

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO  
Odontologia

**KAREN BRANDÃO PORTO**

**AÇÃO ANTIMICROBIANA DA NANOPARTÍCULA DE PRATA  
SOBRE PATÓGENOS**

Bragança Paulista  
2012

**KAREN BRANDÃO PORTO – R.A. 001200800871**

**AÇÃO ANTIMICROBIANA DA NANOPARTÍCULA DE PRATA  
SOBRE PATÓGENOS**

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Odontologia

Orientador Temático: Prof. Me. Miguel Simão Haddad Filho  
Orientadora Metodológica: Profª. Valdinéia Maria Tognetti

Bragança Paulista

2012

Aos meus pais, Benício e Vicentina,  
que me deram a vida e me ensinaram a honestidade,  
a integridade de caráter e que é preciso perseverar  
sempre pelos sonhos em que temos fé.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, autor da minha vida que sempre é fiel, não negando a força e o amparo tão necessário durante toda essa caminhada, o seu amor nunca falhou.

Ao meu orientador Miguel Haddad, pelo inestimável apoio durante este trabalho e no decorrer de todo o curso, transmitindo seu valioso conhecimento com dedicação, carinho e muita competência, é um verdadeiro exemplo de mestre; obrigada pela oportunidade de muito aprender com sua experiência e principalmente pela confiança, a amizade e ajuda nesta conquista;

Aos meus pais por acreditarem que eu conseguiria, agradeço pelo amor, apoio e os esforços para que eu chegassem até aqui. Vocês são essenciais.

Às minhas irmãs Kariz, Karol e Kamila, agradeço pela amizade pura e sincera, pela preocupação e pelos momentos de descontração vividos a cada dia, que fazem toda diferença, são especiais sempre.

À minha sobrinha Yanni por nascer no meio dessa caminhada e mesmo sendo pequenina tornou meus dias mais doces e alegres.

Às Avós Vera e Nancy, pelo exemplo de humildade, determinação e superação na vida.

Ao Rodolfo meu namorado, ofereço um agradecimento especial, por fazer parte da minha vida, suas palavras de incentivo foram fundamentais; agradeço por todo carinho, toda atenção, paciência, companheirismo e pelos momentos felizes ao seu lado.

À Tábata, uma amiga que se tornou irmã, dividindo comigo minhas tristezas, alegrias, sempre presente nas adversidades e conquistas, sua companhia foi de grande valia, obrigada pelos momentos de descontração, pelo seu apoio e amizade.

Aos Tios, primos e amigos que apoiaram essa jornada, obrigada pelo carinho, e atenção.

À Prof.<sup>ª</sup> Valdinéia por ajudar a concluir este trabalho tão importante com muita dedicação e competência, agradeço pela paciência e ajuda que foram indispensáveis.

Aos professores do Curso de Odontologia da Universidade São Francisco, agradeço pelo ensino de qualidade, pela dedicação e pela companhia durante estes anos, o

conhecimento adquirido aqui será de extrema importância para a conquista do sucesso nesta profissão maravilhosa, tenho orgulho de ter mestres como vocês, obrigada.

Aos amigos que conquistei nessa fase de minha vida, quero agradecer pela oportunidade de conhecê-los e dividir com vocês meus sonhos e metas; obrigada pela ajuda e pela atenção, pelos estudos e momentos alegres.

Aos colegas que convivi neste tempo, com os quais eu aprendi que existem pessoas diferentes que podem compartilhar do mesmo sonho, a odontologia.

Aos técnicos e funcionários da Clínica de Odontologia da Universidade São Francisco, agradeço-lhes pela atenção, e por fazer parte desta conquista, vocês foram importantes para minha formação, prestaram serviços de qualidade, com muita competência e dedicação.

À Mayara Pimentel, pelo auxílio durante este trabalho, obrigada pelo carinho, já faz parte dos amigos que aqui conquistei.

À empresade desenvolvimento e pesquisa Khemia Equipamentos tecnológicos de efluentes Ltda, que promoveu a doação do recurso utilizado neste trabalho.

## RESUMO

Entende-se por biossegurança um conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento, tecnologia e prestação de serviço visando à saúde do homem, dos animais, a preservação do meio ambiente e a qualidade dos resultados (FIOCRUZ-2005), entretanto, ainda se percebe negligência quanto ao material de consumo acondicionado em maletas plásticas com divisórias, transportada por alunos de graduação. Com vistas a isso, Haddad Filho *et al.* (2010) selecionaram e analisaram aleatoriamente 80 dessas maletas sendo divididas em grupos de 20 de quatro faculdades de odontologia do estado de São Paulo, uma estadual e três particulares. Nos resultados foram identificados, cocos gram positivos, beta hemolítico, alfa hemolítico e gama hemolítico, em sete amostras; bacilos gram negativos, enterobactérias, em cinco amostras e coliformes, em três amostras. Concluíram que em todas as maletas odontológicas acadêmicas foram identificadas presença de microrganismos e devem ser adequadamente desinfetadas para não disseminarem, sobretudo os fecais e patogênicos. Assim, esse trabalho tem por objetivo complementar o estudo anterior e avaliar a capacidade desinfetante de 3 substâncias sobre patógenos, coliforme e enterobactéria, encontrados na superfície dessas maletas e incubados em caldo BHI (Brain Heart Infusion), a saber, álcool 70, hipoclorito de sódio à 1% e nanopartículas de prata, mais um grupo controle com solução fisiológica. Para tal, foi coletado material em tempos de 5, 10, 15 e 30 minutos após o contato dos agentes com a cultura e posteriormente semeados em meio Ágar e incubados em estufa à 37°C por 48 horas. Após esse período as amostras foram submetidas à contagem em unidade formadora de colônias por mililitro (UFC/mL). A partir daí, pode-se avaliar estatisticamente resultados pela análise de variância ANOVA, teste TURKEY, programa GMC, de modo a concluir que as nanopartículas de prata promoveram redução de 88% após contato de 5 minutos e 100% UFC/mL quando da leitura após 10 minutos de contato, revelando significativa eficácia, seguida do hipoclorito de sódio a 1% e por último álcool 70, que mesmo após 30 minutos promoveu redução de 97% sobre as bactérias testadas.

**Palavras chave:** biossegurança. nanopartícula de prata. odontologia.

## **ABSTRACT**

It is understood as a set of biosecurity actions for preventing, minimizing or eliminating the risks inherent in research, production, education, development, technology and service delivery aimed at the health of humans, animals, preservation of the environment and quality of results (FIOCRUZ-2005), however, still perceived neglect of the consumption material packet in suitcases with plastic dividers, carried by undergraduate students. Toward this, Haddad Filho et al. (2010) randomly selected and analyzed 80 of these suitcases were divided into four groups from universities in the state of São Paulo, one public and three private. The results identified, Gram positive cocci, beta-hemolytic, alpha and gamma hemolytic, in seven samples, gram negative enterobacter, coliforms, and in five samples, three samples. They concluded that in all dental suitcases academic presence of microorganisms were identified and are not to be adequately disinfected spread, especially fecal pathogens. Thus, this paper aims to complement the previous study and evaluate the ability of 3 substances disinfectant on pathogens, coliform and Enterobacter, found on the surface of these bags and incubated in BHI (Brain Heart Infusion), namely, alcohol 70%, sodium hypochlorite at 1% and silver nanoparticles, a control group with saline substance. To this was collected material at times 5, 10, 15 and 30 minutes after contact of the agents to the culture medium and subsequently plated on agar and incubated at 37°C for 48 hours. After this period the samples were submitted to count in colony forming unit per milliliter. From there, one can evaluate the results statistically by analysis of variance ANOVA, TURKEY test, GMC program in order to conclude that silver nanoparticles promoted a reduction of 88% after contact by five minutes and 100% after ten minutes time, showing significant efficacy, followed by sodium hypochlorite, 1% and finally 70% alcohol, that even after 30 minutes can't promote total reduction of the bacteria tested.

Key words: biosecurity. nanoparticle silver. dentistry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1-	Preparo do meio BHI (Brain Heart Infusion).....	38
FIGURA 2-	Inserção do caldo nos tubos de ensaio.....	39
FIGURA 3-	Inserção das cepas nos tubos de ensaio.....	39
FIGURA 4-	Preparo das places de Petri.....	40
FIGURA 5-	Inserção das colônias nas places.....	40
FIGURA 6-	Ágar Sangue, preparado em places, pesados e hidratados conforme instruções do fabricante: esterilizou-se em autoclave seguido do resfriamento da base à +/- 50°C; adição de 5ml de sangue desfibrinado de carneiro para cada 100ml de base; homogeneização delicada para não formar bolhas e distribuição em placas de Petri de 90 mm de diâmetro.....	41
FIGURA 7-	Placa contaminada do meio Ágar Sangue.....	41
FIGURA 8-	Placa contaminada do meio Ágar MacConkey.....	42
FIGURA 9-	Tubo de ensaio com tampa de rosca contaminada do meio BHI (Brain Heart Infusion).....	42
FIGURA 10-	Placa de Petri com Ágar Sangue evidenciando contaminação.....	43
FIGURA 11-	Placa de Petri com Ágar MacConkey evidenciando Contaminação.....	43

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Redução percentual considerando tempo e substância desinfetante testada sobre <i>Escherichia coli</i> .....	45
TABELA 2 - Redução percentual considerando tempo e substância desinfetante testada sobre <i>Enterococcusfaecalis</i> .....	45

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Ag -	Prata
BHI -	Brain Heart Infusion( Infusão de cérebro e coração)
CSP -	Colloidal Silver Protein
<i>E. coli</i> -	<i>Escherichia coli</i>
<i>E. faecalis</i> -	<i>Enterococcusfaecalis</i>
EPI -	Equipamento de Proteção Individual
IBM-	International Business Machines
ml -	Mililitro
nm -	Nanômetro
ppm -	Partes por milhão
TiO <sub>2</sub> -	Dióxido de titânio
Ufc -	Unidade formadora de colônia
UV -	Ultra violeta
TiO <sub>2</sub> -	Dióxido de titânio

## **SUMÁRIO**

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOLOGIA .....</b>	<b>39</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a FIOCRUZ (2005), biossegurança é um conjunto de ações voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento, tecnologia e prestação de serviço visando à saúde do homem, dos animais, a preservação do meio ambiente e a qualidade dos resultados.

Quanto às normas de Biossegurança do Conselho Federal de Odontologia (1999) os procedimentos do processamento de artigos consta, entre outros: todo instrumental reutilizável empregado nos serviços de saúde deve ser rigorosamente limpo e desinfetado ou esterilizado antes do uso em cada paciente, conforme instruções contidas neste regulamento, o processamento dos artigos e superfícies deve seguir uma seqüência de passos visando o seu pleno aproveitamento, dependendo da natureza do material e da maneira como é utilizado, garantindo-se a qualidade para o reuso e a segurança dos trabalhadores envolvidos, a saber: a descontaminação (opcional, realizada por fricção mecânica; imersão completa do artigo em solução desinfetante; pressão de jatos d'água com temperatura entre 60 e 90 graus centígrados durante 15 minutos; imersão do artigo em água em ebulição por 30 minutos; autoclavagem prévia do artigo ainda contaminado, sem o ciclo de secagem), limpeza (opcional: fricção mecânica, com água e sabão, auxiliada por esponja, pano ou escova; máquina de limpeza com jatos de água quente ou detergente; máquinas de ultra-som com detergentes e desencrustantes), enxágüe (após a limpeza e/ou descontaminação, realizado com água potável e corrente), secagem (para evitar a umidade), armazenagem (de acordo com a natureza do produto), esterilização (artigos críticos) ou desinfecção (artigos semi-críticos) e armazenagem (produtos submetidos à desinfecção ou esterilização). A estocagem pode ser feita após a realização dos passos descrita acima, de acordo com a natureza do artigo (se não-críticos) ou então após a realização das outras etapas do processamento. Deve-se utilizar área separada, limpa, livre de poeiras, em armários fechados. Os materiais esterilizados por meio físico podem ser estocados até uma semana em prateleira aberta ou até um mês se colocados sob cobertura plástica ou bolsa selada. Todo profissional envolvido nestes procedimentos deverá utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPI), conforme a técnica utilizada para o processamento e de acordo com o estabelecido pela legislação vigente.

O uso de equipamentos de proteção individual (EPI) de acordo com Jorge (1998), tem a finalidade de impedir que microrganismos provenientes de pacientes através de

sangue, fluidos orgânicos, secreções e excreções de pacientes, contaminem o profissional de saúde e sua equipe. Os EPIs incluem luvas próprias para cada procedimento, avental impermeável, gorro, máscara e óculos de proteção.

A contaminação microbiana representa verdadeira ameaça nos ambientes odontológico e hospitalar, visto que muitas doenças, tais como AIDS, herpes, tuberculose, pneumonia, hepatite B, infecção por estafilococos e estreptococos, entre outras, são transmitidas através da saliva, sangue, secreções bucais e aerossóis contaminados, em locais em que são ignoradas as medidas de biossegurança. Essas doenças podem ser transmitidas através do contato direto com a saliva, sangue e/ou secreções bucais de paciente contaminado, ou indiretamente, através de contato com equipamentos, instrumentos e/ou superfícies contaminadas; e através do ar, devido à aspiração de aerossóis e perdigotos (FARACO & MOURA, 1992).

Em todos os instrumentos médicos e odontológicos se esconde um universo de microrganismos patogênicos (BUHTZ, 1995; FERREIRA, 1995). Dessa forma, tanto o profissional da saúde quanto sua equipe e, indiretamente, seus familiares, ficam expostos a um ambiente contaminado, muitas vezes altamente agressivo. Porém, infelizmente, grande parte dos profissionais ainda se mostram resistentes à adoção de medidas de controle de infecção (FARACO & MOURA, 1992; FERRARI, 2001).

O protocolo de controle de infecção no consultório odontológico é de baixo custo, fácil entendimento, tempo reduzido e depende unicamente do envolvimento do profissional e sua equipe para ser bem sucedido (FERRARI, 2001). As normas sugeridas pelo Manual de Conduta do Ministério da Saúde (BRASIL, 2000) são: cuidados com o ambiente e superfície de trabalho, que envolvem desinfecção, limpeza e uso de barreiras mecânicas de proteção; cuidados com o profissional e sua equipe de trabalho, que compreendem uso de EPIs, lavagem e secagem das mãos e imunizações; cuidado com o paciente, através de paramentos, bochecho com solução antisséptica e particularidades nas diversas especialidades; e cuidados com os materiais contaminados, tais como lavagem manual e ultrassônica, embalagens e métodos de esterilização e desinfecção por imersão (PINTO & PAULA, 2003).

Para minimizar os riscos de doenças infecto-contagiosas tanto para pacientes quanto para profissionais, Runnells (1988) recomenda algumas modificações durante atendimento. Estas incluem: quebra do ciclo de infecção e eliminação da contaminação cruzada; tratamento de todos os pacientes ou instrumentais potencialmente infectados e redução de microrganismos patogênicos.

Krieger *et al.* (2010) objetivaram revisando a literatura atual sobre os tópicos

relacionados aos métodos de prevenção e de controle de infecção em odontologia, cujo conhecimento e importância visam à manutenção do bem estar daqueles que trabalham na área odontológica e dos que acessam o ambiente de prestação deste serviço. Asseveram os aludidos autores que, a equipe de profissionais de odontologia está sujeita a diversas formas de contaminação por agentes patogênicos que estão presentes em materiais biológicos, como sangue e saliva, que são manipulados constantemente pela mesma. Estes agentes podem causar uma série de doenças infecto contagiosas graves e ainda permitir a ocorrência de um ciclo de infecção cruzada dentro e fora do ambiente odontológico, onde os profissionais, acadêmicos de odontologia e os pacientes se tornam disseminadores de doenças. O ambiente odontológico é considerado potencialmente infecto em decorrência da presença de fluídos biológicos como saliva, sangue e coleções purulentas. Assim, os profissionais que trabalham nesta área estão sujeitos a uma série de doenças. Com o intuito de se evitar a disseminação e a propagação destas doenças é que devem ser consideradas as medidas de Biossegurança em Odontologia, compostas por um conjunto de ações que visam à proteção do cirurgião-dentista, sua equipe e seus pacientes. A revisão feita evidenciou as medidas de combate a infecção cruzada e quebra de seu ciclo de contaminação, com vistas à promoção de um maior cuidado com a saúde.

Tão somente maletas e caixas de fibra ou plástico, permitem a desinfecção e poderão ser usadas nas clínicas afirma Silva *et al.* (2008), sendo proibido o uso de malas revestidas de tecido para transporte de material para a clínica.

Entretanto, ainda se percebe negligência quanto ao material de consumo acondicionado em maletas plásticas com divisórias, transportada pelo aluno.

Com vistas a isso, Haddad Filho *et al.* (2010) selecionaram e analisaram aleatoriamente 80 maletas utilizadas como transporte de materiais por alunos de graduação, sendo divididas em grupos de 20 de quatro faculdades de odontologia do estado de São Paulo, uma estadual e três particulares.

A coleta do interior das maletas plásticas foi promovida com Swab que consiste de uma haste longa de polipropileno com algodão envolto em uma ou nas duas extremidades, esterilizado, umedecido em caldo BHI (Brain Heart Infusion - meio derivado da infusão de nutrientes de cérebro e coração, mais a presença de peptona como fonte de nitrogênio, carbono, enxofre e vitaminas, além da dextrose, constituída de carboidratos que os microrganismos utilizam para fermentação) de coloração original amarelo claro e límpido e acondicionado em tubos de ensaio contendo a mesma substância, transportados em caixa térmica com gelo. As amostras foram submetidas ao período de incubação de 24 horas em estufa à 37°C e, a partir daí, inoculadas nos meios de cultura Ágar MacConkey e Ágar

Sangue com ázida sódica, mantendo-se por mais 24 horas sob a mesma temperatura. Com essa pesquisa pode-se concluir que em todas as maletas utilizadas por acadêmicos para acondicionamento e transporte de materiais odontológicos identificou-se presença de microrganismos. Nas placas com Ágar Sangue foi identificado: cocos gram positivo (beta hemolíticos, alfa hemolíticos e gama hemolíticos) em todas oitenta amostras. A ázida sódica presente neste meio inibiu crescimento de bacilo gram negativo. Nas placas com Ágar MacConkey observaram-se bacilos gram negativo, bactérias que fermentam lactose (coliformes) em duas amostras e que não fermentam lactose (enterobactérias) em seis amostras. Por fim, alertam os autores a importância das maletas estarem adequadamente desinfetadas, para não disseminarem microrganismos, sobretudo os fecais e patogênicos.

Ainda que, protocolo, manuais, guia de biossegurança dissemine informações e cuidados, aliado ao monitoramento dos educadores, notou-se que, a maioria dos acadêmicos observados utilizava sobre luvas quando da manipulação das maletas como forma de não contaminá-las, no entanto, não se atentam ao fato desse ambiente ser contaminado, e mais, em nenhum momento foi registrado esvaziamento das mesmas ao final do atendimento e desinfecção da superfície plástica interna e externa e de todos os materiais individualmente acondicionados. Tanto pior que, além do contato e do transporte do microrganismo, o operador também pode ser veículo da contaminação química em decorrência de tantos produtos que são acondicionados em tubetes de 1,8 ml, como anestésicos, medicações intra-canais e substâncias químicas auxiliares.

Com vistas ao exposto, o presente trabalho objetiva dar continuidade aos estudos de Haddad Filho *et. al.*(2010 e 2011), no sentido de sugerir recursos desinfetantes de ação rápida e confiável contra patógenos, de modo a permitir mais segurança aos envolvidos na promoção da saúde e, para tal, comparou-se a eficiência do álcool 70%, hipoclorito de sódio a 1%, ambos de uso rotineiro e disseminado na odontologia, com a nanopartícula de prata 50 ppm (parte por milhão), pertinente a tecnologia de última geração, sobre dois microrganismos potencialmente ameaçadores: *Escherichia coli* e *Enterococcus faecalis*.

Este trabalho foi aprovado pelo comitê de ética sob o número CEP: 3285-3505/10.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A infecção cruzada é a passagem de um microrganismo de um indivíduo para outro, que pode ser de paciente para equipe profissional; da equipe profissional para o paciente; de paciente para paciente via pessoal odontológico/médico ou via instrumental. Baseado nisso, Lotufo & Giorgi (1990) apresentaram procedimentos de rotina que visam controlar a infecção cruzada, como observar história médica e odontológica do paciente; proteção de todos os profissionais; eliminação do material contaminado em lixo adequado; desinfecção das superfícies contaminadas e esterilização do instrumental contaminado.

Para proteção principalmente dos profissionais, Lima & Ito (1993) afirmaram que são normas de procedimentos: nunca tentar desinfetar as luvas quando estiverem sujas de sangue ou outros fluídos orgânicos (descartáveis); uso de toalha papel para todos os funcionários do consultório; nunca atender pacientes de risco ou alto risco com luvas não estéreis; nunca atender telefonemas, abrir gavetas e portas.

Jorge (1998) descreveu que todas as superfícies nas quais o pessoal odontológico/médico tocou no atendimento anterior ou que foram contaminadas com aerossóis devem ser desinfetadas. Isso pode ser feito através de álcool 70% (ou 77GL), compostos sintéticos do iodo, compostos fenólicos ou hipoclorito de sódio (0,5%) de acordo com o material da superfície.

Dessa forma, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2000), é extremamente eficiente o uso de barreiras protetoras na redução do contato com sangue e secreções orgânicas, sendo obrigatória a utilização de EPIs durante o atendimento odontológico/médico. Bulgarelli (2006) concluíram que a utilização de barreiras e uma descontaminação criteriosa são suficientes para o controle de infecção cruzada.

Assim, Pinto & Paula (2003) concluíram que deter as infecções nos consultórios odontológicos/médicos é um dos grandes desafios para profissionais, pesquisadores e imunologistas. Na maior parte dos casos, microrganismos driblam as medidas de segurança. Porém, a falta de cuidado de alguns profissionais em relação à biossegurança propicia a intensificação do ciclo de infecções cruzadas. Para muitos profissionais, a adoção do protocolo de biossegurança no cotidiano resulta na falsa impressão de aumento de gastos, principalmente quando há muitos pacientes a serem consultados no dia. Porém, o custo adicional é muito baixo para a implantação de um sistema de desinfecção mínima no consultório.

A desinfecção em odontologia é realizada por meio de soluções químicas e requer técnica adequada para a sua realização. O objetivo principal é evitar a infecção cruzada por objetos, instrumentais e equipamentos usados em odontologia. Na presença de restos orgânicos, os desinfetantes químicos têm sua atividade antimicrobiana reduzida ou mesmo inativada. Alguns fatores, tais como quantidade de matéria orgânica, virulência do organismo patogênico, a saúde e a susceptibilidade do hospedeiro são determinantes do processo, os compostos desinfetantes e esterilizantes deverão agir em nível de membrana celular, através de alterações da permeabilidade seletiva da membrana, causando perda das substâncias intracelulares vitais, eles agem ainda por desnaturação e inativação de proteínas como as enzimas. As substâncias mais utilizadas em odontologia para o processo de desinfecção são o álcool etílico, hipoclorito de sódio, PVPI (povidona iodada) e álcool etílico com 5% de clorexidina (RÉUS, 2002).

Por sua vez, Silva & Jorge (2002), com a proposta de analisar a ação de quatro desinfetantes utilizados em odontologia: álcool etílico a 77°GL, composto fenólico (Duplofen), iodóforo(PVO-I) e solução de álcool etílico a 77°GL com 5 % de clorexidina para desinfecção de superfície em quatro pontos em cada equipamento (carter, pia de lavagem de mãos, encosto de cabeça da cadeira e superfície frontal externa do refletor), valendo-se da técnica de spray-wipe-spray e, de cada ponto, coletaram amostras utilizando placas de superfície contendo Ágar *Mitis Salivarius* bacitracina sacarose, Ágar Sabouraud Dextrose com cloranfenicol, Ágar MacConkey e Ágar Sangue para contagem de estreptococos do grupo *mutans*, leveduras do gênero *Cândida*, bactérias gram-negativas e contagem total de microrganismos, respectivamente (ufc/placa). Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando-se teste *t* de Student para comparação entre as médias de ufc/placa. O desinfetante que demonstrou ser mais efetivo na redução microbiana foi à solução alcoólica de clorexidina, principalmente para bactérias gram-positivas. O iodo e o composto fenólico mostraram-se bastante eficazes na redução microbiana. O álcool etílico a 77°GL foi menos eficaz dos quatro desinfetantes analisados, mas apesar de não ser indicado como desinfetante de superfície, mostrou, no presente trabalho, redução microbiana estatisticamente significativa após o processo de desinfecção.

Pinto & Paula (2003) analisaram o Protocolo de Controle de Infecção no consultório odontológico considerando custo e tempo que se leva na preparação do consultório para o atendimento de cada paciente. A contaminação microbiana representa verdadeira ameaça no ambiente odontológico, visto que muitas doenças como a AIDS, hepatite B, herpes, pneumonia, tuberculose, entre outras, são transmitidas através da saliva, sangue, secreções bucais e aerossóis contaminados, nos locais em que as medidas de biossegurança são ignoradas. Sendo, portanto, de extrema importância a realização das normas de prevenção

de contaminação, a fim de assegurar a saúde dos profissionais da área odontológica e dos usuários de seus serviços. O protocolo de biossegurança é de fácil entendimento, custo baixo, necessita de um tempo mínimo para sua execução e é adequado. Portanto, seguindo as normas do controle de infecção, conseguimos reduzir significativamente o risco de se contrair doenças no consultório odontológico e que a implantação do protocolo de biossegurança no consultório odontológico e clínica escola de odontologia, é segura e eficaz, com a finalidade de controlar a transmissibilidade e a exposição dos pacientes a microrganismos patogênicos, minimizando os riscos de contaminação do Cirurgião-Dentista, da equipe auxiliar, do paciente e de pessoas de convívio rotineiro.

Um grande desafio para o Cirurgião Dentista e pesquisadores é a prevenção da infecção cruzada. Estudos comprovam que próteses dentárias provenientes de consultórios odontológicos para reparo ou ajuste, podem estar contaminadas por bactérias, vírus e fungos da cavidade bucal do paciente e os protéticos correm o risco de contrair infecções. Isto se intensifica devido o fato de que os técnicos de prótese dentária ainda não têm conhecimento suficiente sobre infecção cruzada e, sabem que são poucos os Cirurgiões Dentistas que realizam a desinfecção de moldes e modelos e, mesmo assim, não se preocupam em se proteger e realizar a desinfecção (VILAS BÔAS & QUIRINO, 2002).

Majewski *et al.* (2004) avaliaram as condutas de biossegurança aplicadas em 30 laboratórios de prótese das cidades de São José dos Campos e Jacareí por meio de um questionário, contendo perguntas referentes ao conhecimento dos princípios de biossegurança pelos protéticos, desinfecção dos materiais e bancadas de trabalho e uso de equipamentos de proteção individual. Os resultados revelaram que 70,8% dos protéticos não acreditavam na possibilidade de infecção cruzada entre laboratórios de prótese e consultórios odontológicos. As substâncias utilizadas para limpeza e desinfecção das bancadas de trabalho são utilizadas sem nenhum conhecimento da eficácia desses produtos. A partir dos dados, observou-se a necessidade de alertar esses profissionais para o risco de ocorrência de infecção cruzada e a obrigatoriedade da aplicação das normas de biossegurança.

Nesse sentido, Carmo & Costa (2001) e Garbim *et al.* (2005) afirmam que todas as demandas relacionadas à biossegurança não são satisfatoriamente adotadas pelos profissionais da área da saúde, mesmo com todos os cuidados recomendados por diferentes leis, portarias, resoluções e normas técnicas do Ministério da Saúde, Ministério do Trabalho e Secretarias Estaduais e Municipais. As razões disso incluem negligência profissional ou à falta de conhecimento técnico-científico aceitável.

Quanto à terminologia a expressão de artigos na área de biossegurança aplica-se

aos instrumentos de diversas naturezas que podem ser veículos de contaminação. Alimpeza e desinfecção de pisos, superfícies e equipamentos são obrigatórias. Mesas, cadeiras, armários, balcões e refletor o procedimento de desinfecção é realizado com água, sabão neutro e fricção com álcool 70%, na superfície do piso, cuspideira, pias e equipo odontológico a limpeza é realizada com água e sabão neutro e desinfecção com hipoclorito de sódio a 1% ou fricção com álcool 70%. Dentre os materiais usados cumpre destacar pontas de alta e baixa rotação, seringa tríplice, aparelho ultra-som, fotopolímerizador, cujo procedimento de limpeza é feito com água e sabão neutro, autoclave e álcool etílico 70% a cada atendimento. Mais ainda, material plástico é recomendado promover limpeza com água e sabão neutro e fricção com álcool 70% após uso e, instrumental de fibra ou plástico, discos, rodas, pontas, taças de borracha (glutaraldeído) após uso, recipientes de vidro ou caixas plásticas (limpeza com detergente neutro) a cada 7 dias (PAGNONCELLI *et al.*, 2006).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2006), os principais equipamentos utilizados nos serviços de odontologia são: aparelho de microabrasão; amalgamador; aparelho a laser; aparelho de radiografia intra/extrioral; aparelho de sucção de alta/baixa potência; aparelho de ultra-som para limpeza de materiais; aparelho de polimerização de resinas; aparelho de teste elétrico de polpa dentária, aquecedor endodôntico para guta-percha; articulador de prótese dentária; esterilizadores - estufa e autoclave; unidade eletrocirúrgica; câmera intra/extrioral; contra-angulo redutor; delineador de uso odontológico; equipamento para profilaxia odontológica bicarbonato de sódio/ultra-som; equipamento para clareamento dental e fotopolimerização de resinas; equipos odontológicos; estufa; foco cirúrgico; fotopolímerizador; localizador eletrônico de ápice; micromotor odontológico; motor elétrico; plastificador a vácuo para uso odontológico; cadeira odontológica. Atualmente, através de protocolos de biossegurança a prática clínica com pacientes oferece maior nível de segurança aos pacientes e a toda equipe promotora da saúde, e, para tal, os cursos de odontologia aplicam altos investimentos em recursos que possibilitem o controle microbiano, permitindo oferecer atendimento livre de riscos, e consequentemente, desenvolver responsabilidade na prevenção das doenças em todos os níveis de atenção, sob o monitoramento atento dessas atitudes por parte dos educadores.

De acordo com Tipple *et al.* (2003) acredita-se que, a prevenção e o controle de infecção deve fazer parte da filosofia da formação dos profissionais da área da saúde independentemente da forma e da estrutura curricular adotada. Ainda mais, deve fazer parte do processo de educação continuada durante o exercício profissional, viabilizando a necessária atualização permanente dos profissionais. Nos dias atuais, não é aceitável, qualquer profissional da saúde receber sua credencial profissional, seu diploma, sem ter

uma base em prevenção e controle de infecção e um preparo técnico específico.

A manutenção preventiva é um programa de controle dos equipamentos. Segundo critérios predeterminados, alguns cuidados são efetuados com a intenção de se reduzir a probabilidade da falha. É do interesse do serviço de Odontologia ter um programa de manutenção preventiva de seus equipamentos, com vistas a diminuir interrupções e perda de tempo com resultados de problemas técnicos e operacionais, tornarem o equipamento amplamente disponível e confiável, conservar o seu valor e assegurar a diminuição de riscos à saúde e à vida dos pacientes. A seguir, apresentam-se algumas sugestões simples para a implantação de um programa de manutenção preventiva em equipamentos odontológicos. A manutenção preventiva deverá ser fundamentada no histórico de falhas do equipamento, no relato de acidentes, na classe de risco à vida do paciente, nas recomendações do fabricante e nas normas técnicas de segurança e de qualidade. Portanto, além dos testes específicos de cada equipamento, serão feitos os testes de verificações, os testes de segurança elétrica e as calibrações. Recomenda-se que a manutenção preventiva seja realizada em períodos em que o equipamento tenha pouco uso, não interferindo na rotina do serviço. Cada tipo de equipamento deverá ter roteiros de procedimentos diferentes e um registro em forma de verificação para otimização do tempo de quem fará a intervenção preventiva (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2006).

Os profissionais de Odontologia, Cirurgiões-Dentistas, Auxiliares de Consultório Odontológico, Higienistas, Técnico de Higiene Dental e Técnico de Laboratório de Prótese, de acordo com a Odontobio, estão sob risco constante de adquirir doenças no exercício de suas funções. Comprovadamente o microrganismo tem driblado as medidas de segurança adotadas na atualidade, colocando em riscos profissionais e pacientes, e a falta de cuidados em relação à biossegurança tem propiciado a intensificação do ciclo de infecções cruzadas. É responsabilidade do Cirurgião-Dentista a orientação e manutenção da cadeia asséptica por parte da equipe Odontológica e o cumprimento das normas de qualidade e segurança quanto ao radiodiagnóstico e descarte de resíduos gerados pelo atendimento (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2006).

O controle de infecção é constituído por recursos materiais e protocolos que agrupam as recomendações para prevenção, vigilância, diagnóstico e tratamento de infecções, visando à segurança da equipe e dos pacientes, em quaisquer situações ou local onde se prestem cuidados de saúde. A biossegurança nunca é completa quando profissionais da saúde atendem a um paciente ou manipulam instrumentos, material biológico e superfícies contaminadas. Porém, o fato de sempre haver um risco, deve ser isto um estímulo à nossa dedicação, e não o inverso, ou seja, uma justificativa às nossas falhas (ODONTOBIO).

Pela lei federal nº 6.437 de 20/08/1977, os serviços de Odontologia devem cumprir as normas de biossegurança baseadas em leis, portarias e normas técnicas do Ministério da Saúde, Ministério do Trabalho e Secretarias Estaduais e Municipais, que observam desde proteções contra radiações ionizantes, radiações de luz halógena, medidas para o controle de doenças infecto-contagiosas, destinação de resíduos e proteção ao meio ambiente. As penalidades previstas na lei podem ir desde uma simples advertência ou multa classificada em leve, grave ou gravíssima, até a interdição do estabelecimento odontológico.

O que temos que implantar, ressalta Odontobio, é a cultura da valorização do homem e da sua qualidade de vida. Sabemos que, substâncias químicas e microrganismos estão sendo introduzidos no meio ambiente a cada segundo e que os resultados dessa verdadeira alquimia biotecnológica ainda são desconhecidos para a humanidade.

Os microrganismos são capazes de sobreviver em ambientes de diversas condições físicas. Existem, porém, limitações da capacidade de sobrevivência de determinado microrganismo em um meio ambiente desfavorável, as quais foram aproveitadas pelo homem como recurso para controle dos mesmos. As principais razões para se desenvolver o controle de microrganismos são: prevenir a transmissão de doença e infecção; prevenir a contaminação ou crescimento de microrganismos nocivos; e, prevenir a deterioração e dano de materiais por microrganismos (JORGE, 1998).

Ocasiões existem onde devem ser tratados métodos de controle de microrganismos utilizados pelo cirurgião-dentista na clínica odontológica diária. Para prevenção da infecção cruzada na clínica odontológica, o profissional deve empregar processos de esterilização dos materiais e seguir rigorosamente todos os procedimentos destinados a manter a cadeia asséptica. Tais procedimentos são realizados em relação ao pessoal odontológico, aos instrumentos e acessórios, ao equipamento e ao paciente (JORGE, 1998).

Krieger *et al.* (2010) objetivaram revisando a literatura atual sobre os tópicos relacionados aos métodos de prevenção e de controle de infecção em odontologia, cujo conhecimento e importância visam à manutenção do bem estar daqueles que trabalham na área odontológica e dos que acessam o ambiente de prestação deste serviço. Asseveraram os aludidos autores que, a equipe de profissionais de odontologia está sujeita a diversas formas de contaminação por agentes patogênicos que estão presentes em materiais biológicos, como sangue e saliva, que são manipulados constantemente pela mesma. Estes agentes podem causar uma série de doenças infecto contagiosas graves e ainda permitir a ocorrência de um ciclo de infecção cruzada dentro e fora do ambiente odontológico, onde os profissionais, acadêmicos de odontologia e os pacientes se tornam disseminadores de doenças. O ambiente odontológico é considerado potencialmente infecto em decorrência da

presença de fluídos biológicos como saliva, sangue e coleções purulentas. Assim, os profissionais que trabalham nesta área estão sujeitos a uma série de doenças. Com o intuito de se evitar a disseminação e a propagação destas doenças é que devem ser consideradas as medidas de Biossegurança em Odontologia, compostas por um conjunto de ações que visam à proteção do cirurgião-dentista, sua equipe e seus pacientes. A revisão feita evidenciou as medidas de combate a infecção cruzada e quebra de seu ciclo de contaminação, com vistas à promoção de um maior cuidado com a saúde.

Tão somente maletas e caixas de fibra ou plástico, permitem a desinfecção e poderão ser usadas nas clínicas afirma Silva *et al.* (2008), sendo proibido o uso de malas revestidas de tecido para transporte de material para a clínica.

Entretanto, ainda se percebe negligência quanto ao material de consumo acondicionado em maletas plásticas com divisórias, transportada pelo aluno.

Com vistas a isso, Haddad Filho *et al.* (2010) selecionaram e analisaram aleatoriamente 80 maletas utilizadas como transporte de materiais por alunos de graduação, sendo divididas em grupos de 20 de quatro faculdades de odontologia do estado de São Paulo, uma estadual e três particulares.

A coleta do interior das maletas plásticas foi promovida com Swab que consiste de uma haste longa de polipropileno com algodão envolto em uma ou nas duas extremidades, esterilizado, umedecido em caldo BHI (Brain Heart Infusion - meio derivado da infusão de nutrientes de cérebro e coração, mais a presença de peptona como fonte de nitrogênio, carbono, enxofre e vitaminas, além da dextrose, constituída de carboidratos que os microrganismos utilizam para fermentação) de coloração original amarelo claro e límpido e acondicionado em tubos de ensaio contendo a mesma substância, transportados em caixa térmica com gelo. As amostras foram submetidas ao período de incubação de 24 horas em estufa à 37°C e, a partir daí, inoculadas nos meios de cultura Ágar MacConkey e Ágar Sangue com ázida sódica, mantendo-se por mais 24 horas sob a mesma temperatura. Com essa pesquisa pode-se concluir que em todas as maletas utilizadas por acadêmicos para acondicionamento e transporte de materiais odontológicos identificou-se presença de microrganismos. Nas placas com Ágar Sangue foi identificado: cocos gram positivo (beta hemolíticos, alfa hemolíticos e gama hemolíticos) em todas oitenta amostras. A ázida sódica presente neste meio inibiu crescimento de bacilo gram negativo. Nas placas com Ágar MacConkey observaram-se bacilos gram negativo, bactérias que fermentam lactose (coliformes) em duas amostras e que não fermentam lactose (enterobactérias) em seis amostras. Por fim, alertam os autores a importância das maletas estarem adequadamente desinfetadas, para não disseminarem microrganismos, sobretudo os fecais e patogênicos

(HADDAD FILHO *et al.*, 2010).

Ainda que, protocolo, manuais, guia de biossegurança dissemine informações e cuidados, aliado ao monitoramento dos educadores, notou-se que, a maioria dos acadêmicos observados utilizava sobre luvas quando da manipulação das maletas como forma de não contaminá-las, no entanto, não se atentam ao fato desse ambiente ser contaminado, e mais, em nenhum momento foi registrado esvaziamento das mesmas ao final do atendimento e desinfecção da superfície plástica interna e externa e de todos os materiais individualmente acondicionados. Tanto pior que, além do contato e do transporte do microrganismo, o operador também pode ser veículo da contaminação química em decorrência de tantos produtos que são acondicionados em tubetes de 1,8 ml, como anestésicos, medicações intra-canais e substâncias químicas auxiliares.

Desse modo, Silva Junior *et al.* (1991) realizaram estudo sobre a evidenciação de microrganismos em tubetes anestésicos não usados e constataram presença de bacilos gram-negativos estafilococos gram-positivos e fungos em 25 das 38 amostras analisadas. Tal fato, segundo os autores, pode advir da contaminação prévia das tampas de borracha e metal decorrentes da indevida estocagem e transporte inadequado, e que a própria agulha, ao perfurar a tampa de borracha, possibilitaria a passagem de microrganismos para o interior e, quando aplicado, transmite infecções.

Por sua vez, Haddad Filho *et al.* (2011), com o objetivo de verificar presença de microrganismos em frascos e tubetes virgens e de múltiplas aplicações de medicações utilizadas no interior do canal radicular, coletaram 20 amostras, sendo 5 de NDP, 5 de PRP, 5 de Hidróxido de Cálcio e 5 de Iodofórmio. Os meios preparados foram pesados separadamente em papel manteiga e adicionados em um único frasco onde hidratou-se com 10ml de água, só depois acrescentou-se o restante. Os tubos, frascos, placas, pipetas e vidrarias foram todos esterilizados em autoclave no período de 15 minutos em temperatura de 121°C. Foram usados os meios de cultura Ágar Sangue, Ágar MacConkey e caldo BHI para acondicionamento das amostras. O meio de Ágar Sangue oferece ótimas condições de crescimento a maioria dos microrganismos. A conservação dos eritrócitos íntegros favorecem a formação de halos de hemólise nítidos, úteis para a diferenciação de *Streptococcus spp* e *Staphylococcus spp*. Em prosseguimento, foram pesados e hidratados o meio conforme instruções do fabricante; esterilizou-se em autoclave seguido do resfriamento da base à +/- 50°C; adição de 5 ml de sangue desfrribinado de carneiro para cada 100 ml de base; homogeneização delicada para não formar bolhas e distribuiu em placas de Petri de 90 mm de diâmetro. A inoculação procedeu-se usando a técnica de semeadura para isolamento e na finalização da semeadura, picou o meio com a alça para verificar hemólise em profundidade e incubação à 35°C por 24 horas. Por sua vez, no meio

Ágar MacConkey, o cristal violeta inibe o crescimento de microrganismos Gram positivos especialmente enterococos e estafilococos. A concentração de sais de bile é relativamente baixa em comparação com outros meios, por isso não é tão seletivo para Gram negativos como, por exemplo, o Ágar SS. Pesou e hidratou o meio conforme instruções do fabricante, aqueceu sob agitação até fundiu o Ágar completamente, esterilizou em autoclave, resfriou até 50°C e distribuiu 20 a 25 ml em placas de Petri 90 mm estéreis, deixou em temperatura ambiente até resfriar, embalou as placas com plástico PVC transparente e guardou em geladeira à temperatura de 4 a 8°C. Promoveu inoculação das placas e incubação por 18 a 24 horas. O Caldo BHI é um meio derivado de nutrientes de cérebro e coração, peptona e dextrose. A peptona e a infusão são fontes de nitrogênio, carbono, enxofre e vitaminas. A dextrose é um carboidrato que os microrganismos utilizam para fermentação. Com o auxílio de uma alça ou fio bacteriológico, inoculou a colônia ou o material a ser testado, realizou o teste com colônias puras de 18 a 24 horas; incubou a 35°C  $\pm 2$  por 24 a 48 horas; para isolamento de fungos incubou por até 5 dias. Baseados nos procedimentos de meio de cultura, foram utilizados 6 placas com Ágar Sangue, 6 placas com Ágar MacConkey e 4 tubos com tampa de rosca de BHI, mais uma placa e tubo para controle. Foram colocados os medicamentos NDP, PRP, Iodofórmio e Hidróxido de Cálcio. Logo em seguida foram colocados as placas e os tubos em estufas por 24 horas para aguardar os resultados. Os resultados obtidos em meios de cultura Ágar Sangue, Ágar MacConkey e BHI, revelaram-se positivos para NDP, PRP e hidróxido de cálcio em todas as amostras e meios de cultura e na mesma grandeza, resultados negativos para a substância iodofórmio. De posse dos resultados, pode-se aferir que todos os medicamentos NDP e PRP analisados que sofreram múltiplos usos, encontraram-se contaminados. Quatro, das cinco amostras de hidróxido de cálcio acondicionados em frascos e sucessivos usos estavam contaminados. Não houve presença de contaminação em nenhuma amostra de iodofórmio.

Pode-se presumir no que diz respeito a essa preocupante constatação de microrganismos nas maletas que, o ciclo por vezes, tem seu início a partir da estocagem no comércio, ou seja, o acadêmico acomodaria o material ou embalagem na maleta já contaminada, fato que, somado ao transporte descuidado exposto ao calor e fundamentalmente a manipulação sem cautela de proteção a exemplo da ausência de desinfecção prévia, manipulação sem sobre luvas, contato no interior da maleta por outros alunos quando do empréstimo de materiais, enfim, hábitos que se devidamente conscientizado pelo graduando, minimizaria a disseminação de agentes nocivos as custas de produtos como álcool, hipoclorito de sódio, desinfetantes fenólicos, entre outros.

O cloro, sob a forma de hipoclorito de sódio, tem sido o composto químico mais utilizado quando se trata de desinfecção. Comparativamente com outros desinfetantes, ele é

de baixo custo e de fácil acesso, estando amplamente disponível no comércio. No entanto, a experiência com resistência a antibióticos e biocidas indica que não há agente químico antimicrobiano que não possa, eventualmente, selecionar ou induzir resistência nos microrganismos. Especificamente frente ao cloro, existem evidências de que vários microrganismos apresentam diferentes graus de resistência a esse antimicrobiano. Já foi alertado, também, que a eficácia da atividade antimicrobiana dos desinfetantes sofre variações, dependendo de fatores ambientais ou de manuseio (BOTH *et al.* 2009).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2006), o hipoclorito de sódio é um agente bactericida, fungicida, viruscida e esporicida, possui uma ação rápida, indicado para superfícies e artigos não metálicos e materiais termossensíveis. Apresenta desvantagens como instabilidade, é corrosivo e pode ser inativado na presença de matéria orgânica.

O Manual de Biossegurança do Estado de Santa Catarina descreve o hipoclorito de sódio como sendo um composto inorgânico liberador de cloro ativo, indicado para desinfecção geral de objetos e superfícies inanimadas, inclusive as contaminadas com sangue e outros materiais orgânicos. O tempo de exposição para desinfecção de superfícies de laboratório e qualquer superfície contaminada é de 10 minutos, com 1% de cloro ativo (10.000 ppm). É um material com propriedades corrosivas e descolorantes não sendo recomendado o uso em metais e mármore, seu efeito é limitado na presença de muita matéria orgânica. O hipoclorito de sódio é tóxico, causando irritação da pele e olhos, quando ingerido provoca irritação e corrosão das membranas mucosas; a inalação do ácido hipocloroso provoca tosse e choque, podendo causar irritação severa do trato respiratório.

A solução de hipoclorito de sódio com pH elevado, em torno de 11 a 12, é mais estável e a liberação de cloro é mais lenta. À medida que se reduz o pH da solução, quer por meio do ácido bórico ou do bicarbonato de sódio (Solução de Dausfrene), a solução fica muito instável e a perda de cloro é mais rápida. Isto significa que o tempo de vida útil da solução é pequena. A luz solar e a temperatura elevada provoca a liberação de cloro deixando a solução ineficaz. O "shelf life" (tempo de vida) da solução de Dakin foi estudada sendo armazenadas em vidro âmbar em diversas condições de temperatura, ou seja, à luz solar, à sombra em temperatura ambiente e, isento de luz em geladeira à 9 graus centígrados. Eles observaram que após 4 meses a solução perdia 80% de seu teor de cloro quando exposta à luz solar, 60% à temperatura ambiente e, apenas 20% quando conservada a baixa temperatura e isenta de luz. Esses autores, também, verificaram que apenas 30% das marcas comerciais testadas apresentavam teor de cloro dentro das especificações, ou seja, acima de 0,4%. Quando uma solução de hipoclorito de sódio apresenta teor de cloro abaixo de 0,3% ela não é efetiva contra *Cândida albicans*

aos *Estreptococcus faecalis*. Em concentração de 0,5% elas são efetivas contra esses microrganismos em um tempo de ação de 15 segundos. Desse modo, deve-se ressaltar a importância de se conhecer a concentração do hipoclorito de sódio que se vai utilizar para se obter as reais vantagens que essas soluções podem oferecer quanto a limpeza e desinfecção (PÉCORA, 2004).

O álcool está entre os antissépticos mais seguros, não só por possuir baixa toxicidade, mas também pelo seu efeito microbicida rápido e fácil aplicação. Desta forma, provê rápida antisepsia em procedimentos como venopunções e é excepcional para higienização das mãos. Quando comparada à lavagem simples com água e sabão, a aplicação de soluções alcoólicas para higienização das mãos oferece vantagens como: rapidez de aplicação; maior efeito microbicida; é menos irritante para a pele, quando associado a emolientes; maior aceitabilidade pelos profissionais. Aplicações de álcool durante 15 segundos são eficazes na prevenção de transmissão de bactérias gram negativas encontradas nas mãos dos profissionais de saúde e o seu modo de aplicação simples reduz o tempo de higienização das mãos em até quatro vezes. O álcool é classificado como desinfetante de nível intermediário e devido à praticidade de uso, é encorajada a sua aplicação na desinfecção de superfícies de mobiliários e equipamentos, termômetros, diafragmas e olivas de estetoscópios, bandejas de medicação, ampolas e frascos de medicamentos, fibra óptica de endoscópios. O uso do álcool na desinfecção de mesas cirúrgicas e demais equipamentos pode reduzir o tempo de espera entre um procedimento e outro. A desvantagem é que o álcool não possui efeito residual satisfatório, diminuindo assim sua eficácia (SANTOS *et al.* 2011).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2006) classifica o álcool com espectro Tuberculicida, bactericida, fungicida e virucida, não é esporicida. Fácil aplicação, ação rápida, compatível com artigos metálicos, superfícies e tubetes de anestésicos. Como desvantagem é uma substância volátil, inativado por matéria orgânica, inflamável, opacifica acrílico, resseca plásticos e pode danificar o cimento das lentes dos equipamentos ópticos; deve ser armazenado em áreas ventiladas.

Os alcoóis mais empregados em desinfecção são o etanol ou o álcool etílico e o isopropanol ou álcool isopropílico. Apresentam ação rápida sobre bactérias, mas não possuem atividade sobre esporos bacterianos e vírus hidrofílicos. O álcool tem maior atividade germicida, menor custo e menor toxicidade que o isopropílico. O mecanismo de ação dos álcoois não foi totalmente elucidado, sendo a desnaturação de proteínas a explicação mais plausível. Sua indicação é para antisepsia da pele, desinfecção e descontaminação de bancadas, cabines de segurança biológica, estufas, banhos-maria, geladeiras, entre outros. Sua desvantagem esta relacionada ao álcool ser inflamável,

irritante para os olhos e ineficaz contra esporos e bactérias (MANUAL DE BIOSSEGURANÇA DO ESTADO DE SANTA CATARINA).

Os principais fatores que interferem na ação antimicrobiana dos alcoóis são: presença de matéria orgânica, tipo e nível de contaminação, resistência intrínseca do microrganismo, concentração, tempo de exposição ao agente desinfetante, característica do material ou tipo de atividade, temperatura e pH (ANDRADE *et al.*, 2002).

Os microorganismos são uma forma de vida que não pode ser visualizada sem auxílio de um microscópio. Estes seres diminutos podem ser encontrados no ar, no solo, e, inclusive, no homem. Com relação ao seu contato com o homem, este pode ocorrer de forma positiva e indispensável à vida (bactérias nitrificantes) ou bastante negativa, neste caso, os efeitos prejudiciais à saúde, e, até mesmo à vida do homem, se dá pelo contato com microorganismos patogênicos (causadores de doenças) (TODABIOLOGIA, 2011).

Os principais microrganismos patogênicos encontrados em maletas dos estudantes de odontologia segundo estudo de Haddad Filho *et al.* (2010), foram *Enterococcus faecalis* (enterobactérias) e *Escherichia coli* (coliformes).

*Enterococcus faecalis* causa septicemia e infecção do trato urinário, e infecção das vias respiratórias nos pacientes com o sistema imune comprometido. Algumas linhagens ultra resistentes não podem ser tratadas com drogas. Já os microrganismos do tipo *Escherichia coli* causam infecção do trato urinário, infecção do sangue, diarréia e falência dos rins. Algumas linhagens são ultra resistentes (SOUTO, 2006).

Estudos realizados em diferentes estados verificaram a tendência dos acadêmicos em burlar as normas de biossegurança (CARDOSO, 1997).

Nesse sentido, Medeiros *et al.* (1998) analisando comportamento de alunos de último período de seis faculdades do Rio de Janeiro constatou que os mesmos não conseguem corretamente as normas de biossegurança e que o índice de acerto observado foi de apenas 60%.

O que temos que implantar é a cultura da valorização do homem e a valorização da sua qualidade de vida. Sabemos que a cada segundo, substâncias químicas e microrganismos estão sendo introduzidos no meio ambiente e que os resultados dessa verdadeira alquimia biotecnológica ainda são desconhecidas para a humanidade.

Cabe aqui enaltecer os benefícios trazidos pelo avanço técnico e científico quanto aos novos recursos no combate a disseminação da contaminação cruzada, a exemplo das nanopartículas de prata que apresentam amplo espectro (LOK *et al.*, 2007; LEE *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2008).

Atendendo também a prática de biossegurança mais estudos foram disseminados sobre a nanotecnologia ou nanociênci, que é a arte de entender matérias em escala nanométrica, que varia de 0,1 a 100 nm (nanômetro), região em que os materiais apresentam novos comportamentos e propriedades que apresentariam em escala macroscópica.

Pelo motivo da nanopartícula de prata apresentar um amplo espectro na ação antimicrobiana, ela começa a ser incorporada na matriz para composição de novos modelos de biomateriais (LOK *et al.*, 2007; LEE *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2008).

A ação da nanopartícula de prata inclui *Escherichia coli* e *Pseudomonasaeruginosa* e certos vírus (XU *et al.*, 2004; GOGOI *et al.*, 2006; ELICHIGUERRA *et al.*, 2002). Outras vantagens de se utilizar a nanopartícula de prata, além de seu poder antibacteriano, são facilidade de obtenção e baixo custo (LOK *et al.*, 2006; ZHANG *et al.*, 2008).

Tendo em vista que após o tratamento endodôntico, todos os instrumentos dispostos na bandeja, inclusive os que não foram utilizados, ficam contaminados (MILLER *et al.*, 1971; COTTOONE *et al.*, 1991), assim como ocorre com o ambiente do consultório odontológico, foi realizado o estudo por Carrera *et al.* (2009), onde foi testada a eficácia da nanopartícula de prata sobre esporos, leveduras e bactérias em limas endodônticas, expostas à solução por 5, 10, 15 e 30 minutos. Observou-se, então, redução significativa da percentagem de todos os microrganismos testados. Assim, houve redução de 100% das cepas de *Cândida albicans*, 99,9% de *Staphylococcus aureus*, 99,7% de *Streptococcus mutans*, 93,7% de *Enterococcus faecalis* e 77,6% de *Escherichia coli*. Apenas a forma esporulada do microrganismo *B. atrophaeus* demonstrou-se mais resistente que na formavegetativa, por sofrer modificações na sua estrutura frente às condições de adversidade. Já quanto à menor sensibilidade à prata apresentada pela *E. coli*, pode-se associar o fato desta ser constituída por uma membrana Gram-negativa, composta por moléculas de lipopolissacarídeos (LPS), que promovem efetiva barreira contra nanopartículas (BRAYNER, 2006; FAN, 2002). Concluiu-se, então, que a efetividade da solução de prata está relacionada com o tempo em que a mesma permanece em contato com o microrganismo, sendo que apresentou efetiva ação frente à *Cândida albicans*, promovendo eliminação em 5 minutos.

Através da nanotecnologia, pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) lançaram roupas eficazes no combate à infecção hospitalar, ou seja, produzidas com tecidos antimicrobianos. Oswaldo Alves, consultor para a área de nanotecnologia da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e do Ministério da Ciência e tecnologia e químico da Unicamp que participou da pesquisa, prevê o uso de tal descoberta para a confecção de uniformes

para hospitais, laboratórios e ambiente que necessitem da proteção antibacteriana, fabricação de bandagens e curativos (inclusive nos casos de queimados) e em embalagens de instrumentos cirúrgicos.

Tal pesquisa teve duração de quatro anos e, além de Alves, também participaram Nelson Durán e Priscyla Marcato da Unicamp, e Gabriel Souza e Elisa Esposito da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). Nela, foi trabalhada a funcionalização da nanopartícula de prata e ouro.

No caso da prata, utilizou-se o fungo da cana de açúcar, *Fusariumoxyspoum*, que recebeu nitrato de prata (Ag+). Nesta parte, ocorreu uma reação de óxido-redução, e zerou o nitrato de prata (Ag0), transformando-se em nanopartícula de prata, que apresenta forte ação bactericida. Então, o tecido de algodão ficou impregnado com tal substância e foi colocado em teste contra o *Staphylococcus aureus*, constatando-se que não houve crescimento desta bactéria no tecido. O que se acredita é que os íons de prata liberados das nanopartículas durante sua interação com a membrana celular das bactérias podem atuar no fosfato das moléculas do DNA, inativando sua replicação. Outra teoria fundamenta-se na idéia da nanopartícula de prata, quando em contato com a membrana celular da bactéria, causar danos estruturais, forçando a dissipação de prótons e, assim, a morte celular (SONDI& SALOPEK - SONDI, 2004; LOK *et al.*, 2006). Uma terceira teoria seria a reação com proteínas contendo enxofre, induzindo a inibição de funções enzimáticas respiratórias (GUPTA *et al.*, 1998; MATSUMURA *et al.*, 2003).

Pesquisadores da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) também identificaram a função cicatrizante de lesões da nanopartícula de prata, assim como a produção de tecidos anti-cheiro indicados para meias, por exemplo.

Alves *et al.* (2011), identificaram a função cicatrizante de lesões da nanopartícula de prata, assim como a produção de tecidos anti-cheiro indicados para meias, por exemplo. Houve uma maior associação das partículas de prata com o tecido do que com as mesmas produzidas quimicamente. Além deste processo, foi criado, em conjunto, um método de remediação das partículas formadas, que foram liberadas. Isso garante que elas fiquem nas fibras na medida exata para cada tipo de aplicação e elimina o excesso que seria descartado no processo de impregnação e, com isso, o meio ambiente não ficaria contaminado pelas partículas.

O uso da nanopartícula de prata em todo tipo de bens de consumo tem um aumento comercial considerável devido ao efeito antimicrobiano que esta apresenta. A substância, que já é utilizada há séculos para a purificação da água potável, está sendo estudada atualmente em relação a seu efeito em produtos têxteis, evitando que sejam colonizados por

bactérias patogênicas ou formadoras de odor. Isto tem sido usado para vários propósitos, tais como têxteis médicos (roupa comercial para os que sofrem de neurodermite, vestimentas para ambiente cirúrgico, bandagens), roupas esportivas e de lazer, roupas de trabalho para produção, têxteis domésticos (por exemplo, cobertores, cortinas) e tecidos técnicos (filtros, panos de limpeza).

Segundo esta mesma idéia, está em fase de produção em Belo Horizonte, pela Sugar em parceria com a Suzano Petroquímica, a máquina de lavar capaz de eliminar 99,9% das bactérias que se formam na sua cuba (estrutura onde as roupas são depositadas). Esta é coberta por uma resina especial de polipropileno nanoestruturado com partículas de prata conferindo, assim, uma ação bactericida e fungicida, segundo Cláudio Marcondes, gerente de desenvolvimento de novos produtos da Suzano Petroquímica. A resina nanoestruturada do polipropileno com partículas de prata possui um efeito antimicrobiano, pois seu efeito desinfetante acontece por meio da atração que as cargas positivas da prata exercem atraindo as cargas negativas das bactérias, causando a ruptura da membrana celular destes microrganismos, devido à diferença de potencial entre a parte interna e externa da bactéria, provocando sua morte.

Na matéria "Trama invisível", publicada na edição de Abril na revista Pesquisa Fapesp, desenvolvida pela parceria entre o laboratório do Instituto de Química da Unicamp (IQ), o Laboratório de Química do Estado Sólido, coordenado por Oswaldo Luiz Alves, e o de Química Biológica, pelo professor Nélson Duran, foram destacadas duas pesquisas envolvendo sistemas nanotecnológicos. A primeira relata o processo de transformação de íons de prata em nanopartículas de prata metálica, feita através de uma enzima e um composto encontrados em um fungo. A segunda (divulgada no Journal of Biomedical Nanotechnology) refere-se ao uso da nanopartícula de ouro e violaceína (princípio ativo da bactéria *Chromobacterium violaceum*) para combate a células cancerígenas. (ERENO, 2006)

Segundo a Pesquisa Fapesp, as nanopartículas de prata metálica se destacam por sua "forte ação bactericida". Em uma aplicação dessa substância em lesões, observou-se o auxílio desta no processo de cicatrização, podendo, segundo Oswaldo Alves, serem indicados os curativos impregnados com prata a pessoas diabéticas, com freqüentes ulcerações nos pés. Outra aplicação foi feita em tecidos "anti cheiro".

Para a obtenção da nanopartícula de prata, há a mistura de uma solução contendo íons de prata a cepas selecionadas do fungo *Fusarium oxysporum*, possuidoras da enzima nitrato reductase que, unida à quinona, relaciona-se à transferência de elétrons para os íons de prata e, conseqüentemente, na formação das nanopartículas.

Quanto às partículas de ouro, o estudo revelou que testes *in vitro* mostraram que a associação entre a bactéria *Chromobacterium violaceum* e a ciclodextrina (meio usado para transporte da violaceína, princípio ativo da bactéria) destruía tanto as células doentes quanto as normais. Este problema foi resolvido com a adição das nanopartículas de ouro ao composto.

Assim, o cirurgião-dentista e o médico devem adotar as medidas preventivas em todos os pacientes, sem exceção. Isso porque, seguindo-se as normas de biossegurança, o risco de se contrair doenças em um ambiente odontológico/médico reduz significativamente tanto para profissionais quanto para pacientes.

Quando é discutida a nanotecnologia, pensa-se que ela começou a existir no início dos anos 80. O que pode ser verdade em relação ao nome. Porém, vem de séculos atrás a preocupação com o “muito pequeno”. A história começa no século V a.C., com Leucipo de Mileto, considerado o mestre de Demócrito, que desenvolveu a teoria de que “tudo seria composto de partículas minúsculas indivisíveis e invisíveis a olho nu”, os então chamados átomos. Essas idéias chegaram até o século XIX, quando John Dalton (1803) acrescentou a idéia da indivisibilidade do átomo, segundo ele os átomos seriam como “bolas de bilhar” e os elementos eram constituídos por átomos do mesmo tipo. Nessa linha, Dalton enunciou que “os compostos eram constituídos de átomos com razões específicas”, o que o levou às conhecidas Leis Ponderais de Dalton. No início do século XX Ernest Rutherford (1908) descobriu que os átomos eram constituídos, em sua maioria, de espaço vazio com um núcleo denso positivamente carregado e circundado por elétrons (negativos), propôs então o modelo de átomo similar ao “sistema solar”. Finalmente, vem a contribuição de Niels Bohr (1915) propondo o modelo pelo qual os elétrons giravam ao redor do núcleo em órbitas circulares e que somente algumas órbitas eram permitidas. Este modelo do átomo permitiu explicar o espectro de emissão do átomo de hidrogênio (ALVES *et al.*, 2011).

Essas contribuições apontam claramente que os homens de ciência há muito tempo vêm se preocupando com o “muito pequeno”(ALVES *et al.*, 2011).

A primeira vez em que se falou em nanotecnologia foi em 1959, quando o físico norte-americano Richard Feynman comentou sobre o poder de manipulação de átomos e moléculas, algo que resultaria em componentes tão pequenos, que o homem nem poderia ver (SILVA, 2010).

Porém somente em 1974 o termo nanotecnologia é usado pela primeira vez por Norio Taniguchi, cientista da Universidade de Tóquio. Um significativo desenvolvimento ocorreu no ano de 1985 com a criação do microscópio de tunelamento eletrônico (ou efeito túnel) pela IBM (International Business Machines)de Zurique, na Suíça que a nanotecnologia

começou a se tornar algo concreto. Heinrich Rohrer e Gerd Binning receberam o Prêmio Nobel pela sua criação. Através dele foi possível pela primeira vez ter uma visão topográfica do átomo. Mas foi apenas em 1989 que o pesquisador da IBM (International Business Machines), Donald Eigler fez com que a nanotecnologia assumisse seu papel na história (BAIMA, 2005).

A nanotecnologia é a construção de estruturas e materiais em escala nanométrica, em medidas equivalentes a um milímetro dividido por um milhão de vezes e tem permitido a fabricação de produtos com características diferenciadas, pois modifica as propriedades dos materiais no nível atômico. Nano é um prefixo grego que significa anão. Nanotecnologia refere-se a qualquer material, dispositivo ou processo cuja principal propriedade derive da nanoescala, que compreende tamanhos de 0,1 a 100 nm. A manipulação de átomos em uma escala um bilhão de vezes menor que o metro ou um milhão de vezes menor que o milímetro representa um espaço suficiente para, no máximo, dez átomos, portanto, a nanotecnologia consiste em técnicas da manipulação de materiais em escala de milionésima parte de um milímetro (PORTO, 2008).

Silva (2010) descreve a nanotecnologia como algo além do que diminuir o tamanho, ela é, sobretudo, explorar os fenômenos e as propriedades que a matéria apresenta na nanoescala.

A nanotecnologia exige um conhecimento transversal da inter e multidisciplinaridade, abrange uma diversidade de áreas estratégicas, para a pesquisa mundial, tais como a Física, Química, Biologia, Ciências da Saúde e Ciência de materiais, tendo como principal objetivo a manipulação da matéria em escala nanométrica e, algumas vezes, em escala atômica visando uma aplicação prática (LUNA & ANDRADE, 2011).

Hoje, mais de 60 países possuem iniciativas nacionais ligadas ao estudo das nanociências e nanotecnologia, sendo que o total de investimento global ultrapassa US\$ 5 bilhões (ALVES *et al.*, 2011).

A expectativa é que, nos próximos 10 ou 15 anos, a nanotecnologia movimente um mercado de US\$ 1 trilhão, cabendo ao Brasil 1% desse faturamento. Nota-se que as aplicações da Nanotecnologia no mercado nacional não acompanham o ritmo de crescimento das publicações científicas sobre o tema. O nível de investimentos do governo brasileiro em Nanotecnologia ainda é muito tímido diante dos volumosos investimentos dos países desenvolvidos. Nos Estados Unidos, por exemplo, já são mais de 500 as empresas que comercializam produtos relacionados à Nanotecnologia (SILVA, 2010).

Os investimentos em nanociência e nanotecnologia representam um investimento da ordem de bilhões de dólares, por parte dos órgãos e agências de fomento em pesquisa e

desenvolvimento em todo o mundo. O desenvolvimento de nanopartículas movimenta recursos da ordem de US\$ 40 bilhões anuais. Os Estados Unidos da América, o Japão, a China e a Coréia do Sul são os países que mais investem em programas e patentes em nanotecnologia (SILVA, 2010).

No Brasil, em 2007, havia cerca de 1.800 produtos comercializados com aplicação de nanotecnologia, que deveriam atingir cerca de 2.500 em 2009. Em 2004, o governo brasileiro lançou o Programa Nacional de Nanotecnologia e, de 2001 a 2006, investiu R\$ 170 milhões em nanotecnologia, criando redes em nível nacional e fomento para pesquisas em empresas e universidades. Em 2007, os recursos somaram R\$ 48 milhões destinados a empresas, além de R\$ 11 milhões para universidades e centros de pesquisa. Os investimentos públicos visam impulsionar diversos setores da economia, como agronegócio, biotecnologia, construção civil, eletroeletrônica, energia, medicina, metalurgia, petroquímica, química, tecnologia da informação, veículos, etc. (GUAZZELLI *et al.*, 2009).

O Brasil dispõe atualmente da melhor base de recursos humanos e infra-estrutura no setor da América Latina. Físicos, químicos, engenheiros e biólogos brasileiros estão investigando com muita competência nesse nanomundo que, com sua enorme potencialidade e grande impacto na qualidade de vida de nossa população, está começando a ser visível. O grande desafio é a transição do laboratório para o mercado dos materiais, processos e dispositivos pesquisados. Prevê-se que a Nanotecnologia deva representar a maior revolução tecnológica presenciada pela humanidade até hoje, superando o surgimento da microeletrônica, das telecomunicações, dos plásticos e das vacinas considerados como um todo. Portanto, o momento decisório atual é muito importante e crucial para o futuro do Brasil nesta área tão estratégica. A adoção de uma política correta de investimentos no setor poderá seguramente representar uma futura participação brasileira com competitividade semelhante a dos países desenvolvidos (ALBUQUERQUE, 2011).

Na literatura os metais têm sido extensivamente relatados por suas propriedades bactericidas e bacteriostáticas. Dentre os metais mais utilizados se destaca a prata, ouro e zinco, cada um com diferentes propriedades e espectros de atividades biológicas. É de sua área de contato superficial que depende a atividade antibacteriana dos metais, porque quanto maior for a área de superfície das nanopartículas maior será o número de interações com moléculas orgânicas ou inorgânicas (LUNA & ANDRADE, 2011).

A prata tem propriedades benéficas no tratamento e na cura de doenças como já dizia Hipócrates o "pai da medicina". Colóides de prata eram usados como germicidas e desinfetantes, somente com o advento dos antibióticos na década de 40, o uso da prata

como agente antimicrobiano foi reduzido e a discussão sobre o risco de efeitos adversos foi ampliada (FLORENCIO *et al.*, 2011).

O efeito inibitório de prata é provavelmente a soma dos mecanismos distintos de ação. Um número de estudos sugerem que os íons de prata reagem com grupos SH de proteínas 20,21 e desempenham um papel essencial na inativação de bactérias. 7 níveis micromolares de íons de prata foram relatados para desacoplar transporte de elétrons respiratória de fosforilação oxidativa, que inibe a enzimas da cadeia respiratória ou interfere com a permeabilidade da membrana para prótons e de fosfato (DURAN *et al.*, 2005).

Nanopartículas metálicas, como as de prata, tem propriedades diversas ópticas e catalíticas, por exemplo, com campo de aplicações em sensores, conversores de energia e chips eletrônicos, entre outros. A prata é reconhecida medicinalmente por suas propriedades antimicrobianas e é capaz de matar cerca de 650 organismos patogênicos. Os gregos e os romanos usavam a prata desde a antiguidade como bactericida e antibiótico (FUNDACENTRO, 2009).

A prata coloidal apresenta ação contra uma ampla faixa de microrganismos como bactérias (Gram-positivas/ negativas), fungos e vírus. Seu efeito bactericida foi quantificado pela primeira vez por Von Naegelis contra algas, na forma de íons de prata. O uso de colóides de prata, ou seja, partículas nanométricas em solução-9 -6 tamanho variando de 10 m à 10 m é relatado em documentos científicos do fim doséculo 18, sendo seu uso intensificado entre 1910 e 1920. Além da prata, muitos outros metais foram estudados, resultando na seguinte escala detoxicidade contra microrganismos: Prata > Hg (mercúrio)> Cu (cobre)> Cd (cádmo)> Pb (chumbo)> Co (cobalto)>Au (ouro)> Zn (zinco)> Fe (ferro)> Mn (manganês)> Mo (molibdênio)> Sn (estanho). Adicionalmente, a prata é o metal que apresenta a menor toxicidade para as células animais (colóides de mercúrio se mostraram extremamente tóxicos aos seres humanos). Como efeitos colaterais que a ingestão de prata em altas concentrações pode ocasionar, estão problemas neurológicos, nos rins, indigestão, dores de cabeça e a Argyria, patologia que causa o azulamento da pele. Os colóides de prata eram geralmente utilizados notratamento de queimaduras e também como agentes quimioterápicos contra patologias provocadas por bactérias, como *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecium*, *Tuberculosis* e *Streptococcus pneumoniae*. Durante a idade média uma solução de AgNO (Lunar 3 Caustic) era ministrada a pacientes com distúrbios nervosos, epilepsia e sífilis. A principal forma de consumo era conhecida como Colloidal Silver Protein (CSP). Existiam dois tipos, basicamente: o CSP mais brando, com uma concentração de 1923 % de prata e baixa ionização, e o outro tipo mais agressivo com uma concentração de 7,5 8,5 % de prata e alta ionização. O colóide brando causava mínima irritação e boa ação bactericida, já o colóide agressivo causava uma maior irritação e ação antimicrobiana

duvidosa. Doses de 5 mg / Kg / dia de prata são aceitáveis com improváveis riscos para a saúde, sendo a dose limite de 14 mg / Kg / dia. Uma pessoa com um peso de 70 Kg em uma dieta regular pode consumir até 90 mg / dia de prata (NETO *et al.*, 2008).

Para se obter materiais em escala nanométrica existem dois procedimentos. É possível fabricar um objeto nanométrico pela eliminação do excesso de material existente em uma amostra maior do material, à semelhança da maneira como um artista trabalha os pequenos detalhes em uma escultura, fazendo cuidadoso desgaste do supérfluo ou excedente de um grande bloco de pedra ou madeira. Este procedimento top-down (“de cima para baixo”) normalmente se vale das chamadas técnicas de litografia, que correspondem a uma série de etapas de corrosão química seletiva e extremamente precisa para a preparação final do objeto nanométrico a partir de um bloco macroscópico do material. Por outro lado, há o chamado procedimento “de baixo para cima” (bottom-up), onde se obtém a construção do material a partir de seus componentes básicos (ou seja, seus átomos e moléculas), da mesma forma que uma criança monta uma estrutura ao conectar as peças de um Lego. Em um esquema “de baixo para cima”, há a possibilidade de construir um nanoobjeto pela deposição lenta e controlada de átomos sobre uma superfície bastante polida e regular. Muitas vezes, os átomos depositados se organizam espontaneamente, formando estruturas bem definidas de tamanho nanométrico. Isto ocorre, por exemplo, quando átomos de germânio são evaporados sobre uma superfície de silício. Como a distância entre os átomos é diferente nos cristais destes dois materiais, os átomos de germânio se organizam na forma de uma pirâmide, em vez de simplesmente formarem uma camada regular de átomos sobre a superfície do silício. Este é um exemplo do chamado processo de auto-organização, ou auto-agrupamento. É também possível construir objetos nanométricos a partir de reações químicas controladas. Nanopartículas de materiais metálicos, como por exemplo, a prata, é obtida em reações químicas em meios aquosos, nas quais os átomos de prata dissolvidos na solução se juntam para formar agregados de tamanho nanométrico (MELO & PIMENTA, 2004).

Existe uma relação entre a estrutura das nanopartículas de prata e sua ação antimicrobiana sobre a bactéria gram-negativa *E. coli*. Verificou-se que quanto maior a concentração das nanopartículas, maior é a diminuição do crescimento bacteriano, o que está de acordo com a ação antimicrobiana associada à prata. Além desse resultado, também foi constatado que a forma/tamanho da nanopartícula influencia nessa ação. Isso reforça o fato de que a caracterização e a padronização desse material são muito importantes para estudar sua aplicabilidade na área médica. Com base nisto Florencio *et al.* (2011), compararam diversos métodos físicos disponíveis para medidas de tamanho de nanopartículas de prata, aplicáveis a nanopartículas metálicas, cujos resultados sofrem

influência de outras propriedades dos materiais em estudo e discutiram como uma boa caracterização deste tipo de material pode ser realizada, utilizando suspensões de partículas de prata, obtidas a partir do metal reciclado ou ultrapuro, que foram analisadas com o método espalhamento de luz dinâmico (DLS) que fornece o raio hidrodinâmico e o potencial zeta de superfície de nano e micropartículas, pelo método Espalhamento de raio X (SAXS), e microscopia de força atômica (AFM). Com o resultado concluíram que as características do material, portanto, são determinantes na aplicabilidade das técnicas para sua padronização e caracterização.

Duran *et al.*(2010), estudaram o uso potencial de nanopartículas de prata em bactérias patogênicas, sua toxicidade e possíveis mecanismos de ação, concluíram que a nanotecnologia é uma abordagem moderna e inovadora para desenvolver e testar novas formulações à base de nanopartículas metálicas com propriedades antimicrobianas, as nanopartículas de prata representam um nanoproduto proeminente com potencial aplicação na medicina e na higiene. Características de nanopartículas de prata tais como forma e tamanho são importantes, não só para aumentar a atividade antimicrobiana, mas também para a redução do tecido e toxicidades de células eucarióticas. Há uma crescente preocupação com os possíveis riscos para a saúde humana decorrentes de nanopartículas de prata e da entrada crescente no ambiente, com a subsequente disseminação da resistência microbiana, é uma preocupação crescente, dado o aumento de prata contendo produtos no mercado. Portanto, mais estudos são necessários para melhor caracterizar a toxicidade e os mecanismos envolvidos com a atividade antimicrobiana dessas partículas. Finalmente, esta é uma importante área de pesquisa que merece toda a nossa atenção devido à sua potencial aplicação na luta contra microrganismos resistentes.

Duran *et al.* (2010) realizaram estudos onde produziram nanopartículas de prata, usando fungos da espécie *Fusarium oxysporum* que têm propriedades bactericidas e, dessa forma, podem ser aplicadas na confecção de tecidos para curativos e meias (para combater odores desagradáveis).

Para o setor têxtil as nanopartículas de prata dão origem a tecidos capazes de controlar bactérias, fungos e ácaros. Para a indústria de eletrodomésticos, a inovação tecnológica resulta em geladeiras com maior poder de conservação dos alimentos, máquinas de lavar com poder antibactericida (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA -UFSC, 2012).

Alves *et al.* (2011) descrevem alguns setores que incorporam o conhecimento nanotecnológico, tais como, energia, iluminação, automobilístico, esporte, tecido, embalagem, cosmético, fármaco eletrônico. No Brasil, atualmente existem no mercado

vários produtos que incorporam a nanotecnologia.

Na Odontologia a nanotecnologia está presente, é possível utilizá-la para promover uma anestesia local de forma menos invasiva, potencializar a terapêutica da desinfecção de canais radiculares, movimentar os tecidos periodontais de uma forma automatizada durante o tratamento ortodôntico, tratar a hipersensibilidade dentinária, aumentar a eficácia de medicamentos e enxertos no tratamento da periodontite. Além disso, pode-se obter um diagnóstico precoce de doenças através da utilização de biossensores para moléculas presentes na saliva, pode-se ainda, realizar a biomíneralização natural do esmalte dentário utilizando nanocristais de hidroxiapatita e fazer uso das nanopartículas sítio-específicas e/ou da magnetoterapia com nanopartículas magnéticas no tratamento do câncer de boca (LUNA & ANDRADE, 2011).

Carrera (2009) avaliou a efetividade da nanopartícula de prata sobre microrganismos aderidos a superfície do instrumento endodôntico e comprovou confiabilidade do recurso, principalmente quando considerado o tempo em que a solução permanece em contato com microrganismo.

Oliveira & Gomes Filho (2010) comparou a resposta tecidual frente ao uso de nanopartículas de prata e hipoclorito de sódio a 2,5%, concluiu-se que a dispersão de nanopartículas de prata foi biocompatível quando comparada com a solução de hipoclorito de sódio.

Porto (2008) estudou o comportamento das bactérias *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterococcus faecalis* mediante a exposição à luz UV (Ultra violeta) e à branca em espátulas número 24 recobertas com uma ou três camadas de nanopartículas de TiO<sub>2</sub> (Dióxido de Titânio) e Ag (Prata) pelo processo de fotocatálise heterogênea. Obteve o seguinte resultado, a *Pseudomonas aeruginosa* foi inativada pela exposição à luz UV das espátulas de cimento odontológico recobertas com nanopartículas de TiO<sub>2</sub>e Ag, indicando a ocorrência do processo de fotocatálise heterogênea. A *Pseudomonas aeruginosa* não foi inativada pela exposição à luz branca das espátulas de cimento odontológico recobertas com nanopartículas de TiO<sub>2</sub>e Ag. O *Enterococcus faecalis* não foi inativado pela exposição à luz UV à branca das espátulas de cimento odontológico recobertas com nanopartículas de TiO<sub>2</sub> e Ag. A utilização de uma ou três camadas de recobrimento com nanopartículas de TiO<sub>2</sub> e Ag não interferiu no processo de fotocatálise heterogênea.

Duran *et al.* (2005) avaliaram o uso potencial de nanopartículas de prata em bactérias patogênicas, sua toxicidade e possíveis mecanismos de ação. Os íons de prata e nanopartículas de prata também têm efeitos inibitório e letal sobre espécies bacterianas, como a *E. coli*, *S. aureuse* até mesmo de levedura. Concluíram que as nanopartículas de

prata representam um nanoproduto proeminente com potencial aplicação na medicina e na higiene. Características de nanopartículas de prata tais como forma e tamanho são importantes, não só para aumentar a atividade antimicrobiana, mas também para a redução do tecido e toxicidades de células eucarióticas. Os possíveis riscos para a saúde humana decorrentes de nanopartículas de prata e da entrada crescente no ambiente, com a subsequente disseminação da resistência microbiana, são uma preocupação crescente, dado o aumento de prata contendo produtos no mercado. Portanto, mais estudos são necessários para melhor caracterizar a toxicidade e os mecanismos envolvidos com a atividade antimicrobiana dessas partículas.

Oliveira & Gomes Filho (2010) avaliaram a resposta tecidual em tecido conjuntivo subcutâneo de ratos a tubos preenchidos por fibrina embebida em dispersão de nanopartículas de prata em comparação ao hipoclorito de sódio a 2,5%. Foram empregados a dispersão de nanopartículas de prata na concentração de 23ppm e 47ppm e hipoclorito de sódio a 2,5%. Cada animal adquiriu quatro implantes de tubos de polietileno, dois contendo esponja de fibrina embebida em dispersão de nanopartículas de prata na concentração de 47ppm ou 23ppm, um contendo esponja de fibrina embebida em hipoclorito de sódio a 2,5% e mais um tubo contendo somente a esponja de fibrina como controle. O tecido foi suturado com fio de seda (4,0) não reabsorvível e antisepsia final será realizada com solução de iodo 5%. Após 7, 15, 30, 60 e 90 dias, a cada tempo experimental seis animais foram sacrificados com dose excessiva de anestésico (cloridrato de ketamina) e os tubos com o tecido circundante foram removidos, processados histologicamente com método para glicol metacrilato, cortes seriados de 3fÊm e coloração por HE. Ao comparar os grupos, obtiveram o seguinte resultado: 7 dias - Não houve diferença estatisticamente significante entre os escores dos diferentes grupos (média do escore de 2); 15 dias - Houve diferença estatisticamente ( $p<0.05$ ) entre o número de células inflamatórias da dispersão de nanopartículas de prata 23ppm e outros grupos ( $p<0.05$ ) exceto para grupo controle ( $p>0.05$ ). A média do escore de células inflamatórias para dispersão de nanopartículas de prata 23ppm e grupo controle (média do escore de 1) foi mais baixo do que outros grupos (média do escore de 2) ( $p<0.05$ ); 30, 60 e 90 dias - Não houve diferença estatisticamente significante ( $p<0.05$ ) entre os escores dos diferentes grupos (média do escore de 1). Com o resultado chegaram a conclusão de que a dispersão de nanopartículas de prata foi biocompatível quando comparada com a solução de hipoclorito de sódio.

Souza Júnior *et al.* (2010) propuseram avaliar através da revista da literatura obtida, alternativas diagnósticas e terapêuticas, associando a nanotecnologia com a endodontia, traçando nova perspectiva para o emprego da nanotecnologia seja melhorando a ação dos materiais ou criando novas terapias. Finalizaram o estudo afirmando que a nanotecnologia

representa uma realidade na odontologia, sobretudo na área de compósitos; não há utilização clínica em endodontia; nanotecnologia potencializou as propriedades bactericidas das medicações estudadas *in vitro* e a realização de estudos aprimorados devem ser realizados para minimizar os efeitos deletérios da nanotecnologia e para torná-la uma ferramenta passível de uso na clínica odontológica.

Conhecer e aplicar as normas de biossegurança é essencial na prevenção e proteção aos nossos pacientes e a toda equipe promotora da saúde. Desse modo, o objetivo desta pesquisa é avaliar a capacidade desinfetante de 3 substâncias sobre patógenos, coliforme e enterobactéria, encontrados na superfície das maletas utilizadas no transporte de materiais, no sentido de oferecer mais segurança aos pacientes, profissionais, auxiliares e todos os envolvidos na área da saúde.

### 3 MATERIAIS E METODOLOGIA

Foram utilizadas culturas de *Escherichia coli* e *Enterococcus faecalis* incubados em caldo BHI um meio derivado de nutrientes de cérebro e coração, peptona (fontes de nitrogênio, carbono, enxofre e vitaminas) e dextrose (carboidrato que os microrganismos utilizam para fermentação), à 37°C por 24 horas, considerando ajuste em espectrofotômetro até padronização da suspensão. Os tubos, frascos, placas, pipetas e vidrarias foram todos esterilizados em autoclave no período de 15 minutos em temperatura de 121°C. Posteriormente, com auxílio de Swab acomodados em 4 tubos de ensaio, por tempo de 5, 10, 15 e 30 minutos, com 3 ml de cada substância desinfetante testada, a saber: Grupo 1- álcool 70%; Grupo 2- hipoclorito de sódio à 1% e Grupo 3- nanopartículas de prata 50 ppm, mais um Grupo controle com solução fisiológica. Em seguida aplicados em meios de cultura Ágar MacConkey e Ágar Sangue, respectivamente, agora incubados em estufa à 37°C por 48 horas. Após esse período as amostras foram submetidas à contagem em unidade formadora de colônias por milímetro (UFC/mL). De posse dos resultados, os dados foram tabulados, permitindo avaliação estatística, pela análise de variância ANOVA, teste TURKEY, programa GMC.



FIGURA 1: Preparo do meio BHI



FIGURA 2: Inserção do caldo nos tubos de ensaio



FIGURA 3: Inserção das cepas nos tubos de ensaio



FIGURA 4: Preparo das placas de Petri

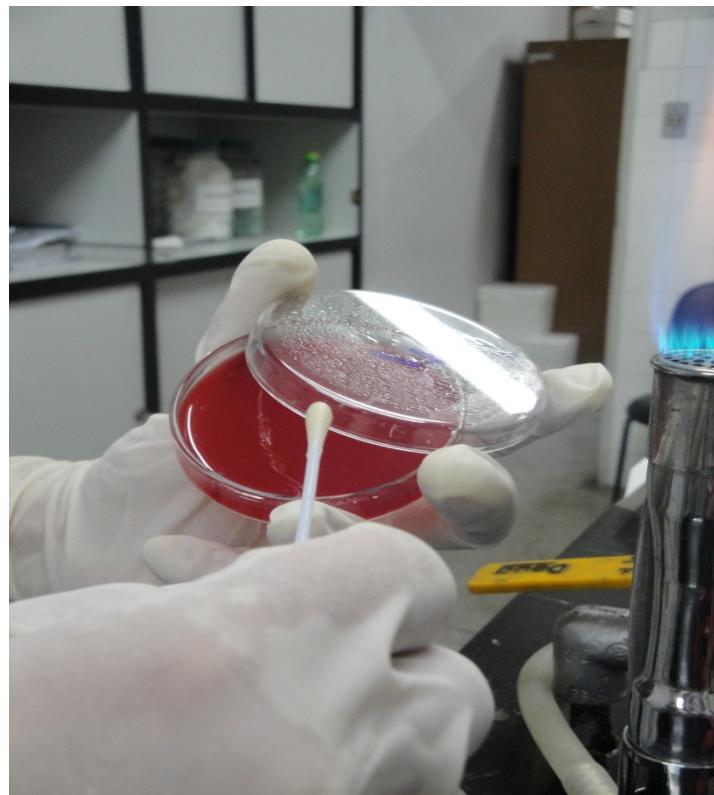


FIGURA 5: Inserção das colônias nas placas

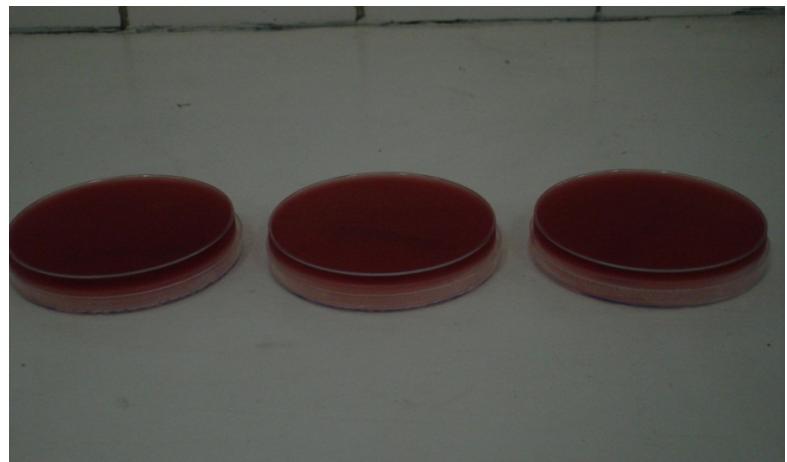


FIGURA 6; Ágar Sangue, preparado em placas, pesados e hidratados conforme instruções do fabricante: esterilizou-se em autoclave seguido do resfriamento da base à +/- 50°C; adição de 5 ml de sangue desfríbinado de carneiro para cada 100 ml de base; homogeneização delicada para não formar bolhas e distribuição em placas de Petri de 90 mm de diâmetro.

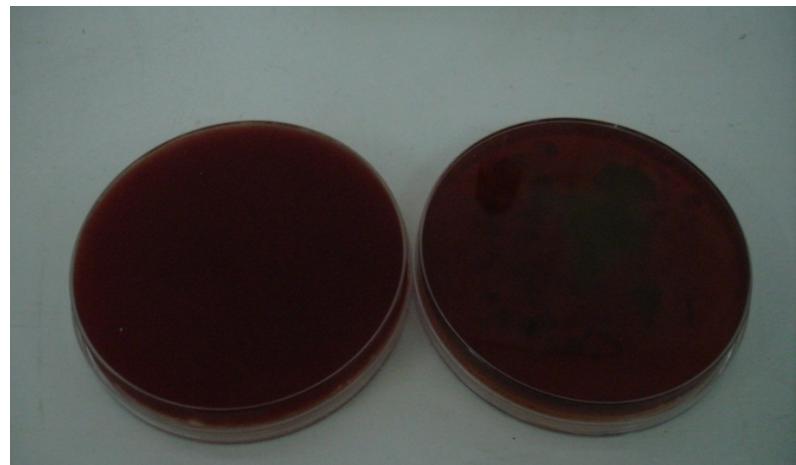


FIGURA 7: Placa contaminada do meio Ágar Sangue

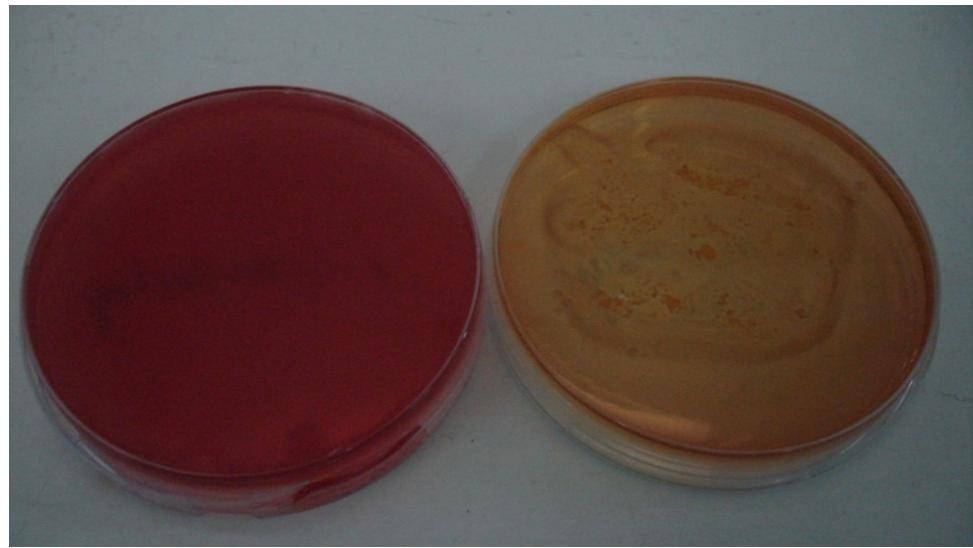


FIGURA 8: Placa contaminada do meio Ágar MacConkey

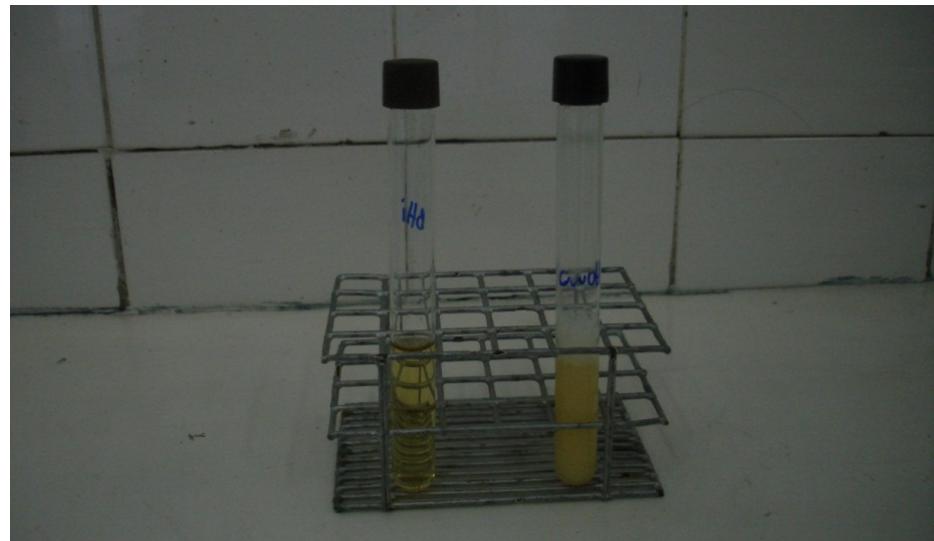


FIGURA 9: Tubo de ensaio com tampa de rosca contaminada do meio BHI



FIGURA 10: Placa de Petri com Ágar Sangue evidenciando contaminação



FIGURA 11: Placa de Petri com Ágar MacConkey evidenciando contaminação

## 4 RESULTADOS

**Tabela 1:** redução percentual considerando tempo e substância desinfetante testada sobre *Escherichia coli*

G1: álcool 70%	5' – 31%	10' – 40%	15' – 63%	30' – 97%
G2: hipoclorito de sódio – 1%	5' – 42%	10' – 64%	15' – 89%	30' – 100%
G3: nanopartícula prata	5' – 88%	10' – 100%	15' – 100%	30' – 100%
Controle soro fisiológico	5' – 0%	10' – 0%	15' – 0%	30' – 0%

**Tabela 2:** redução percentual considerando tempo e substâncias desinfetante testadas sobre *Enterococcus faecalis*

G1: álcool 70%	5' – 28,6%	10' – 37,4%	15' – 53%	30' – 92%
G2: hipoclorito de sódio – 1%	5' – 39,8%	10' – 56%	15' – 99,9%	30' – 99,9%
G3: nanopartícula prata	5' – 84,9%	10' – 99,7%	15' – 100%	30' – 100%
Controle fisiológico	5' – 0%	10' – 0%	15' – 0%	30' – 0%

## 5 DISCUSSÃO

O estudo revelou que dentre as três substâncias estudadas o álcool se mostrou menos eficaz contra os microrganismos patogênicos utilizados.

A Vigilância Sanitária (2006) classifica o álcool com espectro Tuberculicida, bactericida, fungicida e viruscida, não é esporicida. Fácil aplicação, ação rápida, compatível com artigos metálicos, superfícies e tubetes de anestésicos.

De acordo com Santos *et al.* (2011), o álcool está entre os antissépticos mais seguros, não só por possuir baixa toxicidade, mas também pelo seu efeito microbicida rápido e fácil aplicação. Desta forma, provê rápida antisepsia em procedimentos como venopunções e é excepcional para higienização das mãos. Quando comparada à lavagem simples com água e sabão, a aplicação de soluções alcoólicas para higienização das mãos oferece vantagens como: rapidez de aplicação; maior efeito microbicida; é menos irritante para a pele, quando associado a emolientes; maior aceitabilidade pelos profissionais. Aplicações de álcool durante 15 segundos são eficazes na prevenção de transmissão de bactérias gram negativas encontradas nas mãos dos profissionais de saúde e o seu modo de aplicação simples reduz o tempo de higienização das mãos em até quatro vezes. O álcool é classificado como desinfetante de nível intermediário e devido à praticidade de uso, é encorajada a sua aplicação na desinfecção de superfícies de mobiliários e equipamentos, termômetros, diafragmas e olivas de estetoscópios, bandejas de medicação, ampolas e frascos de medicamentos, fibra óptica de endoscópios. O uso do álcool na desinfecção de mesas cirúrgicas e demais equipamentos pode reduzir o tempo de espera entre um procedimento e outro.

Mas sobre determinados fatores os alcoóis tem uma interferência em seu efeito tais como: presença de matéria orgânica, tipo e nível de contaminação, resistência intrínseca do microrganismo, concentração, tempo de exposição ao agente desinfetante, característica do material ou tipo de atividade, temperatura e pH (ANDRADE *et al.*, 2002).

Como desvantagem é uma substância volátil, inativado por matéria orgânica, inflamável, opacifica acrílico, resseca plásticos e pode danificar o cimento das lentes dos equipamentos ópticos; deve ser armazenado em áreas ventiladas (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2006).

No presente estudo se mostrou menos eficaz sobre patógenos como *E. coli* e *E. faecalis*, necessitando de um maior tempo em contato com os microrganismos para que tenha uma ação mais eficaz e mesmo assim não é completa.

A solução de hipoclorito de sódio também estudada tem sido o composto químico mais utilizado quando se trata de desinfecção. Comparativamente com outros desinfetantes, ele é de baixo custo e de fácil acesso, estando amplamente disponível no comércio (BOTH *et al.*, 2009).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2006), o hipoclorito de sódio é um agente bactericida, fungicida, viruscida e esporicida, possui uma ação rápida, indicado para superfícies e artigos não metálicos e materiais termossensíveis.

O Manual de Biossegurança do Estado de Santa Catarina relata que tempo de exposição para desinfecção de superfícies de laboratório e qualquer superfície contaminada é de 10 minutos, com 1% de cloro ativo (10.000 ppm). Mas o estudo realizado neste trabalho resulta em que em 10 minutos a solução de hipoclorito 1% só eliminou em torno de 60% dos microrganismos patogênicos estudados, que estão presentes em ambientes de trabalho e devem ser eliminados.

Além do mais, frente ao cloro, existem evidências de que vários microrganismos apresentam diferentes graus de resistência a esse antimicrobiano. Já foi alertado, também, que a eficácia da atividade antimicrobiana dos desinfetantes sofre variações, dependendo de fatores ambientais ou de manuseio (BOTH *et al.*, 2009).

A solução de hipoclorito de sódio com pH elevado, em torno de 11 a 12, é mais estável e a liberação de cloro é mais lenta. À medida que se reduz o pH da solução, quer por meio do ácido bórico ou do bicarbonato de sódio (Solução de Dausfrene), a solução fica muito instável e a perda de cloro é mais rápida. Isto significa que o tempo de vida útil da solução é pequena. A luz solar e a temperatura elevada provoca a liberação de cloro deixando a solução ineficaz (PÉCORA, 2004).

O Manual de Biossegurança do estado de Santa Catarina aponta o hipoclorito como sendo um material com propriedades corrosivas e descolorantes não sendo recomendado o uso em metais e mármore, seu efeito é limitado na presença de muita matéria orgânica. O hipoclorito de sódio é tóxico, causando irritação da pele e olhos, quando ingerido provoca irritação e corrosão das membranas mucosas; a inalação do ácido hipocloroso provoca tosse e choque, podendo causar irritação severa do trato respiratório.

O terceiro desinfetante estudado foi a solução de nanopartículas de prata que em 10 minutos na presença de microrganismos patogênicos demonstrou-se muito eficaz eliminando 100% dos microrganismos.

Pelo motivo da nanopartícula de prata apresentar um amplo espectro na ação antimicrobiana, ela começa a ser incorporada na matriz para composição de novos modelos de biomateriais (LOK *et al.*, 2007; LEE *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2008).

Outras vantagens de se utilizar a nanopartícula de prata, além de seu poder antibacteriano, são facilidade de obtenção e baixo custo (LOK *et al.*, 2006; ZHANG *et al.*, 2008).

A prata tem propriedades benéficas no tratamento e na cura de doenças como já dizia Hipócrates o "pai da medicina". Colóides de prata eram usados como germicidas e desinfetantes, somente com o advento dos antibióticos na década de 40, o uso da prata como agente antimicrobiano foi reduzido e a discussão sobre o risco de efeitos adversos foi ampliada (FLORENCIO *et al.*, 2011).

Neto *et al.* (2008) relataram que a prata é o metal que apresenta a menor toxicidade para as células animais (colóides de mercúrio se mostraram extremamente tóxicos aos seres humanos). Como efeitos colaterais que a ingestão de prata em altas concentrações pode ocasionar, estão problemas neurológicos, nos rins, indigestão, dores de cabeça e a Argyria, patologia que causa o azulamento da pele.

Doses de 5 mg / Kg / dia de prata são aceitáveis com improváveis riscos para a saúde, sendo a dose limite de 14 mg / Kg / dia. Uma pessoa com um peso de 70 Kg em uma dieta regular pode consumir até 90 mg / dia de prata. (NETO *et al.*, 2008)

Duran *et al.* (2010) afirmou que as características de nanopartículas de prata tais como forma e tamanho são importantes, não só para aumentar a atividade antimicrobiana, mas também para a redução do tecido e toxicidades de células eucarióticas. Há uma crescente preocupação com os possíveis riscos para a saúde humana decorrentes de nanopartículas de prata e da entrada crescente no ambiente, com a subsequente disseminação da resistência microbiana, é uma preocupação crescente, dado o aumento de prata contendo produtos no mercado. Portanto, mais estudos são necessários para melhor caracterizar a toxicidade e os mecanismos envolvidos com a atividade antimicrobiana dessas partículas. Finalmente, esta é uma importante área de pesquisa que merece toda a nossa atenção devido à sua potencial aplicação na luta contra microrganismos resistentes.

A nanopartícula de prata vem sendo material de estudo para muitos pesquisadores como Carreira (2009); Oliveira & Gomes Filho (2010); Duran *et al.* (2010), entre outros, e o seu uso demonstra um grande avanço contra diversos patógenos que podem causar muitas

doenças.

Partículas de prata em dimensões maiores (micrométricas causam a obstrução das membranas celulares, promovendo um envenenamento por prata, conhecido por Argiria. Isto não acontece com o uso de partículas de prata em dimensões nanométricas. Essas partículas são tão finamente dispersas e estão em baixas concentrações que podem circular pelas membranas celulares sem ocasionar danos aos organismos superiores, e visto que a concentração efetiva para a atuação contra microrganismos é de 0,1 micrograma e a concentração tóxica para os seres humanos é de 10 mg/L (Carrera, 2009).

O estudo demonstra como resultado que a solução de nanopartículas de prata atua como um desinfetante eficaz e pode ser considerado como uma alternativa aos desinfetantes encontrados no mercado atualmente, por apresentar amplo potencial antimicrobiano, facilidade de obtenção e baixo custo.

## 6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a nanopartícula de prata foi o agente que produziu ação desinfetante mais efetiva e mais rapidamente que o hipoclorito de sódio à 1% e álcool 70%, respectivamente, em ambas cepas analisadas. O grupo controle manteve-se contaminado durante todo o experimento.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. L. **Nanociênci a e Nanotecnologia**. Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2011. Disponível em: <<http://www.magodafisica.com.br/artigo/nanociencia-e-nanotecnologia/39>>. Acesso em: 01 de mar. 2012.

ALVES, O. L.; LEAL, M. L. C. M.; WIGHTMAN, J.; PONTES, C. H.; ILOGTI, K. C. L. S. **Cartilha sobre nanotecnologia**. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI. 52p., 2011.

ANDRADE, D.; SANTOS, L. S.; OLIVEIRA, B. A.; BERALDO, C. C. **Alcoóis: a produção do conhecimento com ênfase na sua atividade antimicrobiana**. Medicina, Ribeirão Preto, mar/abr.2002.

BAIMA, M. C. **Vasto saber minimalista**. Revista Ensino Superior, agosto de 2005. 83.ed., 22-23 p. Disponível em:<<http://www.revistaensinosuperior.uol.com.br/textos.asp?codigo=10950>>. Acesso em 15 de fev.2012.

BOTH, J. M. C.; LONGARAY, S. M.; AVANCINI, C. A. M. **O desinfetante hipoclorito de sódio como barreira sanitária: condições de atividade frente a *Staphylococcus aureus* isolados em alimentos envolvidos em surtos de toxinfecções alimentares**. Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.). São Paulo, v. 68, n. 2, 2009. Disponível em: <[http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S007398552009000200012&lng=pt&nrm=iso](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S007398552009000200012&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 22 mai. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde, Coordenação Nacional de DST e AIDS. **Controle de infecções na prática odontológica em tempos de AIDS: manual e condutas**. Brasília, 2000. 118p.

BRAYNER, R.; FERRARI-ILIOU, R.; BRIVOISS, N.; DJEDIAT, S.; BENEDITTI, M. F.; FIÉVET, F. **Toxicological impact studies based on *Escherichia coli* bacteria in ultra ZnO nanoparticles colloidal medium**. Nano Lett. V.6, n.4, pp. 866-870, 2006

BUHTZ, D. **Possibilidades de losvuidados higiénicos de la desinfección y esterilización de turbinas, contraángulos y piezas de mano (lyll)**. Quitessence, v.8, n.2, p. 73-85, 1995

BULGARELLI, A. F. **Toxicological impact studies based on *Escherichia coli* bacteria in ultra ZnO nanoparticles colloidal medium**. Nano Lett. V.6, n.4, p.866-870, 2006

CARDOSO, A. S. **Uso das normas de controle de infecções pelos estudantes de odontologia de seis Faculdades do Rio de Janeiro.** [Monografia de Graduação]. Rio de Janeiro. Faculdade de odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1997. 207p.

CARMO, M. R. C.; COSTA, A. M. D. D. **Procedimentos de biossegurança em Odontologia.** JBC, 2001; 5(26): 116-9.

CARRERA, C. M. **Análise in vitro do controle microbiano e da neutralização de endotoxinas presentes em canais radiculares por nanopartícula de prata.** Tese. Faculdade de odontologia da Universidade de São Paulo. 119p. São Paulo, 2009.

CARRERA, C. M.; PEREIRA, C. A.; BOMBANA, A. C.; JORGE, A. O. C. **Eficácia antimicrobiana das nanopartículas de prata sobre esporos, leveduras e bactérias.** Anais do XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale da Paraíba. 1-6p, 2009

CONSELHO FEDERAL DE ODONTOLOGIA. **Biossegurança**, 1999. Disponível em: <<http://cfo.org.br/wp-content/uploads/2009/09/manualbiosseguranca.pdf>>. acesso em: 23 de outubro de 2011.

COTTONE, J., A.; TEREZHALMY, G. T.; MOLINARI, J.A. **Parcial infection control in dentistry.** Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. 286p.

CTBIO/FIOCRUZ. **Procedimentos para a manipulação de microorganismos patogênicos e/ou recombinantes na FIOCRUZ.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2005. 219 p. Disponível em: <<http://www.biossegurancahospitalar.com.br/files/livroprocedmanipmicropato.pdf>>. Acesso em: 20 de out. 2011.

DURAN, N.; MARCATO, P. D.; ALVES, O. L.; SOUZA, G. I. H.; ESPOSITO, E. **Mechanistic aspects of biosynthesis of silver nanoparticles by several *Fusarium oxysporum* strains.** *Journal of Nanobiotechnology* 2005, 3:8 doi:10.1186/1477-3155-3-8

DURAN, N.; MARCATO, P. D.; CONTI, R.; ALVES, O. L.; COSTA, F. T. M.; BROCCCHI, M. **Uso potencial de nanopartículas de prata em bactérias patogênicas, sua toxicidade e possíveis mecanismos de ação.** J. Braz. Chem. Soc., Vol. 21, No. 6, 949-959, 2010. Printed in Brazil – 2010 Sociedade Brasileira de Química.

ELICHIGUERRA, J. L.; BURT, J. L.; MORONES, J. R.; CAMACHO-BRAGADO, A.; LARA, H. H.; YACAMAN, M. J. **Interaction of silver nanoparticles with HIV-1.** *J nanobiotechnology*. v. 29, p. 144-148, 2002

ERENO, D. **Trama invisível:Nanopartículas de prata obtidas com fungo vegetal são a base de novos tecidos e fármacos.** Ed. Impressa 122 , abr. Disponível em: <<http://revistapesquisa2.fapesp.br/?art=2942&bd=1&pg=1&lg=>>>. Acesso em: 15 de mai. 2012

FAN, L.; SONG, J.; HILDEBRAND, P. D.; FORNEY, C. F. **Interaction of ozone and negative air ions to control microorganisms.** J App Microbiol. V. 93, n.1, p.144-148, 2002

FARACO, F. N.; MOURA, A. P. F. **Controle do risco de transmissão de doenças infecto-contagiosas no consultório odontológico – Parte 1.** Revista Paulista de Odontologia, n.6, p. 14-18, nov./dez. 1992

FERRARI, P. **Princípio de biossegurança é uma questão de consciência profissional.** Revista Interativo, ano VI, n.48, jun./ago. 2001

FERREIRA, R. A. **Barrando o invisível.** Ver. Assoc. Paul. Cir. Dent. V.49, n.6, p.417-427, nov./dez. 1995

FLORENCIO, L. C., GOMES, L. F., CUCCOVIA, I. M. **O uso do método espalhamento de luz dinâmico (DLS) na caracterização de partículas de prata.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo, 2011.

**FUNDACENTRO.Prata.** 2009. Disponível em:  
<<http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=Nano&C=1604&menuAberto=1507>>. Acesso em: 17 de fev. 2012.

GARBIN, A. J. I.; GARBIN, C. A. S.; ARCIERI, R. M.; CROSSATO, M.; FERREIRA, N. F. **Biosecurity in public and private office.** J. Appl. Oral Sci, 2005; 13(2): 163-166. Disponível em: <<http://www.eco.edu.br/downloads/biosseguranca/biosseguranca.pdf>>. Acesso em: 20 de nov. 2011

GOGOI, S. K.; GOPINATH, P.; PAUL, A.; RAMESH, A.; GHOSH, S. S.; CHATTOPADHYAY, A. **Green fluorescent protein-expressing Escherichia coli as a model system for investigating the antimicrobial activites of silver nanoparticles.** Langmuir. V.22, p.9322-8, 2006

GOMES FILHO, J. E.; OLIVEIRA, F. ; WATANABE, S.; CINTRA, L. T. A.; DEZAN JÚNIOR, E. **Avaliação da resposta tecidual à nanopartícula de prata.** Araçatuba, 2010. Faculdade de Odontologia - FOA-UNESP

GUAZZELLI, M. J. **Nanotecnologia:** A manipulação do invisível. primavera de 2009. Disponível em: <<http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/revistananotecnologia.pdf>>. Acesso em: 13 de out. 2011

GUPTA, A.; MAYNES.M.; SILVER, S. **Effects of halides on plasmid-mediated silver resistance in Escherichia coli.** Appl Environ Microbiol. V.64, n.12, p.5042-5045, 1998

HADDAD FILHO, M. S.; MDEIROS, J. M. F.; MAGALHÃES, J. C. A.; ZAFFALON, G. T; KUBO, H; MARTINS, J. L.; CALDEIRA, C. L; LEAL, T. P. **Análise da presença de**

**microrganismos em maletas plásticas utilizadas por alunos de graduação como meio de transporte de materiais.** Rev. Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica, 27<sup>a</sup> Reunião Anual SBPqO, Águas de Lindóia, 2010.

**HADDAD FILHO, M. S.; BARROS, L. P. Avaliação da presença de microrganismos em tubetes e frascos de medicação intracanal condicionadas em maletas plásticas e transportadas por alunos de graduação.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Camilo Castelo Branco, 2011

**JORGE, A. O. C. Princípios de biossegurança em Odontologia.** Ed. 1, Taubaté: UNITAU, 1998. 39p.

**KRIEGER, D.; BUENO, R.; GABARDO, M. C. L. Perspectivas de biossegurança em odontologia.** Revista Gestão & Saúde 2010; 1(2): 1-10.

**LEE, H. Y.; PARK, H. K.; LEE, Y. M.; KIM, K.; PARK, S. B. A. A practical procedure for producing silver nanocoated fabric and its antibacterial evoluation for biomedical applications.** Chemcommun.V.28, p.2959-2961, 2007.

**LI, Y.; LEUNG, P.; YAO, L.; SONG, Q. W.; NEWTON, E. Antimicrobial effect of surgical masks coated with nanoparticles.** Journal of Hospital Infection. Nv. 62, 58-63 p., 2006

**LIMA, S. N. M.; ITO, I. I. O controle de infecções no consultório odontológico.** Ver. Paul. De Odont., Ano XV, n.6, p.44-45, nov./dez. 1993

**LOK, C. N.; HO, C. M.; CHEN, R.; HE, Q. Y.; YU, W. Y.; SUN, H.; TAM, P. K. H.; CHIU, J. F.; CHE, C. M. Silver nanoparticles partial oxidation and antibacterial activies.** J Biol. Inorg Chem, 12 : 527-34, 2007.

**LOK, C. N.; HO, C. M.; CHEN, R.; HE, Q. Y.; YU, W. Y.; SUN, H.; TAM, P. K. H.; CHIU, J. F.; CHE, C. M. Proteomic analysis of the mode of antibacterial action of silver nanoparticles.** J Proteome re v.5, n.4, p.916-924, 2006

**LOTUFO, R. F. M.; GIORGI, S. M. Infecção cruzada.** Ver. Assoc. Paul. Cir. Dent., v.45, n.2, mai./abr. 1990

**LUNA, D. M. N.; ANDRADE, C. A. S. Nanotecnologia aplicada à Odontologia.** Int J Dent, Recife, 10(3): 161-168, jul./set. 2011. ISSN: 1806-146X. disponívelem: <<http://ufpe.br/ijd>>.acesso em: 25 de abr. 2012

**MAJEWSKI, M.; KOGA-ITO, C. Y.; JUNQUEIRA, J. C.; JORGE, A. O. C. Avaliação das condutas de biossegurança aplicadas em laboratórios de prótese dentária.** Rev. Biociêns 2004; 10(3): 161-166.

MANUAL DE BIOSSEGURANÇA DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Manual de Biossegurança**. Florianópolis. Sistema Único de Saúde Estado de Santa Catarina Secretaria de Estado da Saúde Laboratório Central de Saúde Pública – LACEN/SC. Disponível em:<<http://lacen.saude.sc.gov.br/arquivos/MBS01.pdf>>. Acesso em: 20 de mai. 2012.

MATSUMURA, Y.; YOSHIKATA, K; KUNISAKI, S.; TSUCHIDO, T. **Mode of bactericidal action of silver zeolite and its comparison with that of silver nitrate**. Appl Environ Microbiol. V.69, n.7, p.4278-4281, 2003

MELO, C. P.; PIMENTA, M. **Nanociências e Nanotecnologia**. Parcerias Estratégicas, Vol. 9, No 18, 2004.

MILLER, R. L.; MICIK, R. F.; ABLE, C.; RYGE, G. **Studies on dental aerobiology II**. Microbial splatter discharged from oral cavity of dental patient. J Dent Res. V.50, n.5, p.621-625, 1971

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Serviços Odontológicos: Prevenção e Controle de Riscos**. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. - Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 156 p. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/servicosaudae/manuais/manualodonto.pdf>>. Acesso em: 17 de out. 2011

NETO, E. A. B; RIBEIRO, C.; ZUCOLOTTO, V. **Síntese de Nanopartículas de Prata para Aplicação na Sanitização de Embalagens**. São Carlos, 2008. RevComunicado Técnico. ISSN 1517-4786. Disponível em:<<http://www.clickciencia.ufscar.br/portal/edicao19/Artigo.pdf>>. Acesso em: 20 de mai. 2012.

ODONTOBIO. **Odontologia e Biossegurança**. Disponível em: <<http://www.odontobio.kit.net/manual.htm>>. Acesso em: 07 de nov. 2011

OLIVEIRA, F.; GOMES FILHO, J. E. **Avaliação da resposta tecidual à nanopartícula de prata**. Araçatuba - Faculdade de Odontologia - FOA-UNESP – Odontologia. Revista de Endodontia; v. 36, n. 10, p. 1698-1702, out 2010.

PAGNONCELLI, R.M; OSHIMA, H. M. S.; DOCKHORN, D. M. C.; MEYER, K. R. M.; MELLO, A. I. S.; CARVALHO, M. T. M; VEECK, E. B. **Manual de biossegurança dos ambulatórios da faculdade de odontologia da PUCRS**, 2006. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/odontologia/manual.pdf>>

PÉCORA, J. D. **Soluções Auxiliares da Biomecânica dos Canais Radiculares**. São Paulo, 2004. FORP-USP. Disponível em: <[http://www.forp.usp.br/restauradora/temas\\_endo/solu/solu.htm#Hipoclorito](http://www.forp.usp.br/restauradora/temas_endo/solu/solu.htm#Hipoclorito)>. Acesso em 23 de mai. 2012

PINTO, K. L. M.; PAULA, C. R. **Protocolo de biossegurança no consultório odontológico: tempo e custo.** Rev. Biociêns., Taubaté, v.9, n.4, p19-23, out./dez. 2003

PORTAL ODONTOLOGIA. **Lei federal nº 6.437, de 20/08/1977.** Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/odontologia/artigos/3066/lei-federal-n-6437-de-20-08-1977>. Acesso em: 08 de out. 2011

PORTE, C. H. S. **Fotoanálise heterogênea em instrumental odontológico recoberto de nanopartículas TiO2 e Ag.** Dissertação. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de odontologia, Araraquara, 2008.

RÉUS, M. **Biossegurança em consultório odontológico.** Revista Racine, São Paulo, v. 12, 2002, p. 52-67.

RUNELLS, R.R. **Na overview of infection control in dental practice.** J. Prosthet Dent., v.59, n.5, p.625-629, may, 1988

SANTOS, A. A. M.; VEROTTI, M. P.; SANMARTIN, J. F.; MESIANO, E. R. A. B. **Importânciia do álcool no controle de infecções em serviços de saúde**, 2011. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/servicosaudade/controle/controle\\_alcool.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicosaudade/controle/controle_alcool.pdf)>. Acesso em: 20 de mai.2012

SILVA JÚNIOR, M. S.; SEIXAS, A. S. S.; SEIXAS, A. S. O. **Tubetes anestésicos. Uma avaliação microbiológica.** Rev Ass Paul Cir Dent 1991; 45(1) : 367-68.

SILVA, A. S. F.; FLÓRIO, F. M.; RAMACCIATO, J. C.; CURY, P. R.; MOTTA, R. H. L.; TEIXEIRA, R. G. **Protocolo de Biossegurança.** Faculdade de Odontologia e Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic. Disponível em: <<http://www.slmadic.com.br/download/protocolo-de-biosseguranca-2008.pdf>>. Acesso em 20 de maio, 2012

SILVA, C. R. G.; JORGE, A. O., C. **Avaliação de desinfetantes de superfície utilizados em Odontologia.** Pesqui Odontol Bras 2002; 16(2): 107-114.

SILVA, R. M. C. **Um breve relato sobre nanotecnologia no Brasil.** Revista Network Technologies.v. 4, n. 1, 2010.

SONDI, I.; SALOPEK-SONDI, B. **Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on E. coli as a model for Gram-negative bactéria.** J Colloid Interface Sci. v.275, n.1, p.177-182, 2004

SOUTO, R. **Prevalence of “non-oral” Paphogenic bactéria in subgengival biofilm of**

**subjects with chronic periodontitis.** Braz. J. Microbiol. vol.37 no.3 São Paulo July / Sept. 2006. ISSN 1517-8382. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjm/v37n3/v37n3a02.pdf>>. Acesso em: 29 de fev. 2012.

**SOUZA JÚNIOR, O. E.; VELOSO, H. H. P.; QUEIROGA, A.S.****Possibilidades e emprego da nanotecnologia na endodontia.** Rev de Endodontia, ano 6, n. 12. jul./dez. 2010. Disponível em:<[http://w3.ufsm.br/endodontiaonline/artigos/\[REPEO\]20Numero201220Artigo203.pdf](http://w3.ufsm.br/endodontiaonline/artigos/[REPEO]20Numero201220Artigo203.pdf)>. Acesso em: 28 de abril de 2012

**TIPPLE, A. F. V.; PEREIRA, M. S.; HAYASHIDA, M.; MORIYA, T. M.; SOUZA, A. C. S.****O ensino do controle de infecção: Um ensaio teórico-prático.** Rev Latino-am Enfermagem 2003, março-abril; 11(2):245-50. Disponível em:<<http://www.eerp.usp.br/rlaenf>>. Acesso em: 19 de out. 2011

**TODABILOGIA. Microrganismos: Informações sobre os diferentes tipos de microorganismos: vírus, bactérias, fungos e parasitas.** Disponível em: <<http://www.todabiologia.com/microbiologia/microorganismos.htm>>. Acesso em: 17 de out. 2011

**UFSC. UFSC estuda produção de nanopartículas de prata e impregnação em diferentes materiais.** Universidade Federal de Santa Catarina. 2012. Disponível em: <http://noticias.ufsc.br/2011/06/03/ufsc-estuda-producao-de-nanopartículas-de-prata-e-impregnação-em-diferentes-materiais-2/>. Acesso em: 27 de abr. 2012

**VILAS BÔAS, M.; QUIRINO, M. R. S.****Controle de Infecção Cruzada: Laboratório de Prótese Versus Consultório Odontológico.** Dental Office Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté. 2002. Disponível em: <http://periodicos.unitau.br/ojs-2.2/index.php/biocienicias/article/viewFile/56/34>. Acesso em: 15 de fev. 2012.

**XU, X. H.; BROWNLOW, W. J.; KYRIACOU, S. V.; WAN, Q.; VIOLA, J. J.****Real-time probing of membrane transport in living microbial cells using single nanoparticle optics and living cell imaging.** Biochemistry. V.42, n.32, p. 10300-13, 2004

**ZHANG, Y.; PENG, H.; ZHOU, Y.; YAN, D.****Facile preparation of highly antimicrobial colloid Ag or Au nanoparticles.** J Colloid Interface Sci, v.325, n.2, p.371-376, 2008