo com as instruções do fabricante e em seguida lavado e colocado em água destilada.

### **3.2.3. Teste de Microdureza *Vickers***

Foi realizada a execução de testes de microdureza em cada dente utilizando-se o equipamento *Micro Hardness Tester-HMV Shimadzu* (Japão) do Laboratório de Metalografia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, através do ensaio de dureza *Vickers* utilizando 980,7 mN por 15 segundos (Figura 13). Foram realizadas dez penetrações aleatórias na superfície de cada espécime, totalizando 900 penetrações. Com o auxílio do microscópio mensurador acoplado ao equipamento, mediram-se as dimensões das penetrações na superfície do espécime e o equipamento. Através desta medida determinaram-se os valores de dureza *Vickers*.

Foram realizadas três sessões de clareamento:

- 1ª para 2ª sessão, intervalo de 3 dias.
- 2ª para 3ª sessão, intervalo de 5 dias.

Foram realizadas quatro sessões de testes:

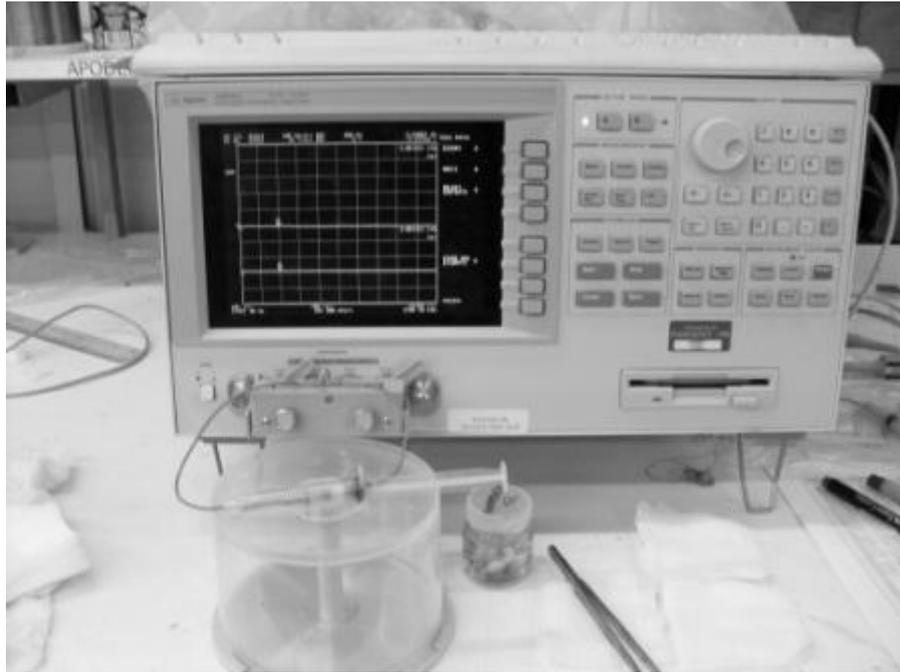
- 1ª sessão: antes do clareamento.
- 2ª sessão: 24 horas após a 1ª sessão de clareamento.
- 3ª sessão: 24 horas após a 2ª sessão de clareamento.
- 4ª sessão: 24 horas após a 3ª sessão de clareamento.



**Figura 13 - Testes de Microdureza Vickers no Equipamento Micro Hardness Tester-HMV Shimadzu.**

#### **3.2.4. Teste de Impedância**

Para o teste de impedância, as amostras foram retiradas da água destilada, e imediatamente inseridas numa seringa com ligação nos dois pólos que foi construída como protótipo, introduzidas no *Precision Impedance Analyzer 4294 A, 40Hz to 110MHz* (Agilent), para verificar as medidas da análise de impedância. Para cada medida de impedância, a amostra era retirada e recolocada na seringa com o auxílio de uma pinça (Figura 14). Neste teste, as amostras 18 e 26 apresentaram largura maior que o diâmetro da seringa e não couberam no protótipo, portanto, a sua impedância não foi analisada.

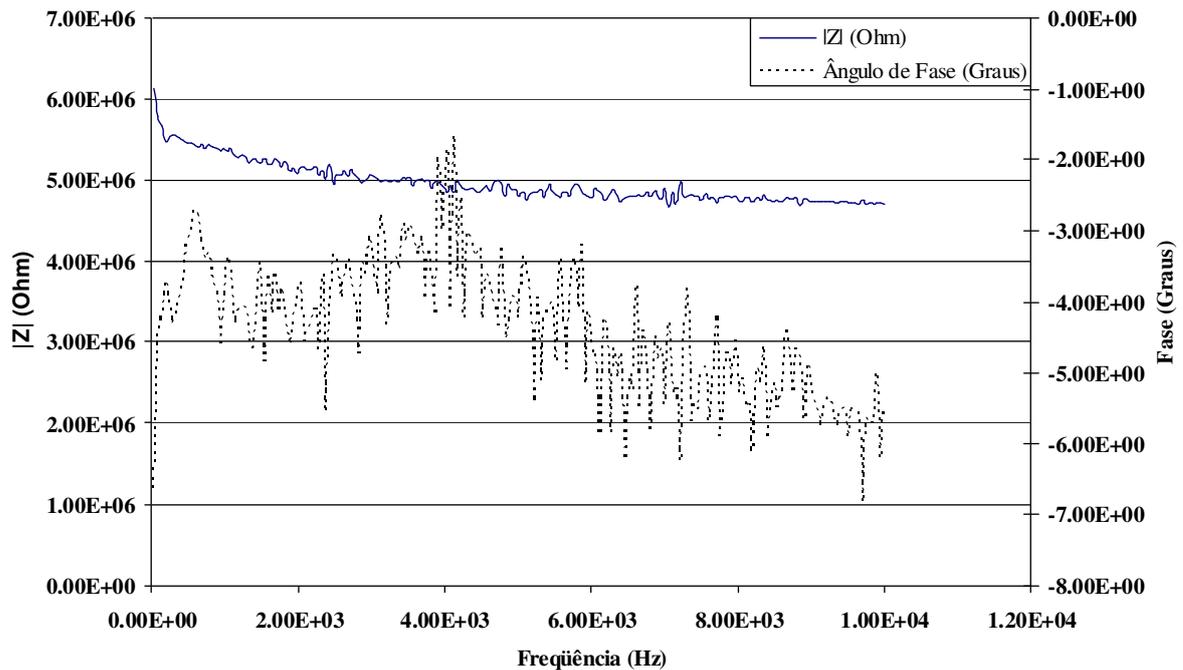


**Figura 14 - Amostras Posicionadas no Precision Impedance Analyzer 4294 A, 40Hz to 110MHz (Agilent).**

Foram feitas dez medidas do módulo e da fase da impedância para cada dente, sendo a frequência escolhida de 2 kHz. O Gráfico 1 apresenta uma curva típica indicando o módulo e o ângulo de fase da impedância em uma amostra de dente utilizada nos testes, onde foi feita uma varredura de frequências na faixa entre 40 Hz e 10 kHz.

A frequência de 2 kHz foi escolhida por ser uma frequência relativamente baixa e para a qual os efeitos da indutância e comprimento dos cabos do protótipo de medição não influenciam significativamente na determinação do valor da impedância do dente. Não foi encontrado na literatura trabalhos semelhantes ao que foi desenvolvido e que pudessem embasar a escolha da frequência dos testes.

Foram realizadas três sessões de testes: a primeira antes do clareamento; a segunda após 48 horas do clareamento e a terceira, sete dias após a segunda sessão.



**Gráfico 1 - Exemplo de curva de módulo e fase da impedância do dente medida utilizando-se o Precision Impedance Analyzer 4294 A, 40Hz to 110MHz (Agilent).**

### 3.2.5. Análises Estatísticas

Os dados obtidos pela análise de microdureza e impedância foram tabelados no programa *Microcal Origin versão 6.0* (Microcal Software, Inc, Northampton, USA) e posteriormente submetidos à análise de variância pelo critério de classificação: modelo fatorial completo ANOVA ( $p < 0,05$ ) para medidas repetidas com finalidade de comparar os valores médios de dureza, e os valores de módulo e fase de impedância das amostras submetidas segundos os clareadores (Whiteness Super 37 %, Mix One 35 %, Whiteness HP MAXX, Pola Office, Whiteness Perfect 10 %, Whitegold Sistema de Clareamento Dental) e os grupos (01-15; 16-30; 31-45; 46-60; 61-75 e 76-90).

## CAPÍTULO 4

### 4. RESULTADOS

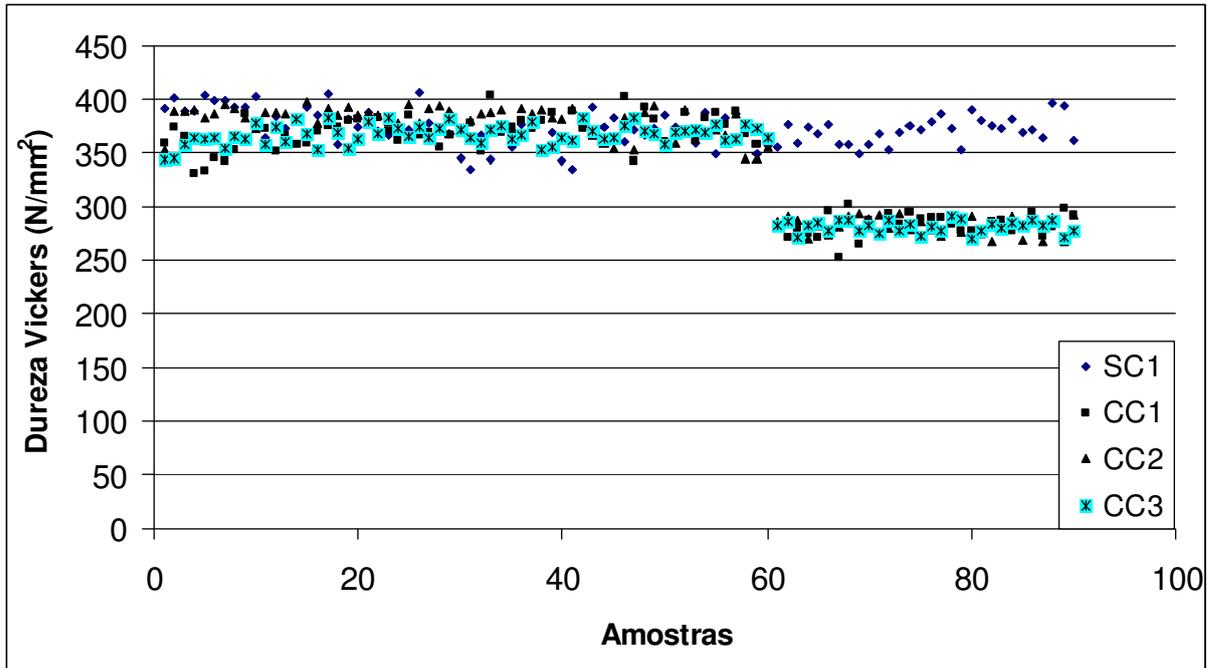
Neste capítulo encontram-se os resultados obtidos com os métodos descritos na metodologia. Os dados originais permitiram a elaboração das análises estatísticas, das tabelas e dos gráficos aqui expostos. Para facilitar a análise dos resultados, estes foram divididos por tipo de experimento efetuado: microdureza e impedância.

Para os resultados deste trabalho são apresentadas as relações das variáveis dos clareadores com concentrações diferentes e maneiras de aplicação diferentes conforme especificações dos fabricantes.

#### 4.1. MICRODUREZA *VICKERS*:

Através da análise de microdureza *Vickers*, utilizando 980.7mN por 15 segundos, foi possível identificar quais variáveis apresentaram maior influência no esmalte dentário.

No Gráfico 2 são apresentados os valores médios de microdureza *Vickers* para as amostras de dentes avaliadas, onde SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento.



**Gráfico 2 - Valores médios de Microdureza Vickers para as amostras de dentes avaliadas. SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010**

Na tabela 1, são apresentados os resultados das médias e desvios padrão da microdureza *Vickers* para os dentes sem clareamento (SC1), e após clareamento (CC1, CC2 e CC3):

As amostras foram divididas em 6 grupos de acordo com a técnica de clareamento a ser aplicada, definidas anteriormente na metodologia. Às amostras do grupo 1 (1-15 - Grupo 1A, 16-30 - Grupo 1B) foram aplicados clareadores do tipo para uso em consultório sem o auxílio de fonte de luz. Nas amostras do grupo 2 (31-45 – Grupo 2A, 46-60 – Grupo 2B) foram utilizados clareadores a serem aplicados em consultório com o auxílio de fonte de luz e às amostras do grupo 3 (61-75 – Grupo 3A, 76-90 – Grupo 3B) foram aplicados os clareadores do tipo caseiro.

**Tabela 1 - Valores médios e desvios padrão da microdureza Vickers antes e após as sessões de clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, CC3: após terceiro clareamento, DP: desvio padrão.**

Grupos	SC1		CC1	
	Média	DP	Média	DP
1A	390,0	12,0	358,0	10,0
1B	375,0	8,6	372,0	6,4
2A	363,0	4,0	374,0	6,1
2B	369,0	5,5	375,0	7,3
3A	364,0	7,0	281,0	6,0
3B	376,0	5,4	285,0	5,0

Grupos	CC2		CC3	
	Média	DP	Média	DP
1A	385,0	5,0	362,0	5,0
1B	385,0	3,3	370,0	4,9
2A	380,0	8,0	366,0	4,0
2B	369,0	5,9	370,0	3,2
3A	285,0	4,0	281,0	2,0
3B	280,0	5,3	282,0	2,2

#### 4.1.1. Teste ANOVA:

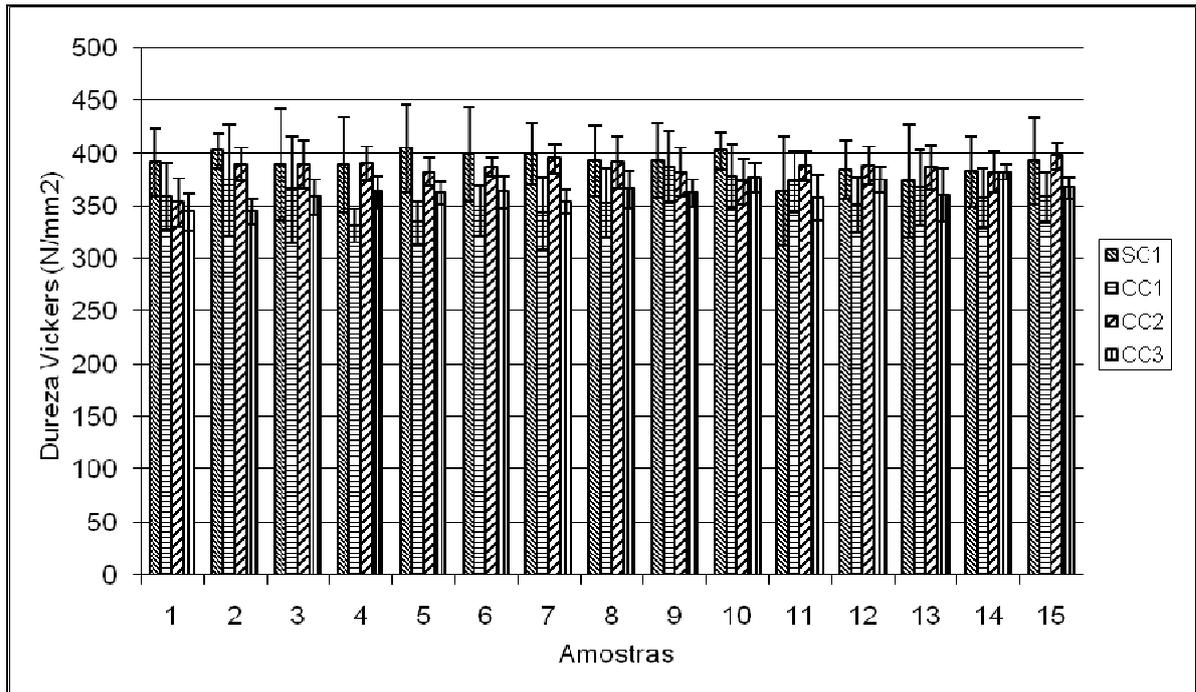
A tabela 2 apresenta o resultado das análises estatísticas através do teste ANOVA ( $p < 0,05$ ) para as 10 medidas de microdureza Vickers realizadas em cada dente do grupo, antes e após cada etapa do clareamento e entre as etapas do clareamento.

**Tabela 2 - Significância do teste ANOVA ( $p < 0,05$ ) entre os valores médios das dez medidas de microdureza Vickers para cada dente antes e após o clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, CC3: após terceiro clareamento, SIM: Teste ANOVA apresenta resultado significativo, NÃO: Teste ANOVA não apresenta resultado significativo.**

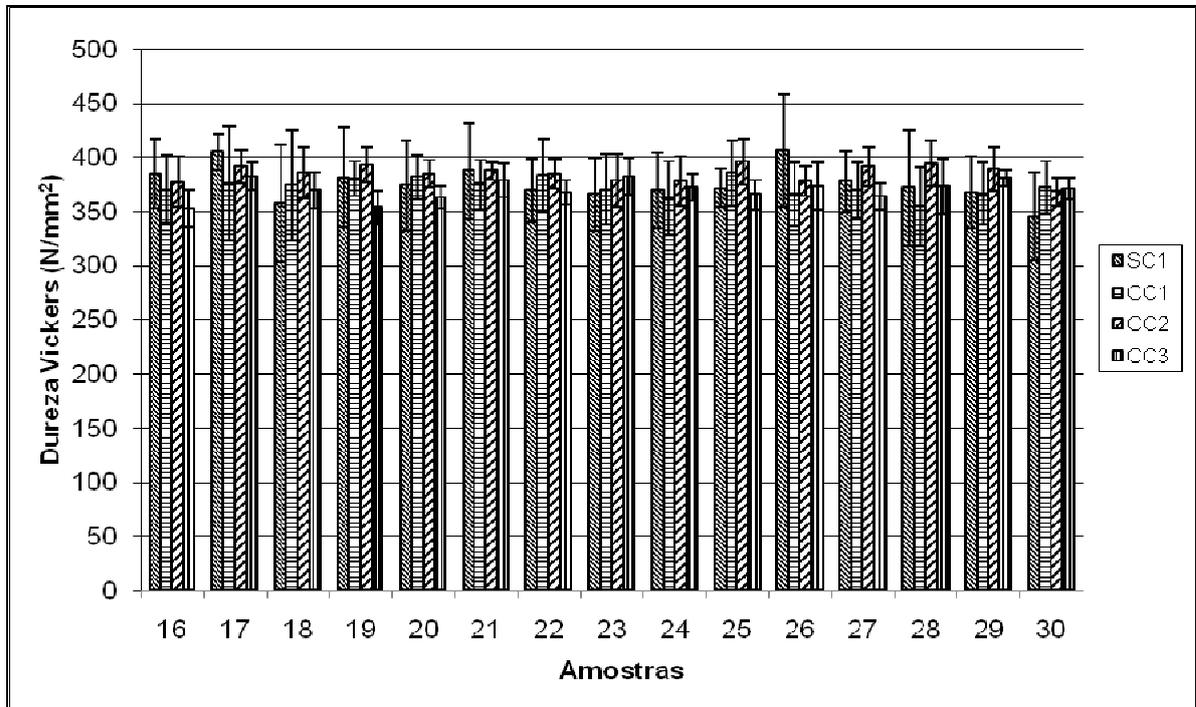
Grupos	SC1 - CC1	SC1 - CC2	SC1 - CC3	CC1 - CC2	CC1 - CC3	CC2 - CC3
1A	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	SIM
1B	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM
2A	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM
2B	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
3A	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM
3B	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO

#### 4.1.2. Análise da microdureza

Os gráficos 3 a 8 apresentam os valores médios e as variações de desvios padrão para cada grupo após as quatro medições de microdureza realizadas: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento.



**Gráfico 3 - Valores médios e desvios padrão de microdureza Vickers para as amostras 01-15 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.**



**Gráfico 4 - Valores médios e desvios padrão de microdureza Vickers para as amostras 16-30 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.**

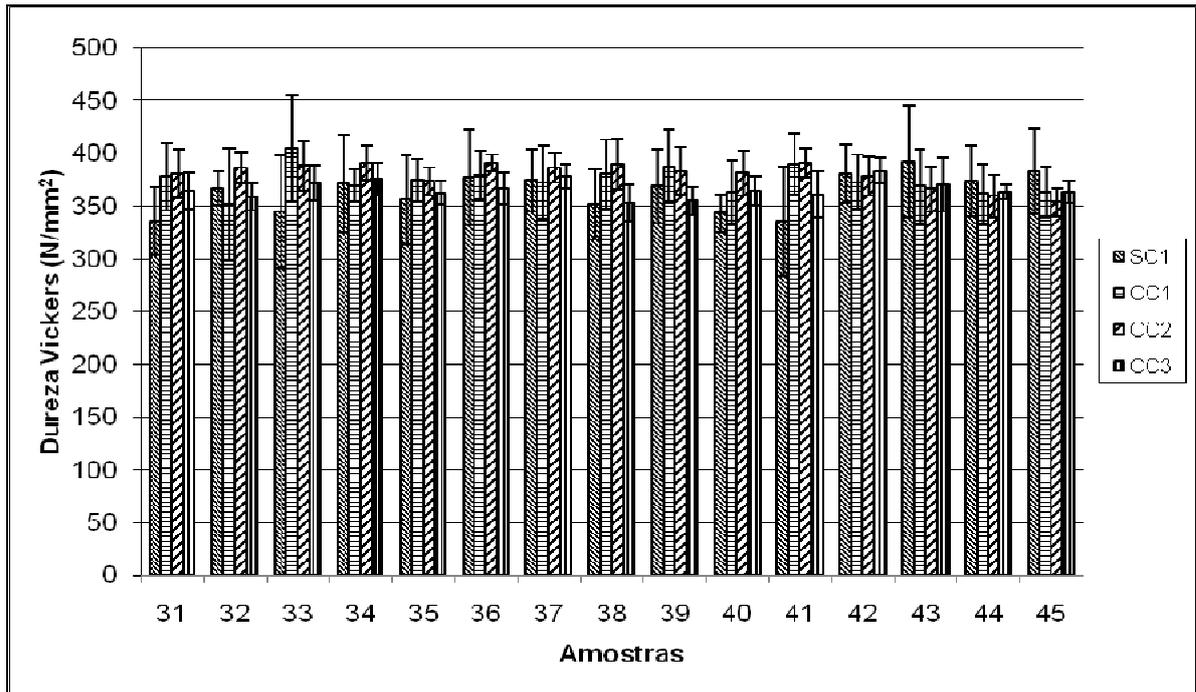


Gráfico 5 - Valores médios e desvios padrão de microdureza Vickers para as amostras 31-45 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.

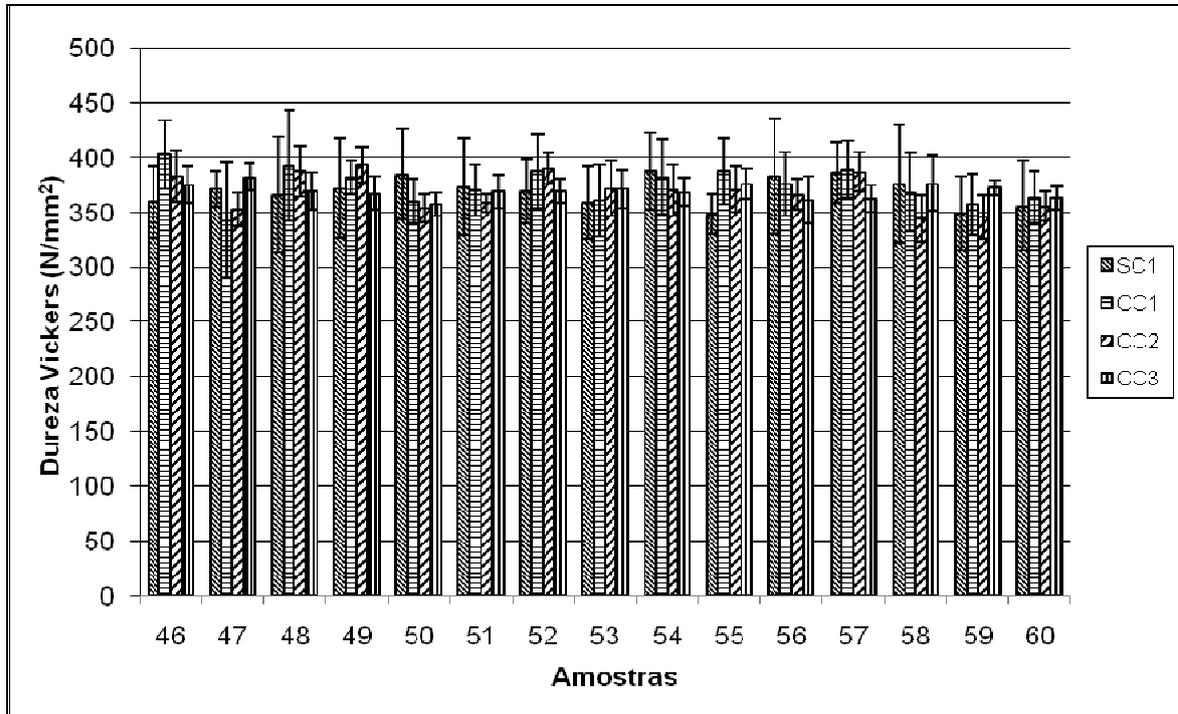
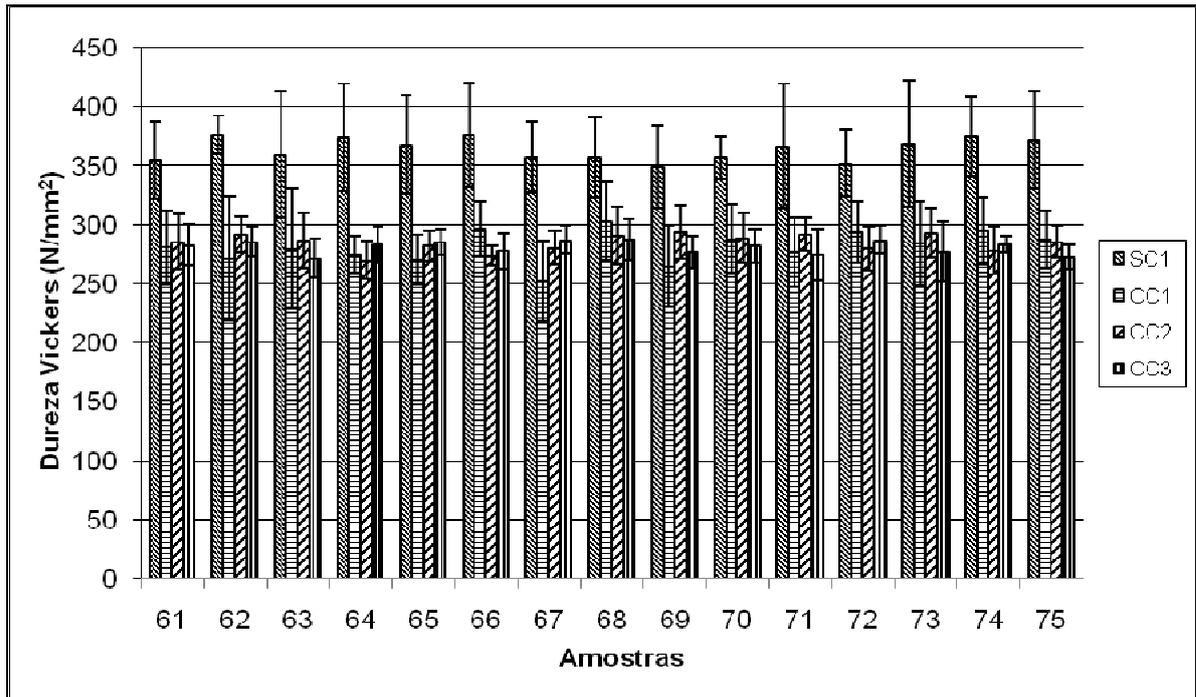
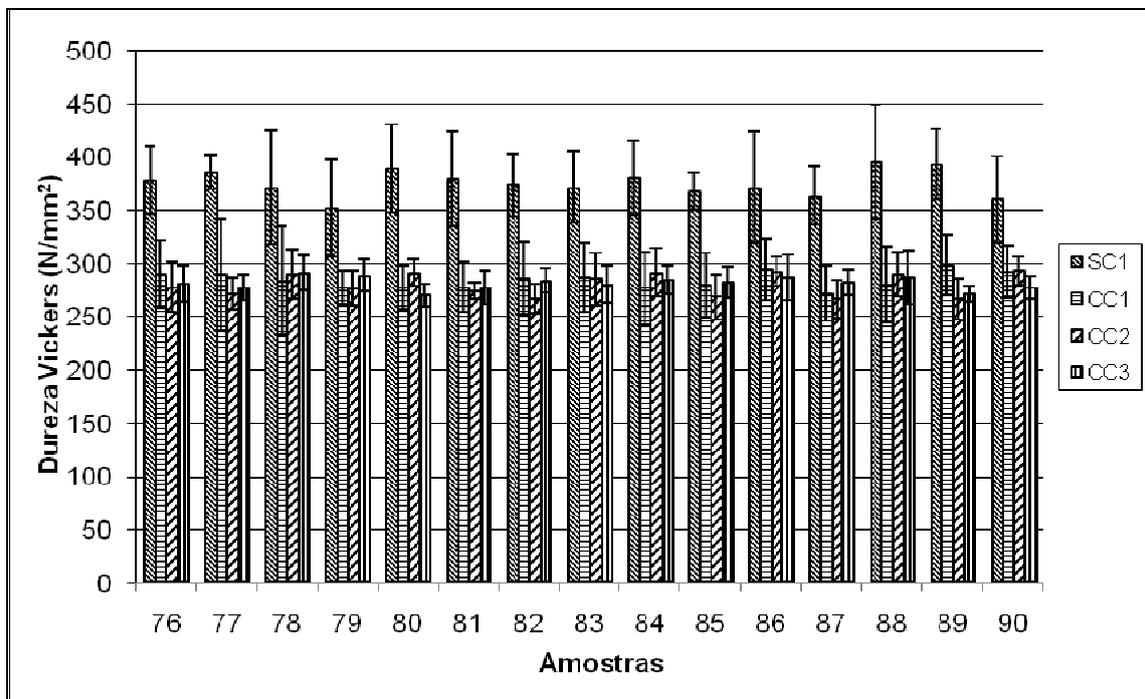


Gráfico 6 - Valores médios e desvios padrão de microdureza Vickers para as amostras 46-60 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.



**Gráfico 7 - Valores médios e desvios padrão de microdureza Vickers para as amostras 61-75 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.**



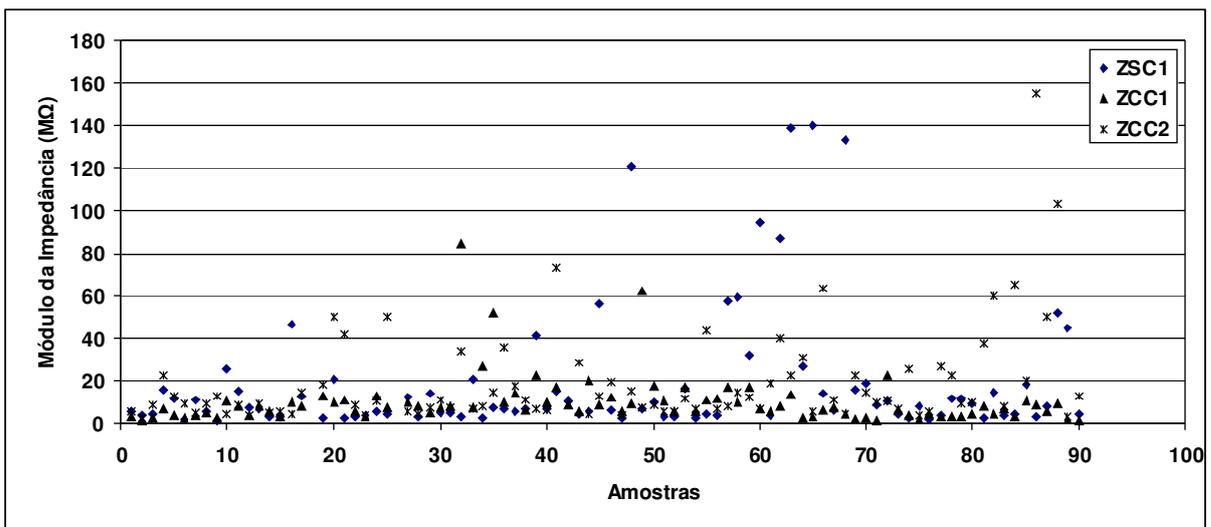
**Gráfico 8 - Valores médios e desvios padrão de microdureza Vickers para as amostras 76-90 após as quatro etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento, CC3 – após 3º clareamento - 2010.**

## 4.2. IMPEDÂNCIA

Através da análise do módulo e da fase da impedância, utilizando a frequência de 2 kHz, foi possível identificar quais variáveis apresentaram maior influência sobre as amostras.

### 4.2.1. Módulo da Impedância

O Gráfico 9 apresenta os valores médios do módulo da impedância para as amostras de dentes avaliadas, onde ZSC1 – módulo da impedância sem clareamento, ZCC1 – módulo da impedância após 1º clareamento, ZCC2 - módulo da impedância após 2º clareamento. Todas as medidas foram realizadas na frequência de 2 kHz.



**Gráfico 9 - Valores do módulo da impedância para as amostras de dentes avaliadas. ZSC1 – módulo da impedância sem clareamento, ZCC1 – módulo da impedância após 1º clareamento, ZCC2 - módulo da impedância após 2º clareamento - 2010.**

Na tabela 3, são apresentados os resultados das médias e desvio padrão do módulo da impedância para os dentes sem clareamento (SC1), e após clareamento (CC1 e CC2):

**Tabela 3 - Valores médios e desvios padrão do módulo da impedância antes e após as sessões de clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, DP: desvio padrão.**

Grupos	SC1		CC1	
	Média	DP	Média	DP
1A	7,9	4,1	4,5	0,2
1B	10,3	4,3	8,3	0,3
2A	13,0	1,6	19,9	2,4
2B	28,1	3,6	14,5	6,3
3A	41,1	6,6	5,9	0,1
3B	12,8	1,2	5,1	0,1

Grupos	CC2	
	Média	DP
1A	8,1	0,9
1B	17,6	2,4
2A	18,2	1,2
2B	11,5	0,5
3A	19,2	7,8
3B	39,2	4,8

#### 4.2.1.1. Teste ANOVA:

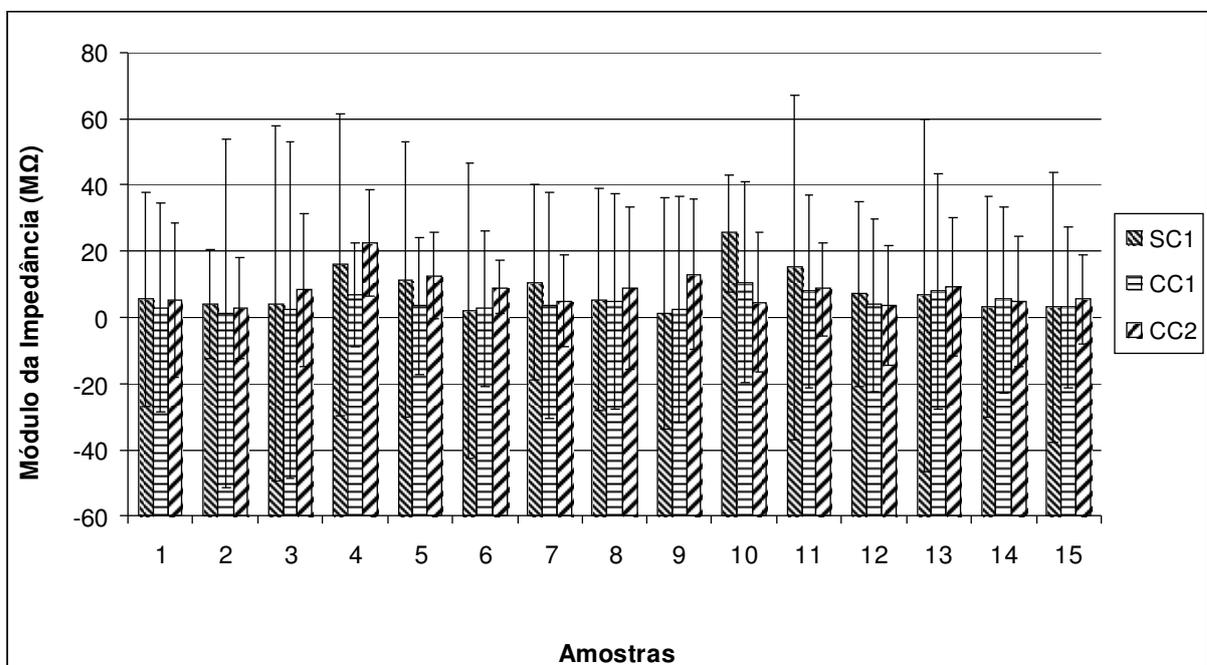
A tabela 4 apresenta o resultado das análises estatísticas através do teste ANOVA ( $p < 0,05$ ) para as dez medidas do módulo da impedância realizadas em cada dente do grupo, antes e após cada etapa do clareamento e entre as etapas do clareamento.

**Tabela 4 - Resultado do teste estatístico ANOVA ( $p < 0,05$ ) para avaliar os valores médios das 10 medidas de impedância para cada dente antes e após o clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, CC3: após terceiro clareamento, SIM: Teste ANOVA apresenta resultado significativo, NÃO: Teste ANOVA não apresenta resultado significativo.**

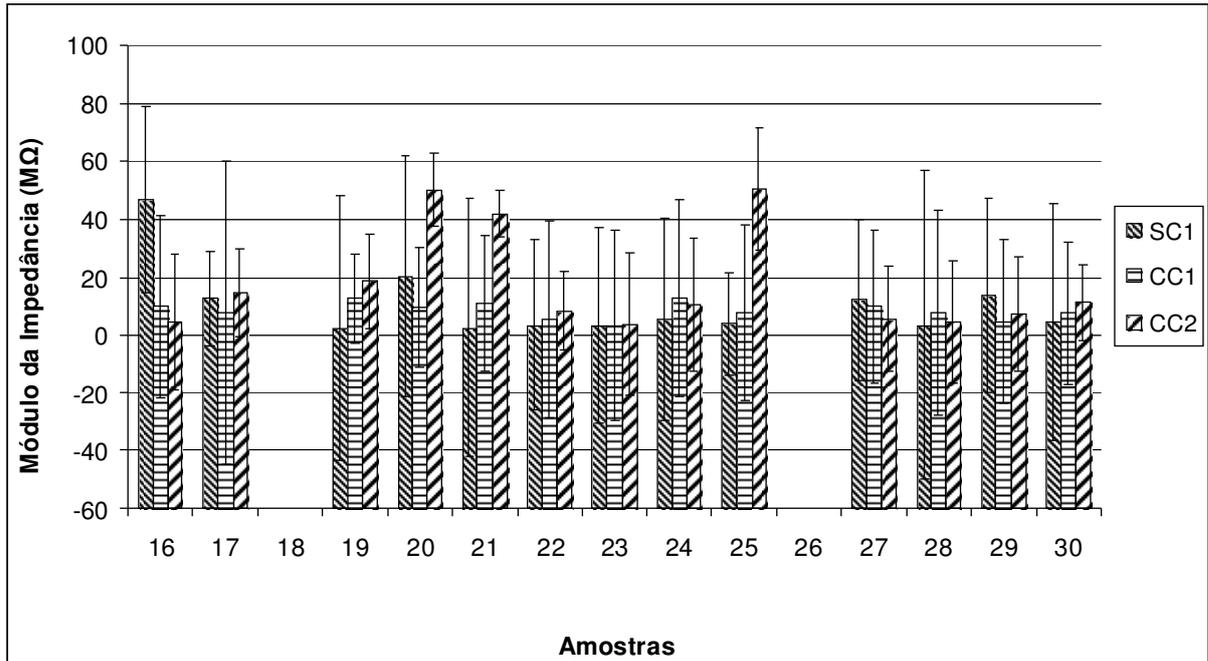
Grupos	SC1 - CC1	SC1 - CC2	CC1 - CC2
1A	SIM	NÃO	SIM
1B	NÃO	SIM	SIM
2A	SIM	SIM	NÃO
2B	SIM	SIM	SIM
3A	SIM	SIM	SIM
3B	SIM	SIM	SIM

#### 4.2.1.2. Análise do módulo da impedância:

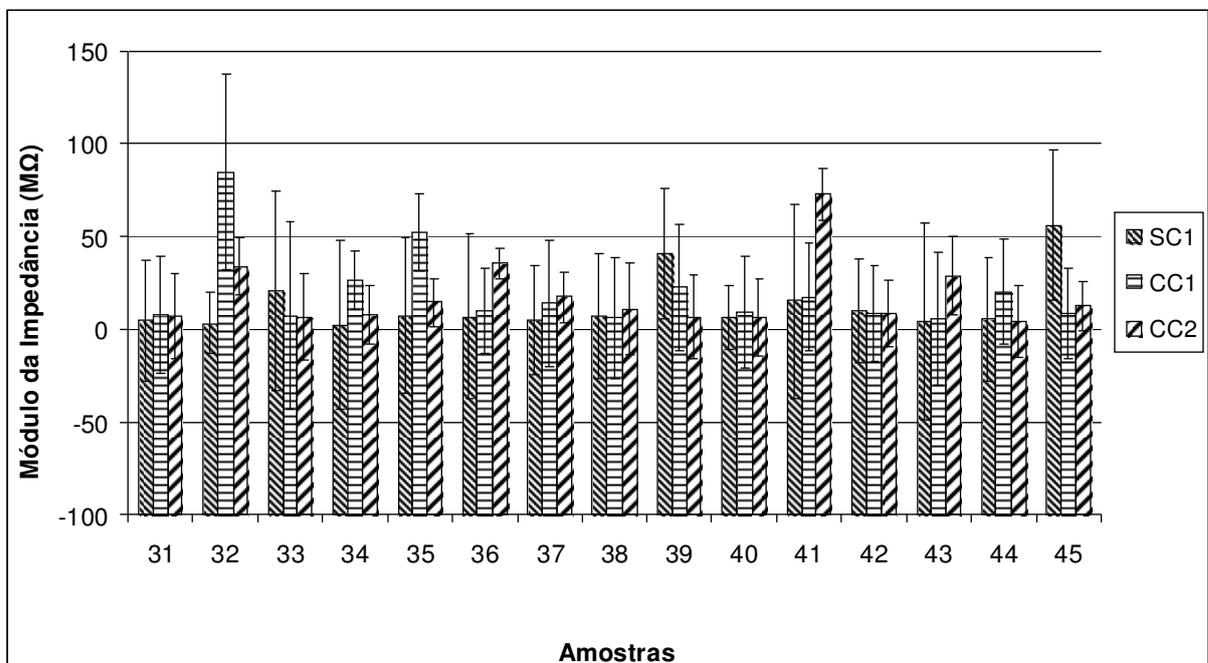
Os gráficos 10 a 15 apresentam os valores médios e desvios padrão do módulo da impedância para cada dente dos grupos após as 3 etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento.



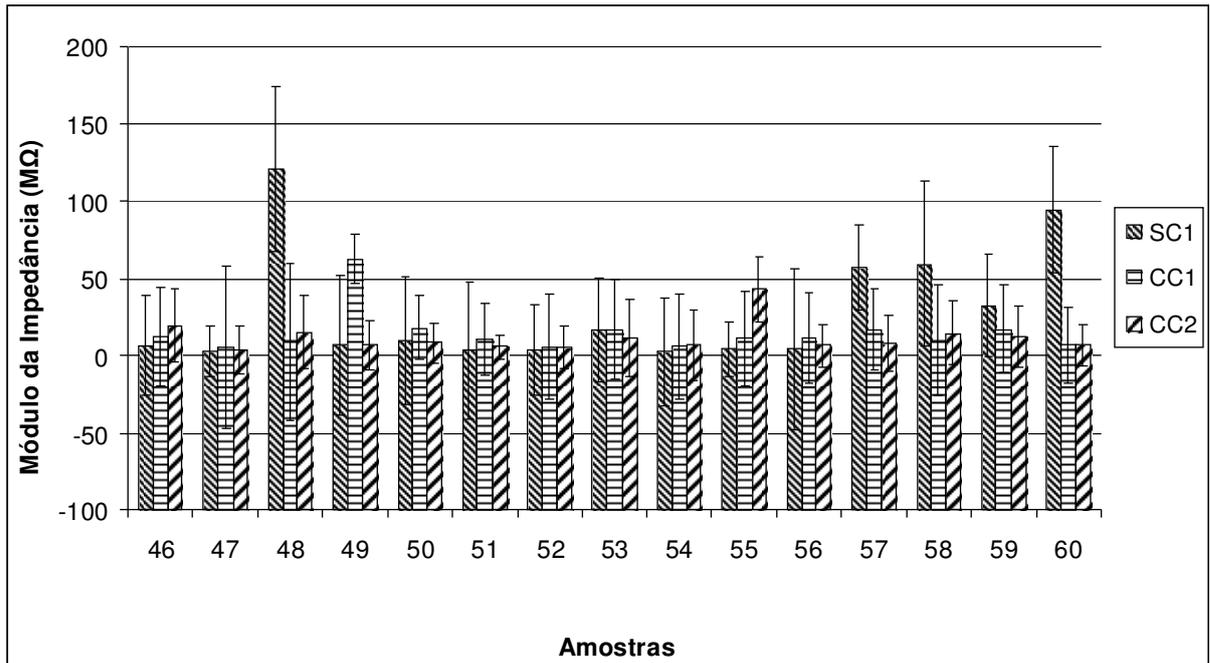
**Gráfico 10 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 01-15 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



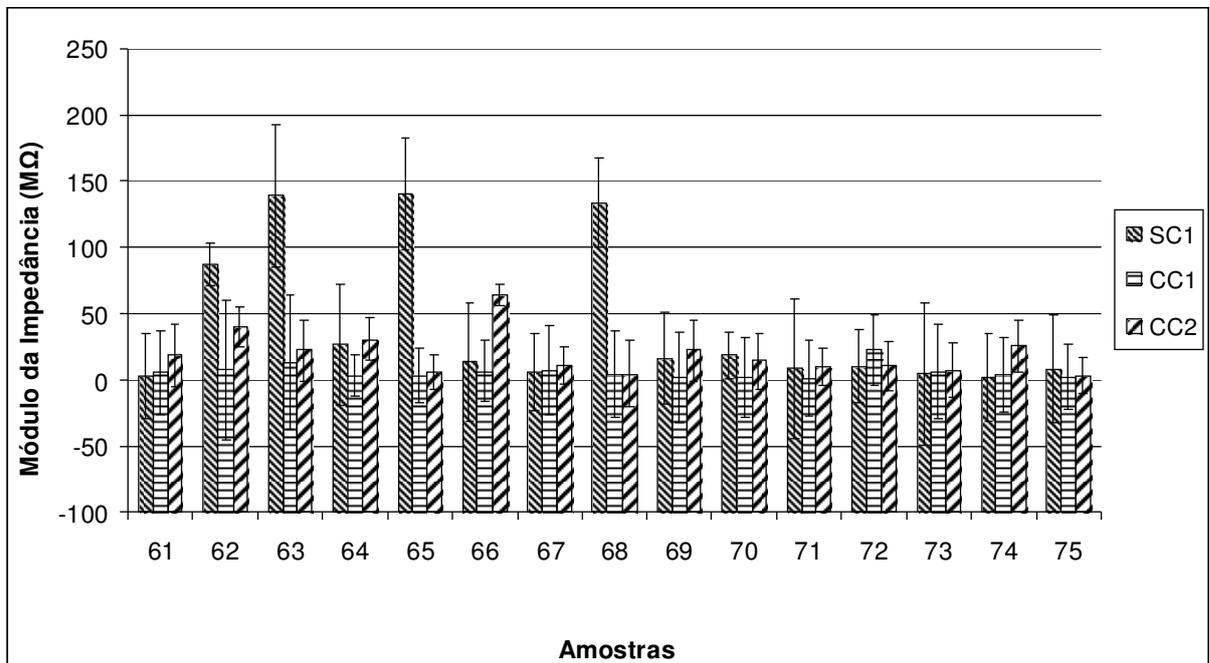
**Gráfico 11 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 16-30 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



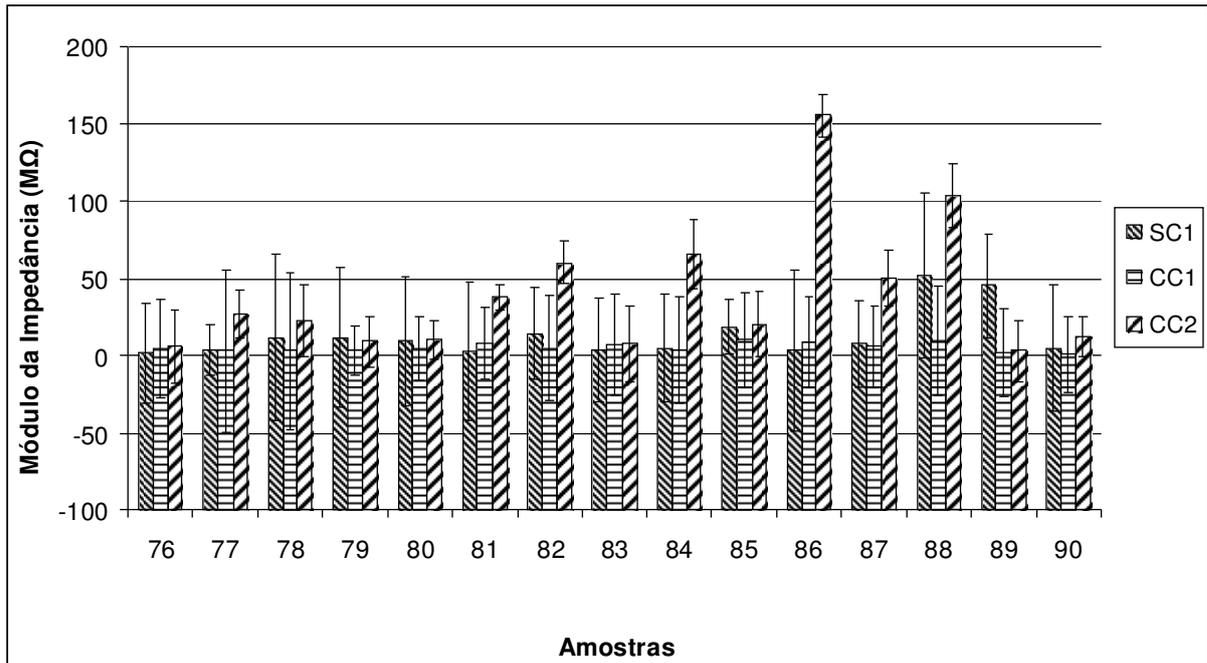
**Gráfico 12 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 31-45 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



**Gráfico 13 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 46-60 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



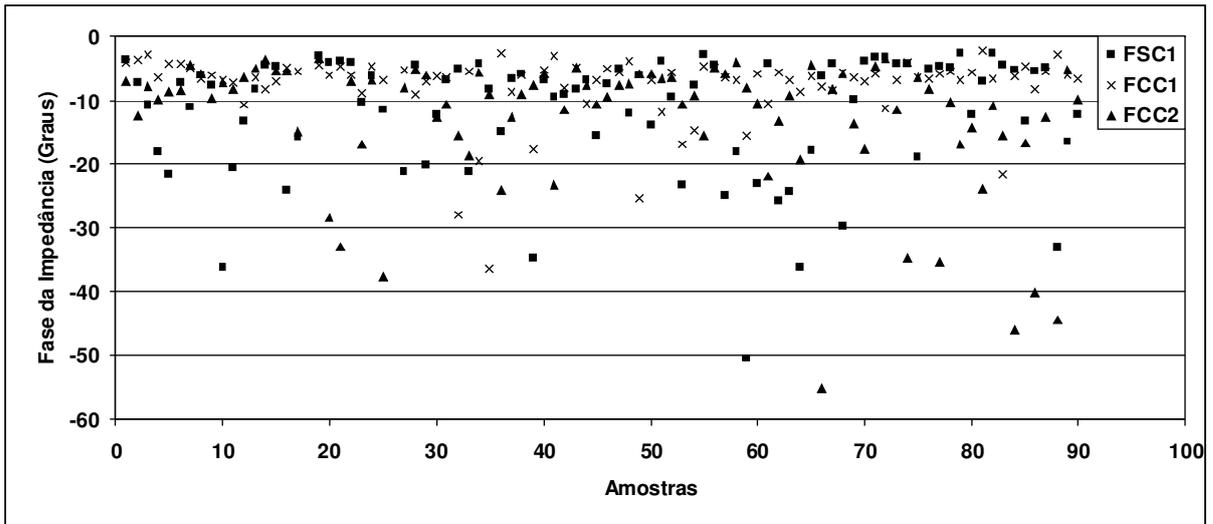
**Gráfico 14 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 61-75 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



**Gráfico 15 - Valores médios e desvio padrão do módulo da impedância para as amostras 76-90 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**

#### 4.2.2. Ângulo de Fase da Impedância

O Gráfico 16 apresenta os valores do ângulo de fase da impedância para as amostras de dentes avaliadas onde FSC1 – fase da impedância sem clareamento, FCC1 – fase da impedância após 1º clareamento, FCC2 - fase da impedância após 2º clareamento. Todas as medidas foram realizadas na frequência de 2 kHz.



**Gráfico 16 - Valores do ângulo de fase da impedância para as amostras de dentes avaliadas onde FSC1 – fase da impedância sem clareamento, FCC1 – fase da impedância após 1<sup>o</sup> clareamento, FCC2 - fase da impedância após 2<sup>o</sup> clareamento - 2010.**

Na tabela 5, são apresentados os resultados das médias e desvio padrão do ângulo de fase da impedância para os dentes sem clareamento (SC1), e após clareamento (CC1 e CC2):

**Tabela 5 - Valores médios e desvios padrão da fase da impedância antes e após as sessões de clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, Média: Valor médio, DP: desvio padrão.**

Grupos	SC1		CC1	
	Média	DP	Média	DP
1 <sup>a</sup>	-12,0	5,0	-5,9	0,1
1B	-10,8	1,9	-6,1	0,1
2 <sup>a</sup>	-10,9	0,9	-11,3	2,3
2B	-14,1	2,0	-9,5	1,1
3 <sup>a</sup>	-13,0	2,7	-7,1	0,4
3B	-8,9	1,1	-6,7	1,0
Grupos	CC2			
	Média	DP		
1 <sup>a</sup>	-7,3	0,2		
1B	-14,2	1,2		
2 <sup>a</sup>	-11,8	1,0		
2B	-7,8	0,2		
3 <sup>a</sup>	-15,3	1,3		
3B	-20,7	1,6		

#### 4.2.2.1. Teste ANOVA

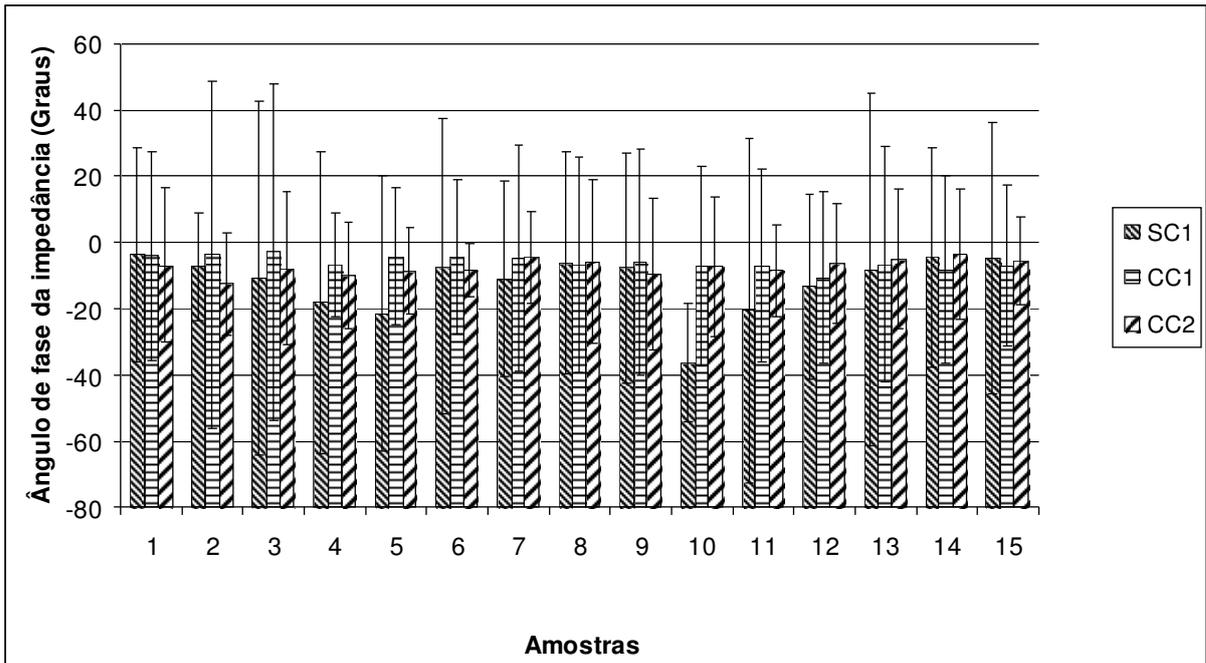
A tabela 6 apresenta o resultado das análises estatísticas através do teste ANOVA ( $p < 0,05$ ) para os valores médios das dez medidas do ângulo de fase da impedância realizadas em cada dente do grupo, antes e após cada etapa do clareamento e entre as etapas do clareamento.

**Tabela 6 - Significância do teste ANOVA ( $p < 0,05$ ) para as médias das 10 medidas do ângulo de fase da impedância para cada dente antes e após o clareamento - 2010. SC1: sem clareamento, CC1: após primeiro clareamento, CC2: após segundo clareamento, CC3: após terceiro clareamento, SIM: Teste ANOVA apresenta resultado significativo, NÃO: Teste ANOVA não apresenta resultado significativo.**

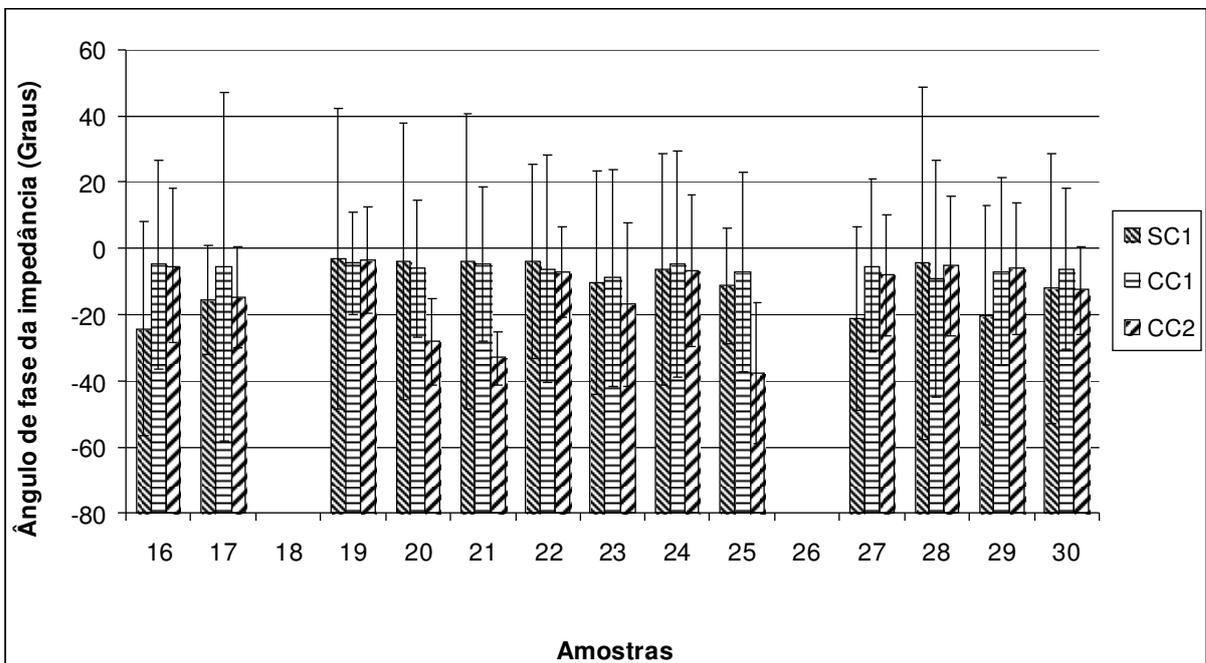
Grupos	SC1 - CC1	SC1 - CC2	CC1 - CC2
1A	SIM	SIM	SIM
1B	SIM	SIM	SIM
2A	NÃO	NÃO	NÃO
2B	SIM	SIM	SIM
3A	SIM	NÃO	SIM
3B	SIM	SIM	SIM

#### 4.2.2.2. Análise do ângulo de fase da impedância

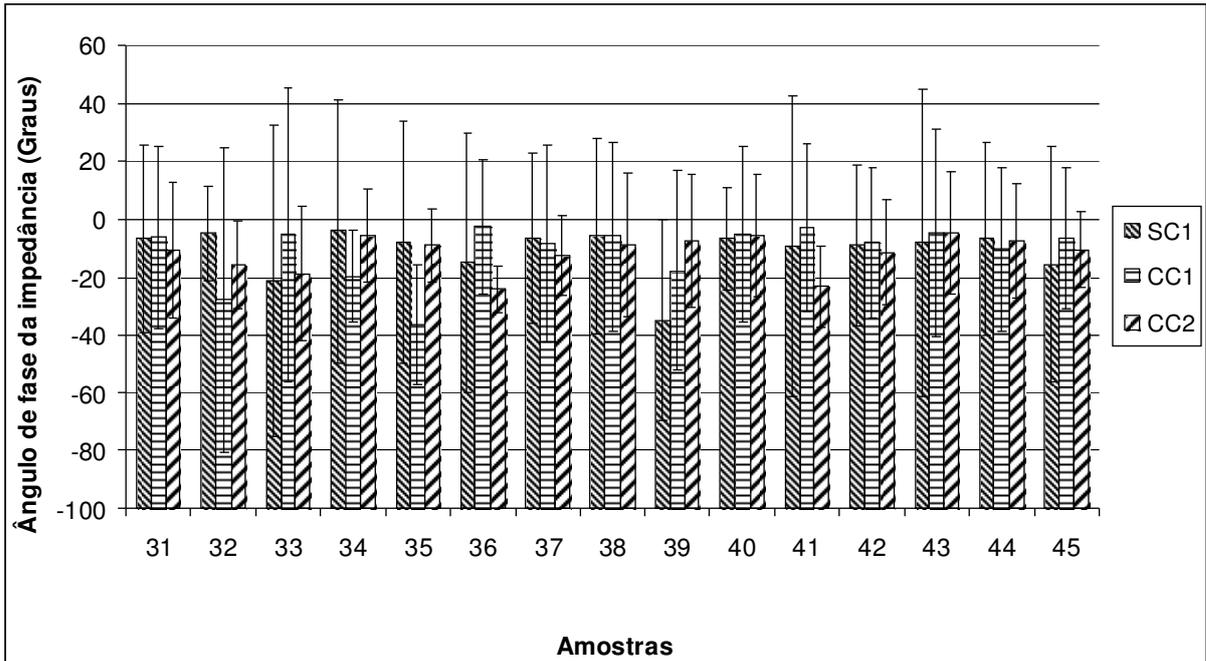
Os gráficos 17 a 22 apresentam os valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância dos dentes para cada grupo após as 3 etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento.



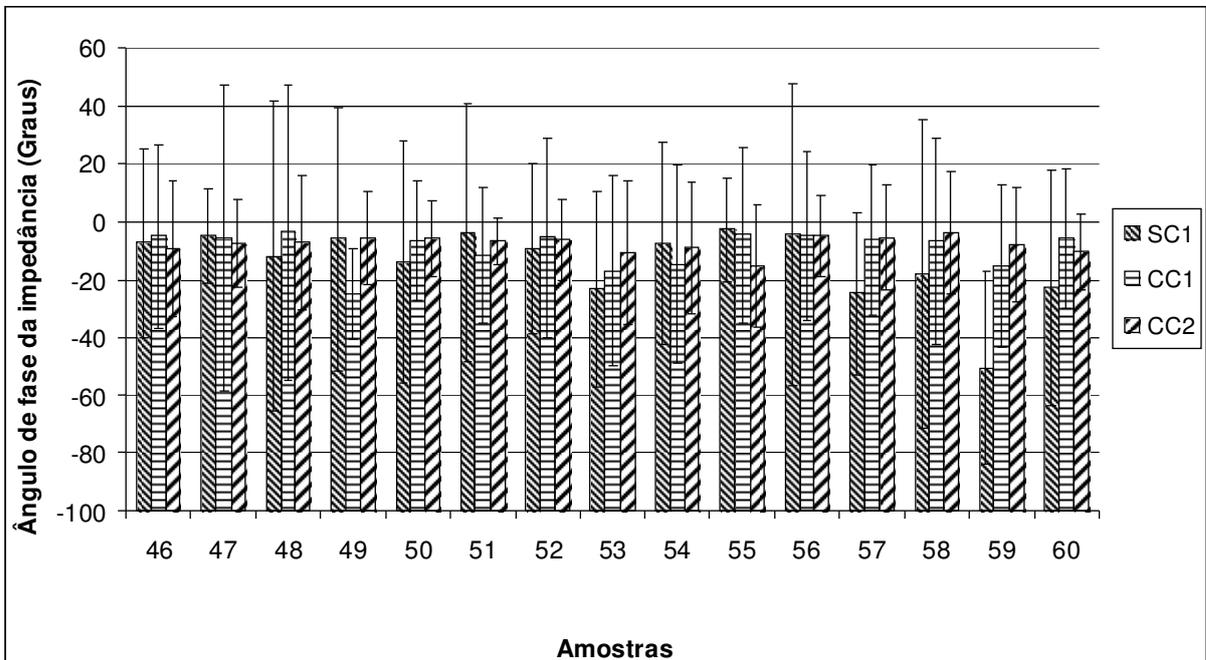
**Gráfico 17 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 01-15 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



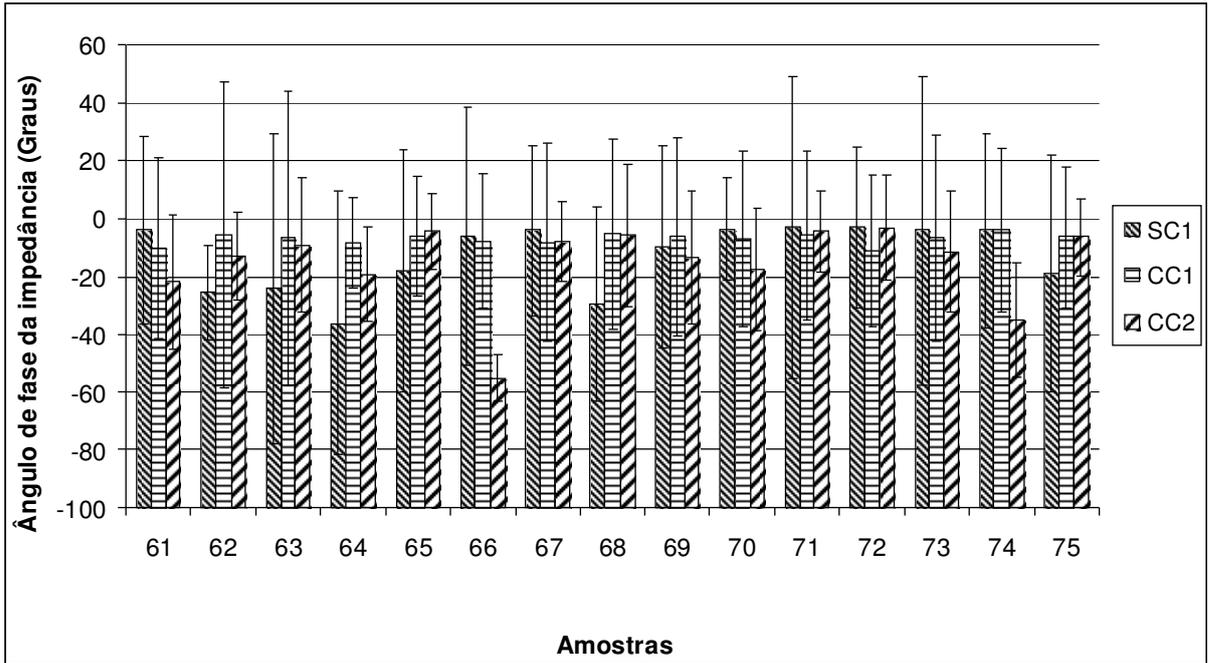
**Gráfico 18 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 16-30 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



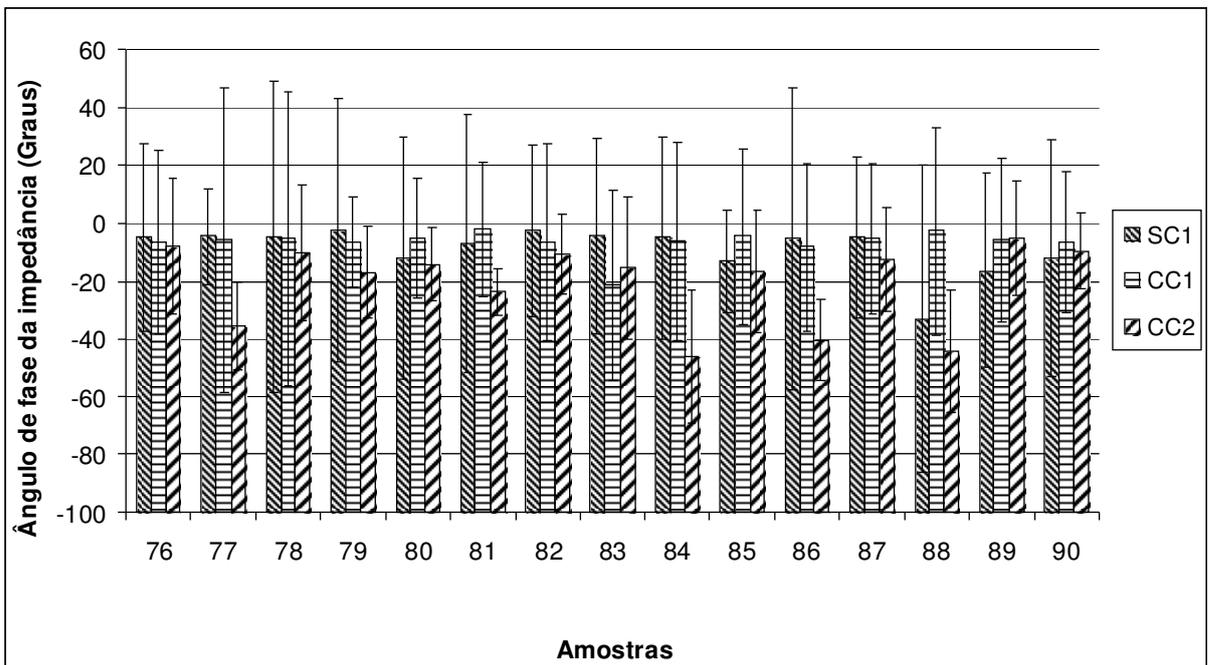
**Gráfico 19 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 31-45 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



**Gráfico 20 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 46-60 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



**Gráfico 21 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 61-75 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**



**Gráfico 22 - Valores médios e desvios padrão do ângulo de fase da impedância para as amostras 76-90 após as três etapas de testes: SC1 – sem clareamento, CC1 – após 1º clareamento, CC2 – após 2º clareamento - 2010.**

## CAPÍTULO 5

### 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

#### 5.1. DISCUSSÃO

Analisando-se os resultados obtidos e apresentados na tabela 1 como média para os dentes de 1-60 dos dados práticos como concentração do clareador e tipo do clareador, não alteraram significativamente a estrutura dental avaliada em termos da microdureza das amostras.

Os valores obtidos da média para o grupo 61-90 tiveram queda após a primeira sessão de clareamento, permanecendo inalterado para as demais.

BEN AMAR et al., em 1995, num estudo *in vitro*, confeccionaram moldeiras para clareamento a serem utilizadas em dentes humanos extraídos, que por oito horas diária durante 21 dias, foram submetidos ao tratamento com peróxido de carbamida a 10 %, permanecendo pelas 16 horas remanescentes em contato com rolos de algodão úmido. Depois do tratamento, uma parte dos dentes, através de microscopia eletrônica de varredura, foi analisada e verificaram-se vários graus de porosidade, presença de crateras e um padrão semelhante ao esmalte condicionado por ácido, à outra parte foi submetida a testes de resistência adesiva, que apresentou uma queda no valor de adesão.

Em alguns trabalhos encontrados (CESAR et al., 2005 e OLIVEIRA et al., 2003), os autores analisaram a ação de clareadores através do teste de microdureza. CESAR et al., pesquisaram os efeitos do peróxido de carbamida 35 % e 37 % utilizando fotoativação. As amostras foram avaliadas e não foi observada diferença significativa entre os grupos no que diz respeito à dureza *Vickers*. Com as pesquisas de OLIVEIRA et al., o gel clareador utilizado foi o peróxido de carbamida 10 % que demonstrou uma leve queda na microdureza logo após a aplicação.

Pesquisadores analisaram, *in vitro*, as modificações da microdureza do esmalte dental humano com peróxido de carbamida a 10 % e 15 %. Somente no final do tratamento foi realizada a análise da microdureza *Vickers*. Por não haver,

entre os diferentes grupos, uma diferença estatística, concluiu-se que, por um curto período de aplicação, o tratamento com peróxido de carbamida a 10 % e 15 %, não produz modificações significantes na dureza do esmalte e dentina (UNLU et al., 2004).

Neste estudo, através dos testes de microdureza *Vickers* realizado em 90 dentes com variáveis já especificadas, verificou-se que as médias para os clareadores em consultório mantiveram os valores de microdureza obtidos antes do clareamento, mas para os clareadores caseiros houve queda acentuada após o primeiro clareamento, diferentemente do que foi observado em 2004 (UNLU et al., 2004), e que pode ser evidenciado pela análise do Gráfico 2.

Apenas para fins de comparação, se for considerado os valores médios das microdurezas antes e após a última sessão de clareamento, nas amostras 01 a 60, que foram submetidas aos clareadores utilizados em consultório, foi observada uma diminuição de aproximadamente 2 % na microdureza *Vickers*. Já nas amostras 61 a 90, que foram submetidas aos clareadores caseiros, a diminuição na microdureza foi de aproximadamente 24 %.

Analisando-se os resultados do módulo e fase da impedância, não foi possível perceber mudanças significativas nas amostras de dentes avaliadas neste trabalho nas etapas antes e após os clareamentos. Apesar da impedância não ter apresentado resultado significativo, isto pode ter ocorrido devido à dificuldade de manter um contato adequado entre os dentes e os eletrodos do protótipo de medição. Outro protótipo de medidas teria que ser projetado para avaliar adequadamente se a impedância pode identificar alterações na estrutura dental.

## **5.2. CONCLUSÕES**

Neste trabalho foram apresentadas e comparadas medidas de microdureza *Vickers* e impedância em 90 amostras de dentes humanos para avaliar a influência do uso de clareadores na estrutura dental.

Por meio dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que, para os dentes 01-60, a concentração dos clareadores utilizados em consultório e avaliados nesse estudo apresenta uma pequena alteração significativa

estatisticamente de 2 % de microdureza *Vickers* obtidos antes da aplicação dos mesmos.

Para o grupo 61-90, os resultados obtidos permitem concluir que quando os clareadores caseiros avaliados nesse estudo são aplicados, mesmo que dentro das recomendações dos fabricantes, causam diminuição nos valores de microdureza *Vickers*, quando comparados aos clareadores aplicados em consultório e amostras sem clareamento. Portanto, o uso indiscriminado desses tipos de clareadores pode provocar danos à estrutura dos dentes.

Para os testes de impedância, não foram verificadas mudanças significativas comparando as amostras antes e após os clareamentos.

Importante ressaltar, que todas as avaliações foram realizadas após 24 horas dos testes. Sendo testes *in vitro*, não há possibilidade de remineralização, portanto não havendo a necessidade de esperar mais tempo em função de modificações na superfície dentária.

### **5.3. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Uma vez que dentes são órgãos dinâmicos e vivos e que suas estruturas variam, sugere-se como trabalho futuro a realização de estudos semelhantes a este, porém, utilizando mais sessões de clareamento com acompanhamento em longo prazo.

Também sugere-se realizar pesquisas com outros clareadores que existem disponíveis no mercado, fazendo outras comparações diferenciadas.

Sugere-se ainda a comparação de clareamentos feitos com LASER ou LED, como fotoativação.

Sugere-se o desenvolvimento de outro protótipo para avaliar a impedância dos dentes, no qual o contato do dente com os eletrodos seja melhorado.

## 6. REFERÊNCIAS

- AUSCHILL, T M; HELLWING, E; SCHMIDALE, S; SCULEAN, A; ARWEILER, N B. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). **Oper Dent.** v 30, n.2, p. 156-163, abr. 2005.
- BARATIERI, L N; MAIA, E; ANDRADA, M A C; ARAÚJO, E. **Caderno de dentística: clareamento dental**, São Paulo, Santos Editora, 2005.
- BEN-AMAR, A; LIEBERMAN, R; GORFIL, C; BERNSTEIN, Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. **Am J Dent**, v 8, n. 1, p. 29-32, 1995.
- BRANCO, E P; WETTER, N U; PELINO, J E. Estudo in vivo sobre a influência das diferentes técnicas de clareamento na cor dental. **Clín. Int. Journal of Brazil. Dent.**, v. 4, n. 3, p. 300-306, 2008.
- BRAUN, A; JEPSEN, S; KRAUSE, F. Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. **Dental Materials**, v 1, n. 5, p. 24-28, 2006.
- CESAR, I; REDÍGOLO, M L; LIPORONI, P C; MUNIN, E. Analyses by photorefectance spectroscopy and Vicker hardness of conventional and laser-assisted tooth bleaching. **American Journal of Dentistry**, v.18, n. 2, p.219-222, 2005.
- CONSOLARO A., NEUVALD L. R., RIBEIRO F. C., **Reabsorções Dentárias nas Especialidades Clínicas**. Paraná: Dental Press Editora; 2005.
- COSTA, A P C. **Avaliação de microdureza e espectrometria de infravermelho em materiais restauradores odontológicos submetidos à radiação gama**. 2008. 129 f. Dissertação (Engenharia Elétrica e Informática Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- DABI ATLANTE – Fotopolimerizador Ultralux - Disponível em [http://www.dabiatlante.com.br/br/produto\\_mostra.php?id=5&idp=25](http://www.dabiatlante.com.br/br/produto_mostra.php?id=5&idp=25). Acessado em jun. 2010.
- DENTSPLY – Clareador Whitegold - Disponível em [http://www.dentsply.com.br/isogesac/hisows\\_portal.aspx?1,2,2,Produto,101,149](http://www.dentsply.com.br/isogesac/hisows_portal.aspx?1,2,2,Produto,101,149). Acessado em jun. 2010.
- DAHL, J E; PALLESEN, U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. **Crit Rev Oral Biol Med**, v 14, n. 4, p. 292-304, 2003.
- FASANARO, T S. Bleaching teeth: History, chemicals, and methods used for common discolorations. **J Esthet Dent.**, v 4, n. 3, p. 71-78, 1992.

FGM – Clareador Whiteness Super 37 % - Disponível em [http://www.fgm.ind.br/pt/produtos/index.aspx?categoria+pct\\_2&produto=prd\\_4&menu=2](http://www.fgm.ind.br/pt/produtos/index.aspx?categoria+pct_2&produto=prd_4&menu=2). Acessado em jun. 2010.

FGM – Clareador Whiteness HP MAXX - Disponível em [http://www.fgm.ind.br/pt/produtos/index.aspx?categoria+pct\\_2&produto=prd\\_7&menu=2](http://www.fgm.ind.br/pt/produtos/index.aspx?categoria+pct_2&produto=prd_7&menu=2). Acessado em jun. 2010.

FGM – Clareador Whiteness Perfect 10 % - Disponível em [http://www.fgm.ind.br/pt/produtos/index.aspx?categoria+pct\\_1&produto=prd\\_2&menu=2](http://www.fgm.ind.br/pt/produtos/index.aspx?categoria+pct_1&produto=prd_2&menu=2). Acessado em jun. 2010.

GARCIA, A. **Ensaio dos materiais**. Rio de Janeiro: LTC, p. 65-89, 2000.

GERLACK, R W; SAGEL, P A; BARKER, M L; KARPINIA, K A; MAGNUSSON, I. Placebo-controlled clinical trial evaluating a 10 % hydrogen peroxide whitening strip. **J Clin Dent**. v 5, n. 4, p. 118-122, 2004.

GUIMERÀ, A; CALDERÓN E; LOS P; CHRISTIE A M.. Method and device for bio-impedance measurement with hard-tissue applications, **Physiol. Meas.**, v 29, p. 279-290, 2008.

HAYWOOD, V B; HEYMANN, H O. Nightguard Vital bleaching. **Quintessence Int**. v. 20, n. 3, p. 173-176, mar/1989.

IRWIN, J. D. **Análise básica de circuitos para engenharia**, Rio de Janeiro, LTC, 9a. Edição, 2010.

KRIZAJ D; JAN J; VALENCIC, V. Modeling ac current conduction through a human tooth, **Bioelectromagnetics**, v 25, p. 185-195, 2004.

KYLE, U G.; BOSAEUS, I; LORENZO, A D; DEURENBERG, P; ELIA, M; GÓMEZ, J M; HEITMANN, B L; KENT-SMITH, L; MELCHIOR, J C; PIRLICH, M; SCHARFETTER, H; SCHOLS, A M W J.; PICHARD, C. Bioelectrical impedance analysis - part I: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, v. 23, p. 1226–1243, 2004.

LEONARD Jr, R H; BENTLEY C; EAGLE, J C; GARLAND, G E; KNIGHT. M C; PHILLIPS, C. Nightguard vital bleaching: a long term study on efficacy, shade retention, side effects and patient's perceptions. **Journal of Esthetic Restorative Dentistry**, v.13, n. 6, p. 357-369, 2001.

LOPES, G C; BONISSONI, L; BARATIERI, L N; VIEIRA, L C C; MONTEIRO Jr, S. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. **J Esthet Restor Dent**, v 14, n. 1, p. 24-30, 2002.

MARSON, F C; SENSI, L G; VIEIRA, L C C; ARAÚJO, E. Avaliação clínica do clareamento dental pela técnica no consultório. **Revista Dental Press Estét.**, v 4, n. 4, p. 50-60, 2007.

MCEVOY, S A. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth, current techniques and their clinical application. **Quintessence Int.**, v 20, n. 6, p. 379-384, 1989.

MONDELLI, R F L. **Clareamento de dente polpados: técnicas e equipamentos.** 1 ed., Goiânia: Biodonto; 2003.

MORAIS A P; PINO A V; SOUZA M N. A fractional electrical impedance model in detection of occlusal noncavitated carious, **32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS, 2010**, v 1, p. 6551-6554, 2010.

MYERS, M L; BROWNING, W D; DOWNEY, M C; HACKMAN, S T. Clinical evaluation of a 3 % hydrogen peroxide tooth-whitening gel. **J Esthet Restor Dent**, n. 15, p. 50-56, 2003.

OLIVEIRA, R O; BASTING, R T; RODRIGUES, J A; RODRIGUES Jr, A L; SERRA, M C. Effects of a carbamide peroxide agent and desensitizing dentifrices on enamel microhardness. **Am J Dent.**, v 16, n. 2, p. 42-46, 2003.

PEREIRA, J L N; TSUBOUCH, I. Clareamento potente de dentes vitais: com uso do laser, led e luz halógena como fontes de ativação do gel clareador. **Revista Ibero-americana de Odont Estét e Dent.**, v 5, n. 20, p. 428-438, 2006.

RODRIGUES, J A; BASTING, R T; SERRA, M C; RODRIGUES, Jr, A L. Effects of 10 % carbamide peroxide bleaching materials on enamel microhardness. **Am J Dent**, v 14, n. 1, p. 67-71, 2001.

RODRIGUES, M N; SILVA, S C; MONTEIRO, W D; FARINATTI, P T V. Estimativa da gordura corporal através de equipamentos de bioimpedância, dobras cutâneas e pesagem hidrostática, **Rev. Bras. Med. Esporte**, V. 7, Nº 4, 2001.

SDI – Clareador Pola Office - Disponível em <http://www.sdi.com.au/pt/pola-office/>. Acessado em jun. 2010.

SULIEMAN, M; MACDONALD, E; REES, J S; NEWCOMBE, R G; ADDY, M. Tooth bleaching by different concentrations of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening strips: an in vitro study. **J Esthet Restor Dent**, v 18, n. 2, p. 93-100, 2006.

UEBER, H L. Eine wirkung galvanischer strome auf muskeln und nerven. **Pflugers Arch gesamte Physiol**, v 5, p. 223–275, 1871.

ÜNLÜ, N; COBANKARA, F K; ALTINOZ, C; OZER, F. Effect of home bleaching agents on the microhardness of human enamel and dentin. **J Oral Rehabil.**, v 31, n. 1, p. 57-61, 2004.

VILLEVIE – Clareador Mix One 35 % - Disponível em <http://www.villevie.com.br/?p=produtos>. Acessado em jun. 2010.

VITA CLASSIC – Escala Vita Classic – Disponível em <http://www.kingscollege.blackboard.com/.../M4U7fig19.jpg>. Acessado em dez. 2010.

WIEGAND, A; VOLLMER, D; FOITZIK, M; ATTIN, R; ATTIN, T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. **Clin Oral Investing**, v 9, n. 2, p. 91-97, jun/2005.

WOŹNIAK, J; KACZMAREK, U; PIESIAK-PAŃCZYSZYN, D; CZAJCZYŃSKA, A; ŁOŚ, P. The Reproducibility of Tooth Impedance Spectroscopy Measurements: an *in vitro* Study, **Dent. Med. Probl.**, V 44, n. 1, p. 11-17, 2007.

ZAIA, W L S. **Análise espectrofotométrica da diferença de cor em dentes humanos vitais clareados**. 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Desenvolvimento) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.

ZALKIND, M; ARWAZ, J R; GOLDMAN, A; ROTSTEIN, I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. **Endod Dent Traumatol**, v. 12, n. 2, p. 82-88, 1996.