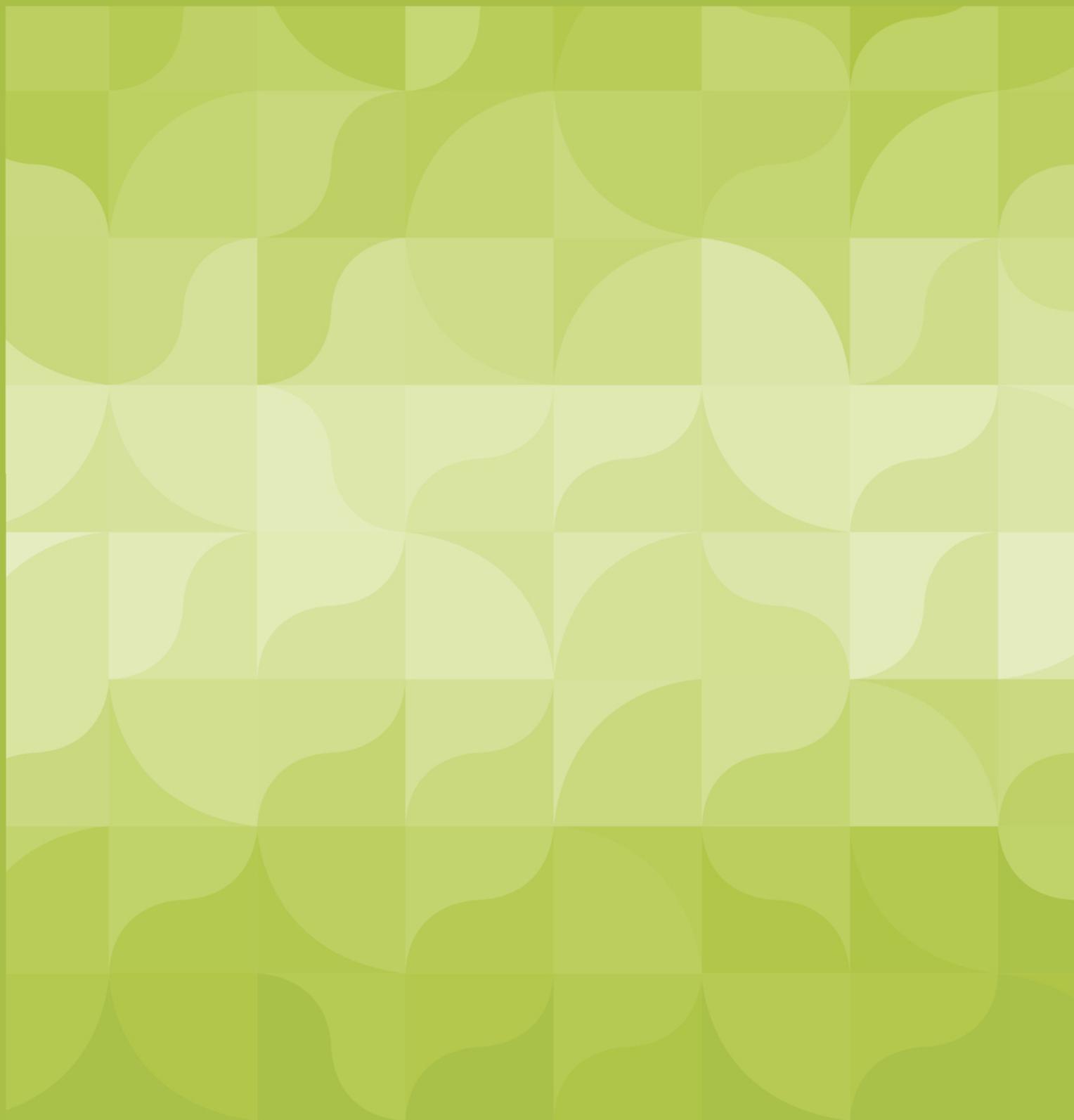


InterfacEHS

Saúde, Meio Ambiente
e Sustentabilidade

VOLUME 10 NÚMERO 2 ANO 2015

ISSN 1980-0894



Aprimoramento do modelo conceitual da área através do uso de ferramentas de investigação de alta resolução

Conceptual Site Model improvement using High-Resolution Site Characterization Tools

Aline Diorio dos Santos ⁽¹⁾, Ariane Neres Ferreira ⁽¹⁾, Graziani Gobatto ⁽¹⁾ Marcos Tanaka Riyis ^(1, 2)

¹ Centro Universitário SENAC – Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento de Áreas Contaminadas

² ECD Sondagens Ambientais Ltda

{aline_sduarte@yahoo.com.br, arianefen@gmail.com, graziani.gobatto@cetrel.com.br, marcos@ecdambiental.com.br}

Resumo. O presente trabalho avaliou o refinamento do diagnóstico de uma área contaminada através da utilização de uma ferramenta de alta resolução, conhecida como MiHpt. Essa ferramenta possui três sistemas distintos: um mede a condutividade elétrica do solo (CE), outro avalia o perfil hidráulico vertical – HPT e o terceiro, chamado *Membrane Interface Probe* (MIP), permite verificar a distribuição vertical de contaminantes utilizando os sensores PID, FID e XSD, montados em um cromatógrafo gasoso (GC). As medições em todos os sensores (CE, HPT, PID, FID e XSD) são feitas em tempo real e apresentadas em um perfil contínuo. Os resultados obtidos com o MIP foram comparados com dados de resultados analíticos, enquanto os dados do HPT e CE foram comparados com as descrições tátil-visuais de amostragens de solo. Desta forma, foi possível constatar que a área mais impactada está no nível mais superficial do aquífero, acima de camadas selantes de baixo fluxo. A avaliação do perfil dos poços de bombeamento indicou que os mesmos são eficientes, pois estão posicionados próximos às zonas impactadas e porque a base da seção filtrante está posicionada sobre uma camada de selante. Portanto, é possível verificar que, neste estudo de caso, a ferramenta de alta resolução permitiu um avanço no modelo conceitual da área, reduzindo a necessidade de eventuais investigações adicionais e possibilitando maior eficiência e eficácia nas etapas de remediação.

Palavras-chave: investigação de alta resolução, MiHpt, modelo conceitual, áreas contaminadas, remediação.

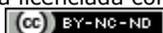
Abstract. *This paper evaluated a site assessment using a High-Resolution Site Characterization (HRSC) tool named MiHpt. This tool has three different systems: an Electric Conductivity probe (EC), an hydraulic profile tool (HPT) and the third, called Membrane Interface Probe (MIP), allows to check the contaminants vertical distribution, using a PID, a FID and a XSD sensors, mounted on a gas chromatograph (GC). Measurements in all sensors (EC, HPT, PID, FID and XSD) are done in real time and displayed in a continuous profile. The results obtained were compared with the laboratory analysis results, and with the soil samples tactile-visual descriptions. Thus, it was found that the most impacted area is on the superficial aquifer, above very low flow layers. Therefore, it is concluded that, in this study, the high resolution tool allowed advances in the conceptual site model, reducing the need for future site investigation and enabling greater efficiency and effectiveness in remediation.*

Key words: *high resolution site characterization, MiHpt, conceptual site model, contaminated lands, remediation.*

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade
Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>
E-mail: interfacEHS@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



1. Introdução

Áreas contaminadas são locais que contenham matérias e/ou substâncias consideradas nocivas ao solo, sedimento, biota, águas superficiais, águas subterrâneas e seres vivos. Área contaminada pode ser um terreno, instalação, edificação ou local que possua quantidades ou concentrações de matérias em condições que causem ou possam vir a causar danos ao meio ambiente, à saúde humana ou outro bem a proteger (São Paulo, 2013, p. 2). Uma boa parte das áreas contaminadas é consequência de práticas pretéritas, onde os cuidados com a proteção à saúde humana e ao meio ambiente eram desconhecidos ou ignorados. Para Cunha (1997), áreas contaminadas estão associadas a diferentes fontes de poluição, sendo as atividades mais comuns as de caráter industrial, de armazenamento e distribuição de combustíveis, e de sistemas de tratamento e disposição de resíduo. Regiões que se desenvolveram muito rapidamente e sem a devida ordenação do uso do solo elevaram significativamente o número áreas contaminadas. Com a intensificação da mudança de uso e ocupação do solo nos centros urbanos, essa temática ganhou mais visibilidade, uma vez que antigos terrenos industriais, aterros, lixões, entre outros, passaram a abrigar construções residenciais e comerciais, com isso muitos problemas ambientais destas áreas ganharam destaque, pois apresentam algum tipo de risco à saúde humana. Como exemplo dessa mudança de uso do solo e preocupação com aspectos ambientais pode-se citar o caso o bairro Jurubatuba/SP e o Shopping Center Norte/SP (CETESB, 2013), entre outros. No Brasil, há muita dificuldade na identificação destas áreas, uma vez que poucos estados já possuem listas oficiais de áreas contaminadas. Em dados de 2013, há 4.771 áreas contaminadas confirmadas no estado de São Paulo, sendo 52% somente na capital paulista e região metropolitana (CETESB, 2013).

O gerenciamento de áreas contaminadas (CETESB, 2013) prevê diversas etapas, desde a identificação de áreas suspeitas até a completa revitalização da área contaminada. Tanto a legislação específica, como o Decreto 59.263 (São Paulo, 2013), quanto os documentos técnicos, como o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas (CETESB, 2001), dão importância elevada às etapas de diagnóstico de uma área contaminada para que a sua recuperação ou reutilização ocorra de maneira economicamente viável e ambientalmente segura. Pode-se observar que, na maioria dos casos, as etapas de diagnóstico são negligenciadas, principalmente em função de fatores financeiros e de planejamento, causando a elaboração de um modelo conceitual fraco e com muitas incertezas para a área de estudo (Riyis, 2012).

Neste contexto, a utilização de abordagens e técnicas que possibilitem uma melhor compreensão dos aspectos físicos e geoquímicos de uma área contaminada são muito relevantes para o sucesso do diagnóstico, e conseqüentemente, do projeto de remediação, ou plano de intervenção.

O presente trabalho pretendeu detalhar a melhoria da qualidade do modelo conceitual de uma área impactada através da utilização de técnica de investigação de alta resolução. Foi utilizada, para isso, a ferramenta MiHpt (MacCall et al, 2014), que é a união dos equipamentos *Membrane Interface Probe* (MIP), que tem como objetivo caracterizar verticalmente a distribuição dos contaminantes, com o *Hydraulic Profiling Tool* (HPT), que tem como função fornecer um perfil qualitativo da condutividade hidráulica do meio físico em que esse contaminante está inserido. Essa melhora do modelo conceitual pode ser verificada nos seguintes fatores:

- Refinamento do modelo geológico local, através da correlação dos dados do HPT com os dados de descrições geológicas de sondagens e perfis de poços de monitoramento;
- Levantamento de dados hidrogeológicos adicionais, através das informações obtidas através da condutividade hidráulica qualitativa;

- Correlação dos diferentes aquíferos presentes na área, através da verificação de camadas mais e menos condutivas, que permitem ou não o fluxo subterrâneo, sendo possível correlacionar possíveis aquíferos e aquíferos;
- Delimitação vertical dos contaminantes, através da medição contínua dos compostos voláteis, com a utilização dos sensores do MIP;
- Investigar a relação e interligação entre diferentes focos potenciais de contaminação localizados entre as áreas A e B;
- Verificar a eficiência da Barreira Hidráulica presente na área A e avaliar a eventual necessidade de reinstalação dos poços de bombeamento existentes.

2. Revisão Bibliográfica

Modelo Conceitual

Para CETESB (2001), modelo conceitual constitui-se numa síntese das informações relativas a uma área em estudo, onde se pode visualizar, através de texto explicativo ou ilustração, a localização da contaminação, a sua forma de propagação e a sua relação com os bens a proteger existentes.

A USEPA¹ define modelo conceitual do site (em inglês, *Conceptual Site Model* – CSM) como um elemento-chave utilizado para facilitar as decisões durante a etapa de investigação no local, é uma ferramenta de planejamento que organiza as informações que já se conhece sobre o local de estudo e identifica as informações adicionais necessárias para apoiar as decisões que irão atingir os objetivos do projeto. Os gestores do projeto devem ter como base o modelo conceitual elaborado anteriormente para dar continuidade e direcionar os trabalhos futuros (USEPA, 2010). O CSM atende a diversas finalidades: um instrumento de planejamento, uma ferramenta de modelagem de dados e interpretação ou um meio de comunicação entre os membros de uma equipe de projeto, tomadores de decisão, partes interessadas e as equipes de campo.

A ABNT (2013) interpreta o modelo conceitual como uma representação gráfica ou escrita de um sistema ambiental e os processos físicos, químicos e biológicos, que delimitam o transporte dos contaminantes a partir das fontes, através dos meios, até os receptores envolvidos.

O modelo conceitual vai envolver uma série de hipóteses, simplificações e suposições que devem ser desafiados e confirmados durante todo o projeto por meio de testes e comparação com os dados obtidos em campo, para testar a validade desse modelo e determinar se ele é ou não uma representação satisfatória da realidade do meio. Todas as premissas e interpretações feitas durante a elaboração do modelo conceitual devem ser claramente registradas e, se o CSM não fornecer uma boa interpretação da realidade, é necessário coletar mais dados e revalidar o modelo (USEPA, 2005).

O modelo conceitual, então, pode ser definido como uma ferramenta elaborada para que ocorra um entendimento completo do meio físico, das fontes primárias e secundárias, das vias de exposição e dos possíveis receptores. O meio físico engloba aspectos locais como a geologia, a hidrogeologia, a pedologia e como estes fatores interagem entre si e com o contaminante. É um resumo de todas as informações obtidas até o momento sobre a área de estudo, ou uma simplificação da realidade observada na área que tem como finalidade fornecer uma visão geral das condições da área e identificar os processos que regem e afetam o transporte dos contaminantes no meio.

1. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.

Uma investigação inadequada acarreta em um modelo conceitual muito simplificado (muitas vezes observa-se o CSM com muitas incertezas, que definem o meio hidrogeológico e geológico quase como homogêneo, o que não representa realidade), prejudicando a eficiência e eficácia das etapas seguintes do projeto.

A investigação ambiental da área deve ser, portanto, a etapa mais importante do projeto. Para este momento devem-se solicitar os profissionais mais experientes e as tecnologias de investigação mais avançadas e adequadas para a uma boa caracterização do local de estudo. Para Riyis *et al.* (2013) é fundamental que não se utilize apenas as ferramentas de investigação consagradas e obrigatórias, mas também as ferramentas para investigação de alta resolução, também chamadas de *High Resolution Site Characterization (HRSC) tools* e que a tomada de decisão ocorra no campo, com a presença do profissional experiente no local e não no escritório, como tradicionalmente ocorre.

Ferramentas de Investigação de Alta Resolução

Ferramentas de investigação de alta resolução ou *High Resolution Site Characterization tools (HRSC)* são estratégias e técnicas para avaliar a área em escala adequada e com grande densidade de dados, para definir as distribuições dos contaminantes e o contexto do meio físico em que se encontram, para, com menor incerteza, subsidiar a revitalização da área de forma mais rápida eficaz (USEPA, 2013). Para isso, são utilizadas ferramentas e técnicas intrusivas dotadas de sensores que fornecem grande quantidade de dados físicos e químicos ao mesmo tempo em que a intrusão desses sensores no solo avança em profundidade. São ferramentas que fornecem dados em escala de detalhe, com uma grande quantidade de amostras pontuais qualitativas que são utilizadas para definir a distribuição vertical dos contaminantes e caracterizar, numa escala de detalhe que chega a centímetros, as heterogeneidades hidrogeológicas do local, reduzindo incertezas, refinando o modelo conceitual (RIYIS, 2012), e permitindo um melhor entendimento dos diferentes estratos do solo, da distribuição do contaminante, seu volume e sua massa.

Uma investigação de área contaminada realizada com ferramentas de alta resolução proporciona uma base mais confiável para o processo de descontaminação do site, como a caracterização das condições hidroestratigráficas da área de estudo, informação que é de extrema relevância para o sucesso do projeto de remediação. Este fato só é possível porque estas ferramentas realizam análises em uma escala que os métodos tradicionais de investigação são incapazes de trabalhar atualmente (Riyis *et al.*, 2013). A identificação da massa dos contaminantes presentes no solo (em fase livre, dissolvida, retida ou vapor) e a localização da camada hidrogeológica em que os contaminantes estão presentes (zona de fluxo – muito permeável – ou zona de retenção – pouco permeável), proporcionam maior confiança sobre a caracterização do site, já que há um aumento significativo na densidade de dados coletados. Havendo uma estimativa com menor incerteza da massa e da localização de contaminantes, através de uma melhor identificação e delimitação das fontes de contaminação e das interações meio/contaminante, é possível diminuir os custos e aumentar desempenho da remediação (USEPA, 2013; Riyis *et al.*, 2013).

Segundo Riyis (2012), as ferramentas de alta resolução podem ser divididas em dois grandes grupos: as de caracterização química ou de *screening* de concentração dos compostos e as de caracterização física do meio. Como exemplo de caracterização química é possível citar: o MIP (*Membrane Interface Probe*), o LIF (*Laser Induced Fluorescence*) e os laboratórios móveis. Como exemplo de caracterização física podemos citar o HPT (*Hydraulic Profiling Tool*), o CPT (*Cone Penetration Test*), EC (Sensor de Condutividade Elétrica), CPTu (*Cone Penetration Test* com poro pressão, ou Piezocone), RCPTu (Piezocone de Resistividade), entre outros.

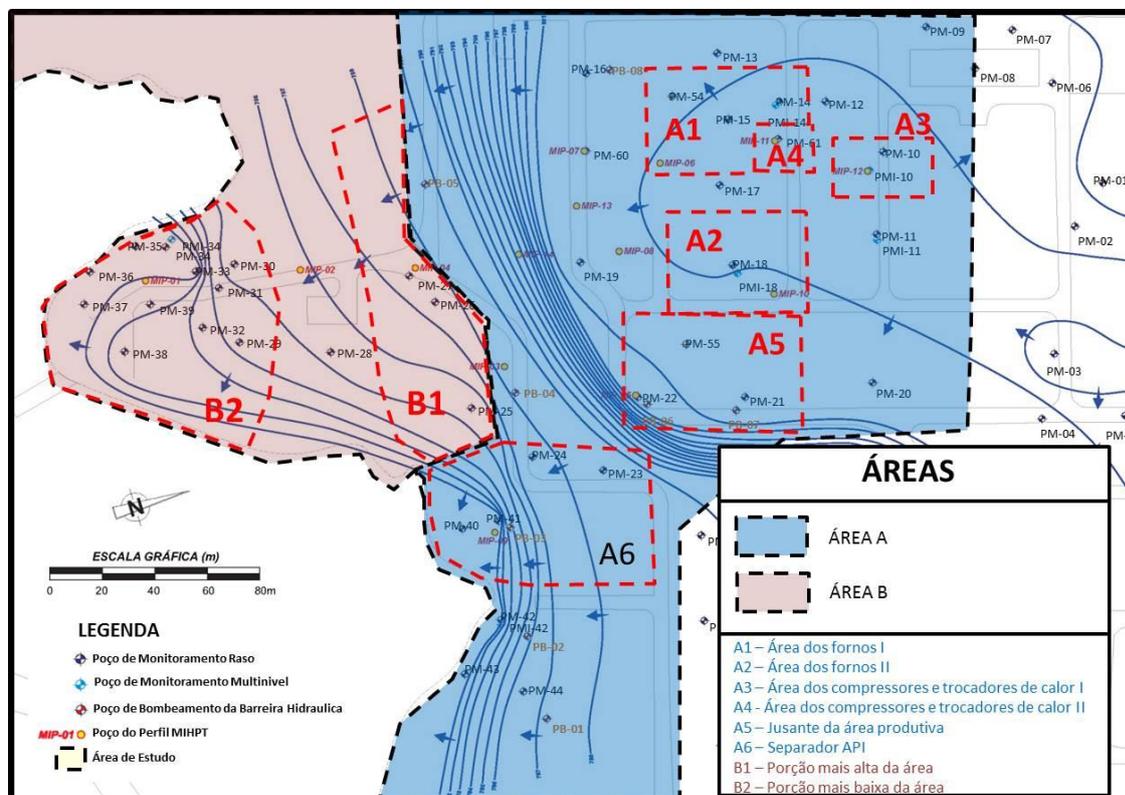
O presente trabalho avalia o MIP como ferramenta de *screening* de concentração dos compostos e o HPT+EC como ferramenta para caracterização do meio físico. Embora fosse importante avaliar outras ferramentas de investigação de alta resolução,

particularmente algum método LIF para screening de concentrações e o RCPTu para detecção das heterogeneidades hidrogeológicas, os dados aqui coletados fazem parte de um trabalho real de investigação, como tal, sujeito a limitações operacionais, logísticas e de custos, portanto, para efeito do presente estudo, serão considerados apenas o MIP e o HPT+EC.

3. Modelo Conceitual Original

A área estudo consiste em uma empresa nacional do ramo petroquímico. O histórico das análises ambientais na área indicam a presença majoritária de concentrações de Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Naftaleno e TPH no solo e na água subterrânea. O hidrocarboneto aromático Benzeno é o composto químico de maior relevância ambiental na área, em função de possuir maior amplitude de distribuição em subsuperfície. A Figura 1 apresenta a localização de todos poços de monitoramento da área, a posição em que foram realizados os ensaios MiHpt e o mapa potenciométrico a partir das informações dos poços de monitoramento. Para facilitar os estudos, a área foi dividida em duas subáreas: A e B.

Figura 1. Planta da área e mapa potenciométrico.

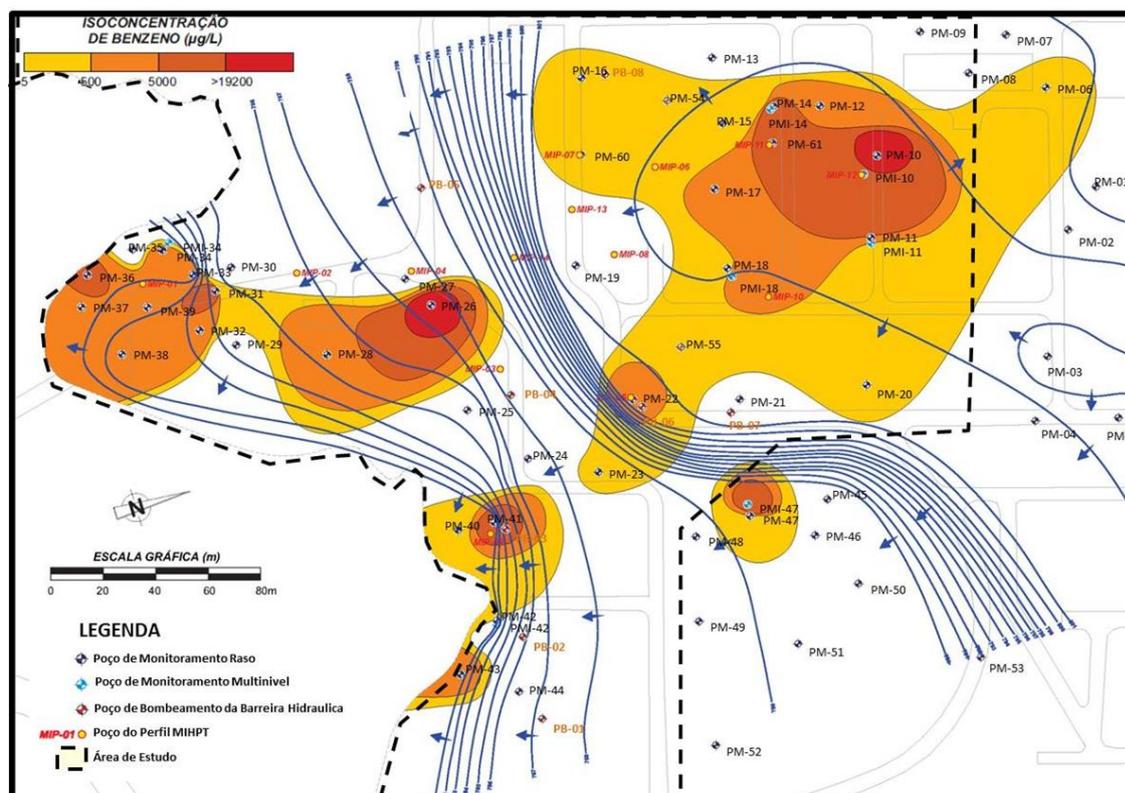


Os resultados obtidos com o MIP foram comparados com os dados de resultados analíticos existentes, referentes às duas últimas campanhas de monitoramento da área, utilizando amostras de água subterrânea coletadas nos poços de monitoramento situados nas áreas A e B. Foram considerados os resultados obtidos para o Benzeno nos três últimos monitoramentos (2012 e 2013). A Figura 2 apresenta o mapa de isoconcentrações de Benzeno de Maio de 2013.

Os dados do HPT foram comparados com descrições tátil-visuais realizadas nas amostras de solo coletadas durante a instalação dos poços de monitoramento e

durante a execução de sondagens SPT². Foram avaliados os perfis construtivos individuais dos poços e as seções geológicas elaboradas a partir dos perfis dos poços.

Figura 2. Isoconcentrações de benzeno na água subterrânea



4. Aspectos Físicos da Área de Estudo

Geologia Local

Através da avaliação dos perfis estratigráficos obtidos através da avaliação de amostras de solo obtidas em sondagens para instalação de poços de monitoramento e sondagens SPT, é possível classificar a área nos seguintes litotipos:

- Aterro, variando de 0 a 10,0 metros;
- Sedimento argiloso orgânico, por vezes arenoso, de ocorrência localizada;
- Sedimento argiloso pouco arenoso a argilo-arenoso, marrom, amarelo, cinza, localmente areno-argiloso;
- Sedimento arenoso de granulação variada, por vezes argilosa e com pedregulhos grossos, amarela, cinza escura, de ocorrência localizada;
- Solo de alteração, desenvolvido sobre o saprólito formado a partir de granitóides. Nestes solos e saprolitos são observadas frações areno-siltosas a argilosas, com areia exibindo granulação fina a média, localmente micácea, com grânulos e veios de quartzo; predomínio de coloração cinza, de consistência geotécnica medianamente compacta a compacta, com até 100 metros de profundidade na área. O pacote é formado por rochas gnáissicas em estágio avançado de alteração, sendo marcado pela presença de manchas e núcleos areno-argilosos a argilo-arenosos, irregularmente dispostos ao longo do perfil vertical.

² SPT – Standard Penetration Test, ou Sondagem de Simples Reconhecimento
InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015

Hidrogeologia

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM 2006), no subsolo da área são identificados dois sistemas aquíferos: um de caráter sedimentar, denominado Aquífero São Paulo, constituído por rochas sedimentares da Bacia Terciária de São Paulo; e outro denominado Aquífero Fraturado, que corresponde às rochas cristalinas pré-cambrianas da região (xistos, granitos e gnaisses). A Formação Resende aflora na área monitorada e corresponde à maior parcela deste reservatório subterrâneo. Considerando, regionalmente, ser borda de bacia (contato com o embasamento cristalino), sua espessura saturada varia de 0 a 50 metros (CPRM, 2005), com dados de vazão de exploração máxima de 10 m³/h para estas camadas. No caso do Aquífero Fraturado, as vazões são mais variáveis, dependendo do grau de faturamento da rocha cristalina, com valores entre 3 e 23 m³/h. O padrão geral de fluxo da água subterrânea na área avaliada, no âmbito do presente trabalho, apresenta fluxo de norte para sul, principalmente com a vertente noroeste para sudeste. A avaliação das cargas hidráulicas, dos pares multiníveis instalados na área, indica uma ascendência do fluxo na área A e descendência na área B.

5. Materiais e Métodos

MIP (*Membrane Interface Probe*):

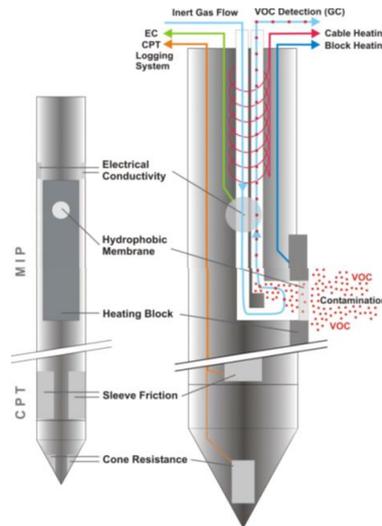
O MIP é uma sonda que possui uma membrana semipermeável que permite a passagem de voláteis através da passagem de um fluxo de gás, ele funciona como um ensaio *in situ*, por meio da cravação de um sensor no solo e obtenção de dados em tempo real sobre a distribuição de compostos orgânicos voláteis (VOC) em subsuperfície (Constanza et al, 2002; Ravella et al., 2007; Howard et al., 2012).

Seu princípio de funcionamento é baseado no aquecimento do meio (solo e/ou água) em uma temperatura entre 100 a 120 °C no entorno de uma membrana polimérica semipermeável, o que permite que a porção volátil dos compostos atravessasse esta membrana. O MIP pode ser usado tanto em solos saturados como insaturados, pois a água não atravessa a membrana. O nitrogênio é utilizado como um veículo inerte que varre toda a região em volta da membrana e transporta os VOCs capturados para os detectores instalados em superfície. O fluxo de gás demora cerca de 60 segundos para percorrer 50 metros do tubo e alcançar os detectores. Segundo Ravella et al (2007) e MacCall et al (2014), o MIP é eficaz na caracterização de zonas vadasas não saturadas e em meios porosos não consolidados, e pode obter até 300 metros verticais de dados em um dia (dependendo das condições geológicas, profundidade de sondagem e horários de trabalho). Isso representa a coleta de dados aproximadamente 300 amostras para análise de VOC num único dia.

Como limitação do MIP, Rossi et al (2014), citam: a mistura de compostos voláteis e semivoláteis (SVOC) influencia os dados transmitidos pela sonda e obtidos em superfície, podendo acarretar em profundidade diferente do pico de altas concentrações; o equipamento não consegue detectar se a concentração obtida está em fase dissolvida, livre, vapor ou retida no solo. Desta forma, há uma incerteza, usando o MIP, sobre o posicionamento vertical da massa de contaminante detectada e sobre a interação dessa massa com o meio físico.

A Figura 3 ilustra o funcionamento dos sensores acoplados na ponteira do MIP.

Figura 3. Representação esquemática da ponteira do MIP.



Fonte: Neuhaus (2008)

O sinal de saída dos detectores é capturado pelo sistema de registo de dados MIP instalado em um computador portátil. Alguns detectores podem trabalhar junto com o MIP, tais como:

- PID: consiste em uma lâmpada ultravioleta (UV) especial, montada em uma célula eletrolítica, termostaticamente controlada, com baixo volume e fluxo contínuo. A temperatura é regulável e varia a partir da temperatura ambiente até 250 °C. A lâmpada UV de 10,2 elétron-volt (eV) emite energia a um comprimento de onda de 120 nanômetros, que é suficiente para ionizar a maioria dos compostos aromáticos, tais como Benzeno, Tolueno, Xileno, além de muitas outras moléculas, tais como Sulfeto de Hidrogênio (H₂S), Hexano e Etanol, cujo potencial de ionização é menor que 10,2 eV. O PID também emite respostas para os compostos clorados que contêm átomos de carbono em ligação dupla, como Tricloroetileno (TCE) e Tetracloroetileno (PCE), substâncias de muito interesse nas investigações de áreas contaminadas. Uma vez que o PID é não destrutivo, é frequentemente executado primeiro dentro de uma série com outros detectores de análises múltiplas com uma única injeção;

- FID: utiliza uma chama para fazer a combustão dos compostos dentro do gás de arraste. Este sensor responde linearmente ao longo de diversas ordens de magnitude de forma bastante estável dia após dia. Ele responde a qualquer molécula com uma ligação Carbono-Hidrogênio e, raramente, para compostos, tais como Tetracloroeto de Carbono ou Amônia. O gás transportador dos compostos na coluna do GC é misturado com Hidrogênio e queimado. Esta combustão ioniza as moléculas de analito. Um eletrodo coletor atrai os íons negativos para o amplificador de elétrons, produzindo um sinal analógico, que é dirigido para o sistema de entrada de dados;

XSD: consiste em uma sonda de cerâmica, um fio de platina (ânodo) e um grânulo de platina (cátodo) montados no interior de um reator de alta temperatura. O XSD é sensível a átomos de halogênios, incluindo Bromo, Cloro e Flúor. O detector do reator queima a amostra em um fluxo de ar e converte compostos orgânicos halogenados em átomos de halogênio. Os átomos de halogênio livres irão então reagir com os átomos de metal alcalino, na superfície do grânulo carregado eletricamente de platina, que funciona como um emissor de elétrons. Quando esta reação acontece, a corrente é medida e transmitida para o sistema de dados;

- Sensor de condutividade elétrica do solo (CE): A condutividade elétrica do solo é medida usando um arranjo dipolo. Neste processo, uma corrente elétrica alternada é transmitida através do solo a partir do centro do sensor da sonda. Esta corrente é

então devolvida ao corpo da sonda. A resposta de tensão da corrente aplicada ao solo é medida através destes mesmos dois pontos. As propriedades elétricas do solo variam de acordo com configuração e a natureza dos materiais geológicos. Por conseguinte, as medições de condutividade elétrica variam tanto em função da granulometria e arranjo textural da camada, como em função da mudança de um tipo de solo para o outro de natureza distinta. Geralmente, em um determinado local, os valores de condutividade inferiores são característicos de partículas maiores, tais como cascalho e areias, enquanto condutividades mais elevadas são características de partículas mais finas, tais como areias finas e argilas, siltes.

A Figura 4 apresenta o equipamento utilizado durante a coleta de dados do presente trabalho.

Figura 4. Ponteira do MIP em preparação para o ensaio.



Segundo Adamson et al (2013), e Rossi et al (2014) o MIP tem como principais limitações a não identificação das principais fases dos contaminantes (retida, dissolvida ou livre) e a dificuldade na relação pico de resposta dos sensores PID/FID/XSD com a profundidade exata, decorrente da interferência entre compostos químicos diferentes, de compostos semi-voláteis e diferença de pressão, fazendo com que o MIP seja considerada uma ferramenta qualitativa, e não quantitativa (Costanza et al 2002; Rossi et al, 2014).

HPT (Hydraulic Profiling Tool):

O sistema HPT funciona injetando um fluido na formação e medindo a relação vazão/pressão de injeção para relacionar esse valor com a condutividade hidráulica (K). O HPT foi desenvolvido com o intuito de criar perfis em alta resolução e em tempo real das propriedades hidráulicas do solo, que podem ser usadas para mensurar a permeabilidade e/ou a condutividade hidráulica do local. Este sistema consiste em um controlador, uma bomba, um cabo de transferência previamente passado no interior das hastes de sondagem, um transdutor de pressão, uma barreira permeável, e um computador de campo.

O ensaio HPT pode ser realizado simultaneamente com o MIP e registro do EC. À medida que a ferramenta avança, água é bombeada através do cabo para dentro do solo passando através da tela permeável. O escoamento é regulado de modo a ser o mais constante possível. A pressão necessária para injetar um fluxo constante no solo, conhecida como a pressão de HPT, é monitorizada pelo transdutor de pressão e registada no computador de campo, em quilopascal (kPa), em função da profundidade. O fluxo de água dentro da formação do solo, também é medido e registado em mililitros por hora (mL/h), em função da profundidade.

A mensuração da pressão estática (teste de dissipação) pode também ser realizada quando a sonda é paralisada em intervalos discretos, permitindo que o usuário possa determinar o nível d água. O teste de dissipação proporciona uma estimativa do nível do lençol freático, com base na carga hidráulica imposta sobre a sonda em repouso comparada com a pressão medida na superfície antes de cada sondagem. Ensaios de dissipação são melhores executados em materiais com granulometria mais grossa (areia e cascalho), pois asseguraram que a pressão hidrostática ambiente local é medida de forma rápida e precisa. O teste de dissipação através da utilização do software especializado torna possível a estimativa do K (condutividade hidráulica).

Como limitações da ferramenta HPT estão, principalmente, a necessidade de uma injeção de fluidos na formação, o que pode, por si só, modificar as condições hidrogeoquímicas do meio e criar caminhos preferenciais de fluxo; e o uso de um software padrão apra todas as formações correlacionando a pressão e vazão obtidas no ensaio HPT com a condutividade hidráulica, sem levar em conta as variações das formações ensaiadas.

Métodos

Para a realização do trabalho foi utilizada uma sonda MiHpt pertencente a empresa Columbia Technologies/EUA, com apoio da empresa de perfuração Aragon Sondagens Ltda. No total, foram realizados 14 pontos de sondagem para investigação do solo. A sonda MiHpt foi desenvolvido por Sistemas GeoProbe®.

Durante a penetração do equipamento da Aragon no solo, através do sistema de cravação contínua (*direct push*), são realizadas medições em tempo real, através dos sensores PID, FID e XSD, montados em cromatógrafo gasoso de qualidade laboratorial SRI8610C (GC). Estas medições são efetuadas em tempo real com o avanço da sonda. Para cada uma destas medições são realizadas ainda análises da condutividade hidráulica qualitativa através do HPT.

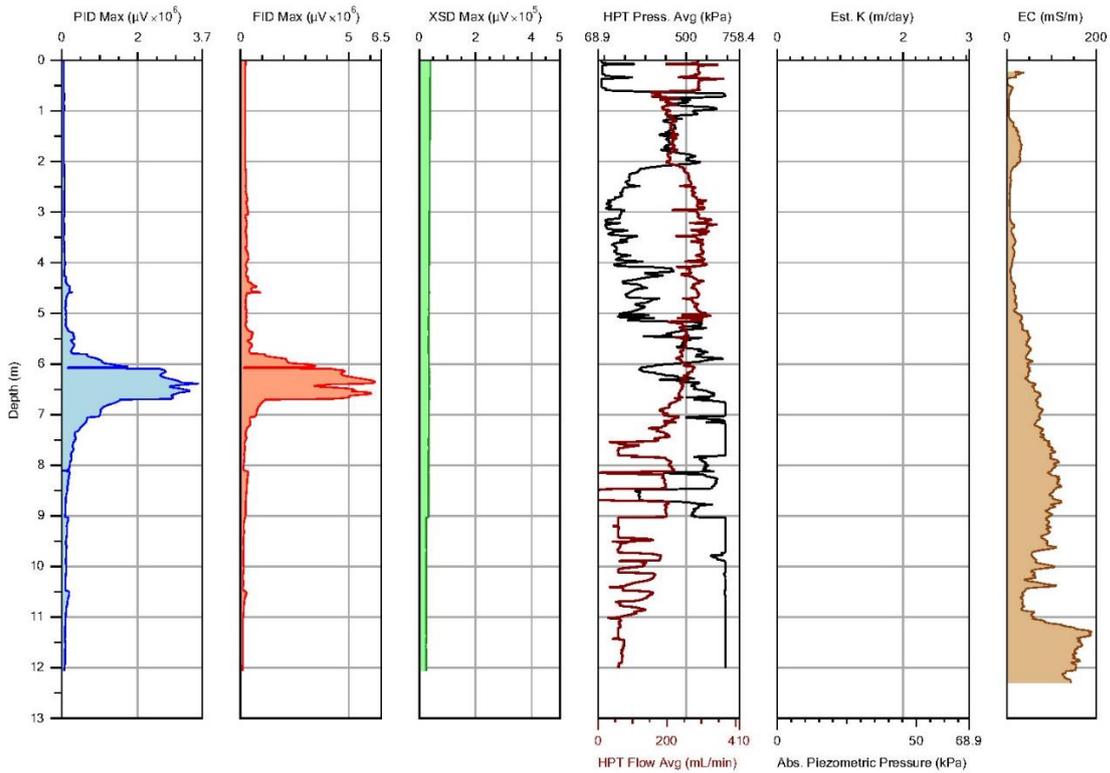
6. Resultados

Foram realizados 14 ensaios MiHpt, que permitiram ao refinamento do modelo conceitual, através da correlação entre os dados obtidos do meio físico (CE e HPT) com os dados de concentração (MIP). Serão apresentados os resultados dos ensaios MIP-01 e MIP-12 como exemplos.

MIP-01

Este ponto esta localizado na área B, próximo do PM-39, teve uma resposta significativa no valor do PID e FID, no intervalo entre 6 a 7 metros, com características típicas de Benzeno. Abaixo deste intervalo, até a profundidade máxima de 12 m, não foi detectada a presença de outras anomalias e os resultados de XSD não detectaram concentrações. A Figura 5 ilustra o perfil do MIP-01.

Figura 5. Perfil do ensaio MiHpt: MIP-01.



Os resultados do HPT indicaram alto fluxo entre 2 a 5 m, posterior camada de médio fluxo até 9,0 m, quando foi detectada uma camada com baixo fluxo e condutividade elétrica alta, possivelmente associadas a uma camada compacta com a presença de argila. Os dados do HPT não possuem correlação com os resultados de EC, indicando que a condutividade elétrica sozinha, nesse ponto, não é um dado adequado para a determinação do perfil hidroestratigráfico.

A Tabela 1 apresenta os resultados analíticos do poço de monitoramento próximo deste ponto.

Tabela 1. Resultados analíticos do poço de monitoramento próximo ao local do ensaio MIP-01.

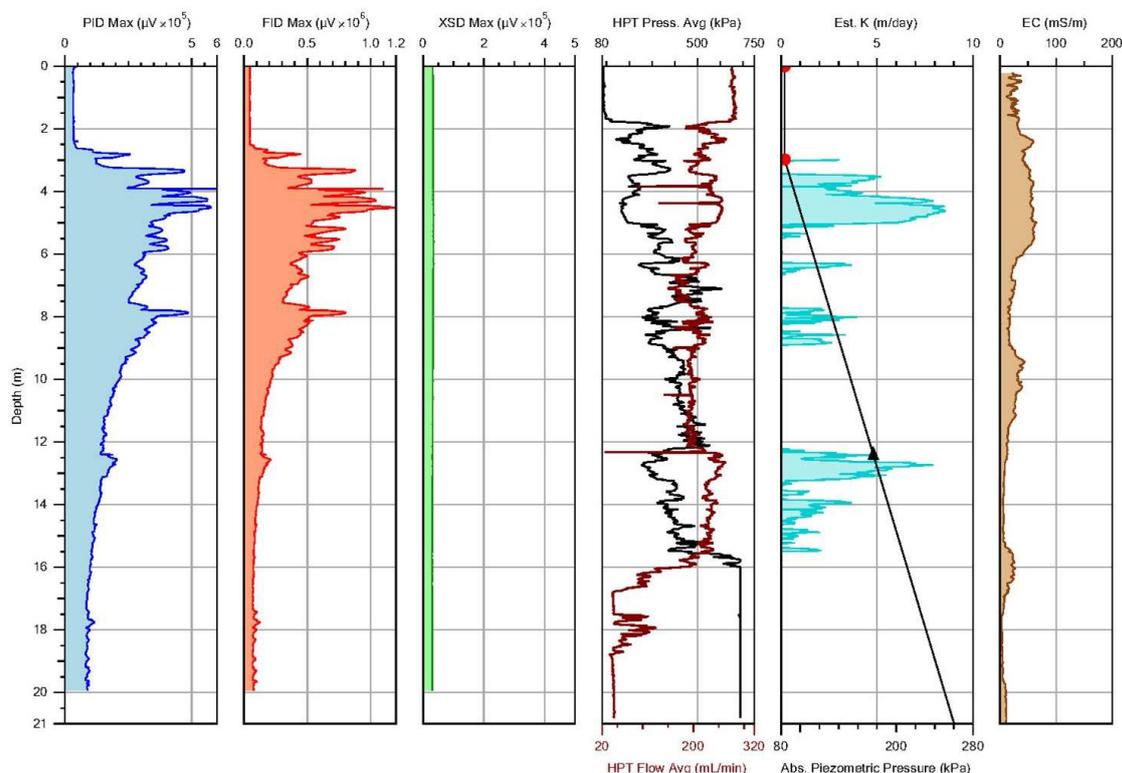
Parâmetros (µg/L)	MIP-01		Padrões Ambientais (µg/L)		
	PM-501/39 (prof. 6,8m)		CETESB	DRF	EPA RSL
	out/12	mai/13			
Benzeno	16522	5434	5	30	0,39
Tolueno	5951	1278	700	1000	2300
Etilbenzeno	1151	1129	300	150	1,5
Xilenos Totais	2397,6	1351,6	500	70	200
TPH Total	2926,6	1299,8	-	600	-
Naftaleno	43	5434	140	70	1,40E-01

MIP-12

Este ponto está localizado no interior da unidade produtiva da Área A, próximo do centro de massa delimitado pelos poços de monitoramento PM-10 e PMI-10.1 e PMI-10.2. Os resultados do MIP indicaram concentrações mais elevadas de PID e FID entre 3 a 9 m, que diminuíram gradualmente até a profundidade de 11 m. A maior parte destes compostos orgânicos se concentra no horizonte de maior condutividade

hidráulica, situado entre os 3 e 5 m de profundidade. A Figura 6 ilustra o perfil do MIP-12.

Figura 6. Perfil do ensaio MiHpt: MIP-12.



Os resultados do HPT indicaram a intercalação de camadas de médio a alto fluxo, desde o início do perfil até a profundidade de 16 metros, sendo que as maiores condutividades são observadas na porção superior do perfil, no horizonte observado entre 3 e 5 m. Todo este pacote pode estar associado a um saprolito de natureza heterogênea e composição mais arenosa. Devido as concentrações de compostos orgânicos obtidas no poço com seção filtrante mais profunda, o PMI-10.1 (6,9m), recomenda-se a instalação de mais um poço com seção filtrante entre as profundidades de 12 a 16 metros (na região dos poços PM-10, PMI-10.1 e PMI-10.2). Mais uma vez não se observa correlação dos dados de EC com os dados do HPT. A Tabela 2 apresenta os resultados analíticos do poço de monitoramento próximo deste ponto.

Tabela 2. Resultados analíticos do poço de monitoramento próximo ao local do ensaio MIP-12.

Parâmetros (µg/L)	MIP-12						Padrões Ambientais (µg/L)		
	PMI-10.1 (prof. 6,9 m)			PMI-10.2 (prof. 3,0 m)			CETESB	DRF	EPA RSL
	Abr/12	Out/12	Mai/13	Abr/12	Out/12	Mai/13			
Benzeno	276	5231	141,4	11187	14768	6176	5	30	0,39
Tolueno	6,44	163,1	< L.Q	5305	6609	2741	700	1000	2300
Etilbenzeno	< L.Q	110,3	9,652	817	988,5	291,6	300	150	1,5
Xilenos Totais	22,3	426,5	18,57	2992	2215,9	1851,4	500	70	200
TPH Total	1924,2	2756,5	1910,1	7981,5	15214,1	12787,6	-	600	-
Naftaleno	659,8	108,2	2,05	3280,6	388,3	3172,8	140	70	1,40E-01

7. Discussão: Refinamento do Modelo Conceitual

Hidroestratigrafia

De acordo com os resultados do HPT, foram realizados refinamentos nas camadas geológicas identificadas nas etapas anteriores, sendo determinadas quatro principais litotipos que ocorrem no subsolo da unidade, são descritas a seguir:

- Aterro argilo-arenoso de cor variegada, consiste em uma camada superficial, com espessura de até 5 metros, onde se dá o fluxo mais superficial. Os resultados do HPT apontaram Condutividade Hidráulica (K) máxima estimada de 8 a 10 m/dia. Estes valores de K mais elevados estão associados a horizontes mais arenosos e com menor teor de argila, que representam camadas de alto fluxo. Este pacote apresenta menor expressão nas áreas mais baixas (ÁREA B) e, geralmente, espessura maior nas zonas com cotas superiores. Possivelmente consiste no horizonte onde se deu o corte e aterro, por ocasião da terraplanagem da fábrica;

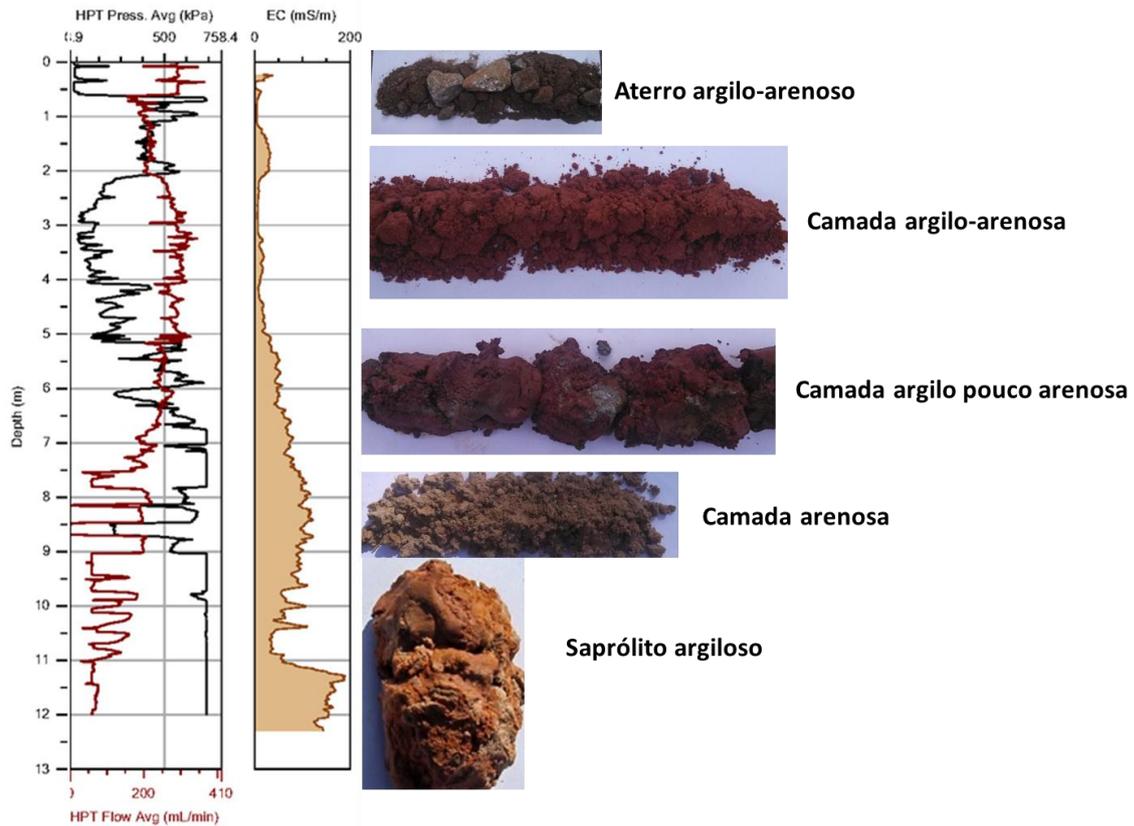
- Pacote Sedimentar formado por argila siltosa, por vezes silte argiloso e, localmente arenoso, está também associado ao aquífero superficial. Nas seções analisadas, esta camada apresentou espessura de até 10 metros, com intercalações de camadas de argila orgânica e camadas arenosas (incluindo camadas de areia média a grossa). Os dados do HPT apontaram que na camada que apresenta médio a alto fluxo, os resultados de condutividade hidráulica máxima apresentaram-se em média 5 m/dia, cabendo ressaltar que, em algumas intercalações mais arenosas, onde o fluxo é maior, foram estimados valores de até 13 m/dia, Estes horizontes arenosos e de maior fluxo de água podem representar paleocanais fluviais, característicos dos pacotes sedimentares da bacia de São Paulo e que acabam por representar caminhos preferenciais para os compostos orgânicos no aquífero;

- Camada de saprólito argiloso a argilo-siltoso, com estrutura compacta e cor cinza predominante, ocorre em profundidades que variam de 4 a 18 metros. Apresenta alto valor de pressão nos resultados do HPT, geralmente com a condutividade elétrica do solo superior a 70 mS/m. Os dados sugerem que trata-se de uma camada de baixo fluxo ou fluxo inexistente. Esta característica acaba por fazer desta camada um horizonte selante, capaz de impedir a eventual migração de compostos orgânicos no aquífero;

- Camada de saprólito areno-siltoso a arenoso, com areia fina a grossa, com estrutura compacta e presença de fragmentos de rocha, apresenta coloração variegada, mas com predominância amarelada. Ocorre intercalada com a camada saprolítica mais argilosa, sendo encontrada desde profundidades subsuperficiais até mais de 20 metros. Os resultados do HPT apresentaram alta pressão e baixo fluxo, ou mesmo ausência de fluxo, com resultados inferiores a 40 mS/m para a condutividade elétrica do solo. O valor estimado para a CE permitiu a diferenciação desta camada, para a camada de saprólito argiloso a argilo-siltoso. A provável ausência de fluxo, identificada para esta camada, pode impedir a migração de eventuais compostos orgânicos presentes no aquífero;

A Figura 7 apresenta uma comparação dos resultados de HPT obtidos no ensaio MIP-01 com descrição da sondagem realizada para este ponto.

Figura 7. Comparação das amostras de solo com o Perfil do ensaio MiHpt: MIP-01.



Com base nas interpretações acima foram elaboradas cinco seções hidroestratigráficas cuja localização em planta é apresentada na Figura 8 e foram intituladas de A-A', B-B', C-C', D-D' e E-E'. A seção C-C' está apresentada na Figura 9.

Figura 8. Planta com as seções hidroestratigráficas.

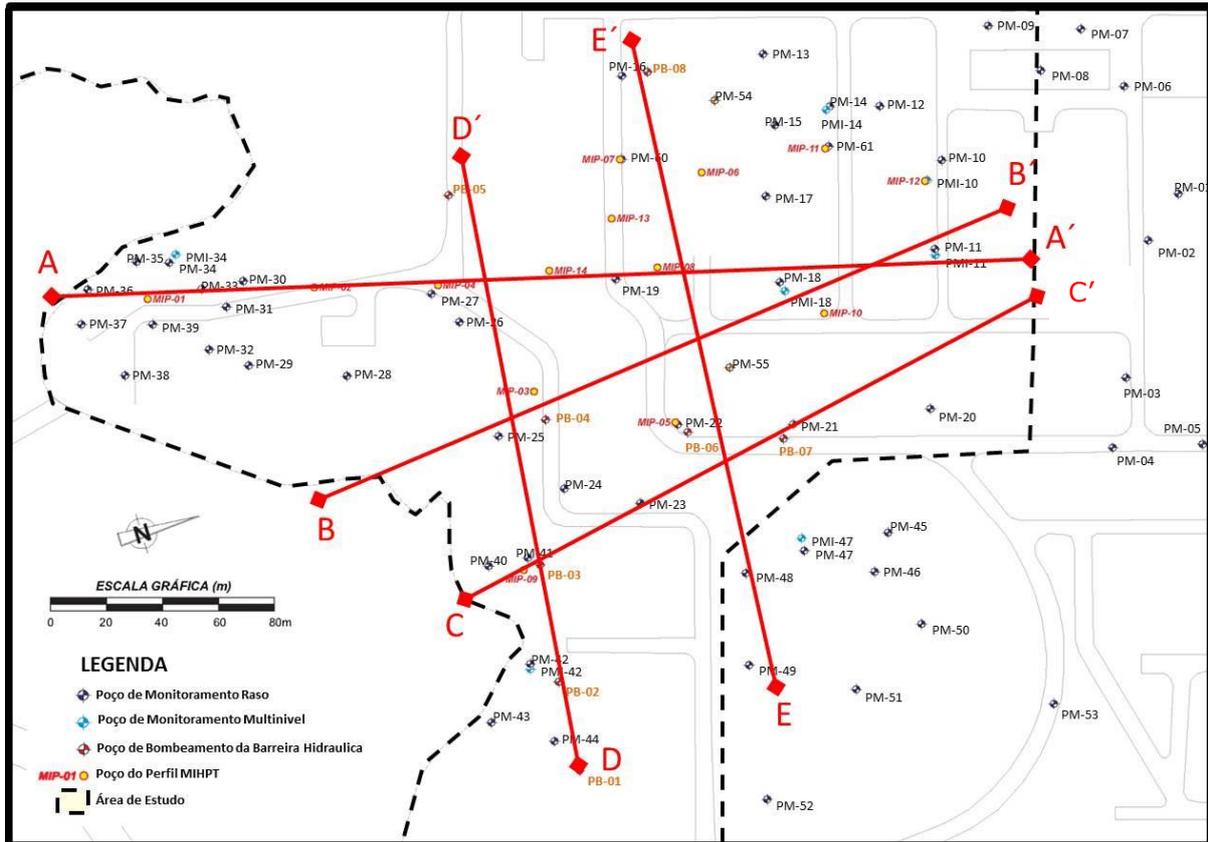
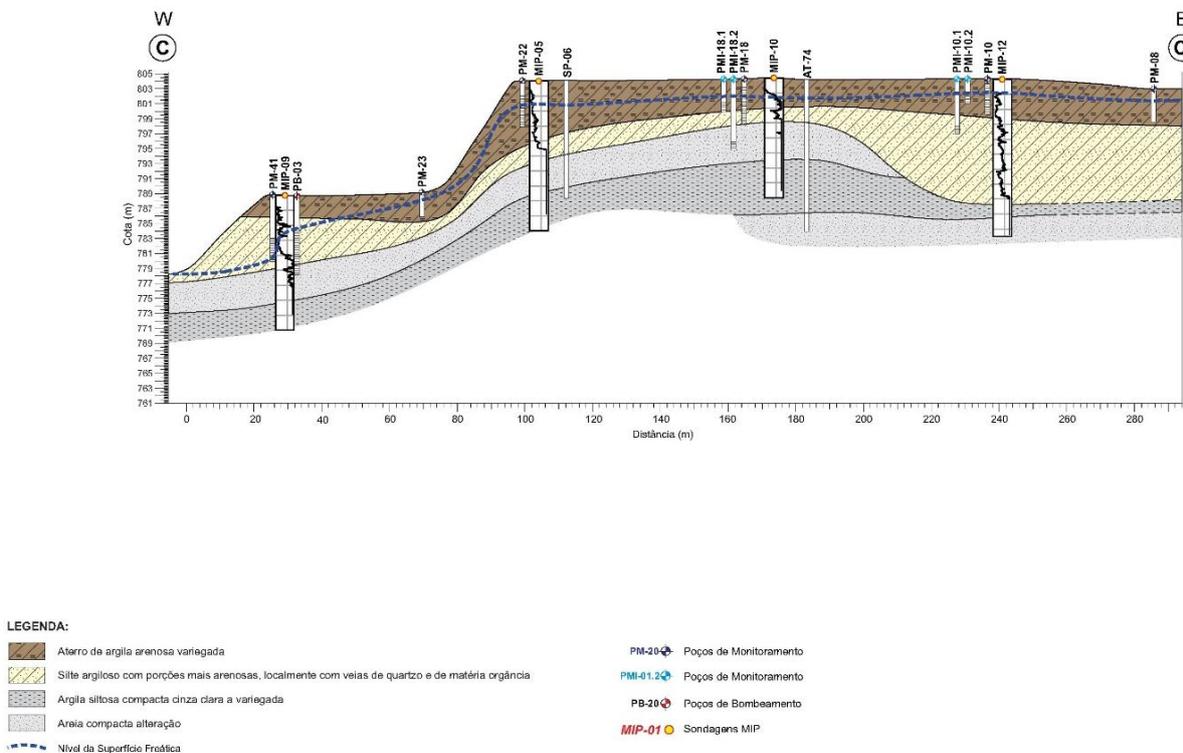


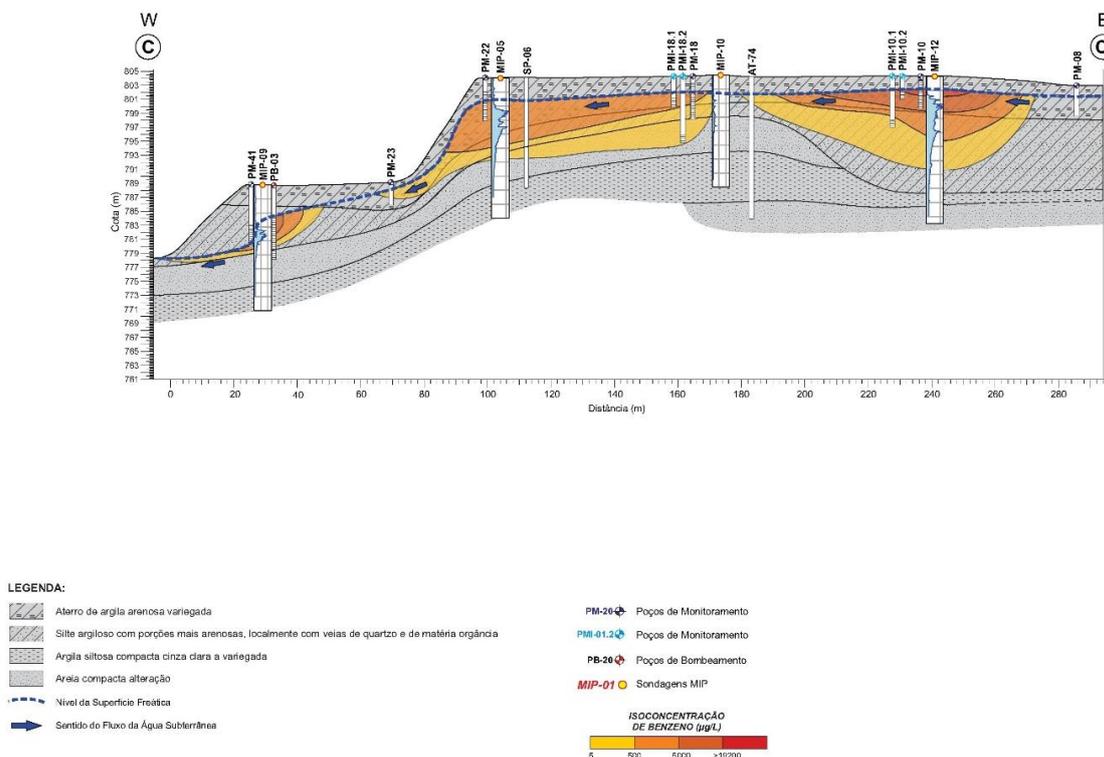
Figura 9. Seção hidroestratigráfica C-C'.



Delimitação Horizontal e Vertical das Plumas de Hidrocarbonetos

Nas áreas investigadas são observados cinco principais focos de compostos orgânicos. Diante disto, os pontos do MiHpt foram distribuídos com base na localização dos centros de massa e com objetivo de refinar o modelo conceitual, quanto à delimitação vertical e horizontal das plumas. A Figura 10 apresenta o modelo conceitual da seção C-C' elaborado com base nas seções estratigráficas.

Figura 10. Modelo Conceitual da contaminação da seção C-C'.



Tomando-se como exemplo apenas a seção C-C', os ensaios MiHpt apontaram os seguintes resultados nos centros de massa:

Área dos Fornos II: O Centro de massa engloba os poços que compõem o par multinível 18: PM-18 e PMI-18, mesmo local onde foi realizado o ensaio MiHpt MIP-10, cujo modelo conceitual foi representado na Figura 10 (seção C-C'). De acordo com os resultados analíticos da campanha de amostragem, foram verificadas concentrações de Benzeno, variando de 735,9 µg/L, na seção filtrante mais superficial (3 a 4m), para 414,8 µg/L (3 a 6m) e, finalmente, de 25,83 µg/L na porção mais inferior (8 a 9m). O ponto MIP-10 foi posicionado próximo destes poços, porém, a montante, não apresentando indícios da presença de compostos orgânicos no aquífero, segmentado a pluma de hidrocarbonetos diagnosticada nesta área. Os resultados de HPT indicaram que nesta região ocorrem camadas de baixo fluxo, que devem estar retardando o fluxo subterrâneo e impedindo a conexão com a pluma a montante. A correlação dos dados do MIP com resultados anteriores de uma sondagem SPT ali realizada no passado, indicam a presença de um horizonte inferior, de natureza arenosa e saturado, com até 9 m de profundidade onde ocorrem compostos orgânicos. Estima-se que estes compostos orgânicos ficam restritos nessa camada inferior, sendo impedidos de migrar outras porções do aquífero, devido à presença da camada sotoposta de saprólito argiloso de baixo fluxo, com profundidade de 9 a 10 m. Os dados demonstraram ainda a conexão com a pluma da área do PM-22.

A jusante da área produtiva, com centro de massa no PM-22 (correspondente ao ensaio MiHpt MIP-05): De acordo com os resultados analíticos do PM-22 foram obtidas concentrações de Benzeno de 1.041 µg/L na água subterrânea. A seção filtrante do poço está posicionada entre 5 e 6 m. Neste ponto ocorrem ainda concentrações acima dos limites de intervenção para Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos. Deste modo, o ponto MIP-05 foi realizado bem próximo ao PM-22 e, com base nos seus resultados, estima-se que os maiores teores de compostos orgânicos (superior a 500 µg/L de Benzeno) no aquífero estejam concentradas no intervalo entre 4 a 9,5 metros, caindo gradualmente até os 12 m de profundidade. A partir deste nível não há evidências da presença de compostos orgânicos no subsolo, sugerindo que a pluma de hidrocarbonetos está limitada até esta profundidade. Foi também observado evidências de uma camada com poucos indícios da presença de fluxo, porém sem qualquer indicação da presença de hidrocarbonetos, corroborando com a delimitação vertical da pluma diagnosticada no horizonte superior. As concentrações obtidas no PM-23 indicam que este poço deve estar no limite horizontal da pluma, não havendo interligação com a pluma a jusante, identificada no Separador API. A evidência detectada pelo MIP da presença de contaminação entre 9,50 m e 12,0 m em uma zona de armazenamento pode ser um indicativo que essa massa está em fase retida ou residual, não em fase dissolvida, que seria esperado em uma zona de fluxo. Essa eventual massa retida precisa ser confirmada com amostragem discreta de solo e, caso seja confirmada, pode ser uma região propensa à retroalimentação da pluma dissolvida por difusão.

Separador API: centro de massa a jusante do API, representada pelo poço de monitoramento PM-41 (correspondente ao ensaio MiHpt MIP-09). Apesar de terem sido observadas concentrações elevadas no poço PM-41 (5.438 µg/L de Benzeno), os dados obtidos com o MIP-09 indicam que os maiores teores de compostos orgânicos estão concentrados ao intervalo de 6 a 9 m de profundidade, onde foram verificadas as melhores condições de fluxo subterrâneo, com K de até 9 m/dia. Entre os 9 e os 14 m de profundidade foi observada a presença de uma camada pouco condutiva (baixo fluxo), provavelmente formada por uma camada de saprólito arenoso, que funciona como um aquitarde. Abaixo deste horizonte registra-se a presença de uma camada muito compacta, possivelmente argilosa, onde, aparentemente, não é observado fluxo.

8. Conclusões

A avaliação complementar das subáreas A e B foi realizada através das interpretações de 14 pontos de ensaios MiHpt e correlação dos resultados dos ensaios com os resultados analíticos obtidos para a água subterrânea amostrada nos poços de monitoramento existentes nestas áreas e com as descrições tátil-visuais das amostragens de solo em sondagens realizadas anteriormente.

A investigação teve como objetivos principais a atualização do modelo conceitual, descrevendo de forma mais assertiva as informações do meio físico, as características das plumas (geometria tridimensional dessas plumas), a existência de diferentes aquíferos e a delimitação vertical e horizontal das plumas de compostos detectados no aquífero mais superficial. Desta forma os pontos dos ensaios MiHpt foram posicionados para avaliar a relação entre as principais plumas identificadas nas Áreas A e B.

A comparação entre os resultados indicou que, na porção produtiva da Área A existem quatro principais centros de massa, sendo dois deles relacionados com a área dos fornos e outros dois relacionados com a área dos compressores e trocadores de calor.

Na área dos fornos, os dois focos ali encontrados indicam que a pluma se estende verticalmente entre as profundidades de 2,5 a 8,0 m, no primeiro, e de 2,5 a 5,0 m no outro foco. No primeiro foco foi verificado que o impacto não avançou verticalmente devido à presença de uma camada selante de baixa permeabilidade. Na área dos compressores e trocadores de calor, foram verificadas as maiores concentrações de

compostos orgânicos na água subterrânea. Em um dos focos identificados nesta área, constatou-se que a pluma de hidrocarbonetos se concentra verticalmente em um intervalo entre 3 e 14 m de profundidade. No outro foco a pluma de compostos orgânicos está restrita verticalmente ao intervalo de 2,5 a 8,0 m de profundidade. Em ambos os casos foram verificadas intercalações de camadas de baixo, médio e alto fluxo, que podem corroborar com a existência de aquífero multicamadas na área, podendo apresentar paleocanais fluviais. Outra hipótese é que o MIP identificou uma massa de contaminante que pode ser uma pluma dissolvida, pluma retida/residual no solo, ou ambos. A confirmação dessa hipótese se daria ao coletar amostras discretas de solo (nas camadas de baixo fluxo) e de água subterrânea (nas camadas de alto fluxo).

Ainda na subárea A, a jusante da área produtiva, foram observados outros dois focos, sendo um deles próximo ao PM-22 e outro a jusante do Separador API. No primeiro caso as evidências indicam que a pluma de hidrocarbonetos está limitada verticalmente entre as profundidades de 4,0 e 9,5 m e registra-se a presença de uma camada selante de baixo fluxo a partir dos 14 m. No segundo, caso a pluma está restrita verticalmente ao intervalo entre 6,0 e 9,0 m, sendo delimitada pela presença de uma camada de baixo fluxo que deve ter retardado a sua migração para horizontes inferiores.

Na subárea B, foram investigados dois centros de massa (intitulados de B1 e B2). No centro de massa B1, a pluma de hidrocarbonetos se concentra verticalmente entre as profundidades de 4,5 e 6,0 m, reduzindo gradativamente as concentrações até os 10 m. No segundo foco (B2), a pluma se estende verticalmente no intervalo entre 6,0 a 8,0 m, sendo condicionada pela presença sotoposta de uma camada de baixo fluxo. Em ambos os casos, na parte basal do perfil é encontrada uma camada de argila compacta cinza de baixo fluxo.

A investigação realizada entre as subáreas A e B não indicaram a conexão entre as plumas de hidrocarbonetos diagnosticadas nestas áreas, excluindo a possibilidade de uma interligação entre as mesmas.

Os compostos detectados na área possuem características de se acumularem em maior quantidade na porção superior do aquífero, pois são menos densos que a água, e isto se comprova com os resultados do MIP, que indicaram que a área mais impactada está no nível mais superficial do aquífero raso e que ocorrem camadas selantes de baixo fluxo, que impedem a migração vertical dos compostos orgânicos no subsolo.

Através dos resultados obtidos nos ensaios MiHpt, foi realizada uma atualização do Modelo Matemático que permitiu com maior assertividade a determinação da espessura das diferentes camadas com diferentes condutividades, permitindo assim um Modelo Matemático mais conclusivo.

Desta forma de acordo com os resultados obtidos é possível afirmar que os dados obtidos com a ferramenta de alta resolução MiHpt foram determinantes para um refinamento conclusivo do Modelo Conceitual, permitindo fornecer informações determinantes principalmente quanto a:

- Geologia Local, determinação de espessura de camadas e determinação dos litotipo;
- Hidrogeologia Local, determinação de diferentes níveis do aquífero e condutividades hidráulicas;
- Delimitação Vertical e Horizontal das plumas.

Com base nos dados obtidos é possível verificar que neste estudo de caso, a ferramenta de alta resolução permitiu um avanço significativo no entendimento do modelo conceitual, permitindo a redução da necessidade de eventuais futuras investigações convencionais, e permitindo a visibilidade de um cenário para próximas etapas de remediação.

Avaliando as ferramentas de alta resolução, pode-se verificar que os estudos de Costanza (2002), Adamson (2014), e Rossi et al (2014) sobre o MIP são importantes, pois, embora apresente resultados qualitativos de concentração de VOC próximos dos resultados quantitativos obtidos nos poços de monitoramento quando observados no contexto de pouco detalhe (os poços de monitoramento possuem seções filtrantes de 1-3 metros), ainda há incertezas na posição vertical da massa de contaminação e também da interação desse contaminante com o meio físico. Essas incertezas indicam que o MIP é uma excelente ferramenta de investigação inicial, mas que o diagnóstico da área não pode prescindir de amostragens discretas de água subterrânea e solo nas camadas significativas.

Quanto ao HPT, esse se mostrou uma ferramenta que pode ser corroborada com a descrição tátil-visual das amostras de solo, portanto, é um bom indicador qualitativo para as zonas de fluxo e armazenamento, mas ainda é preciso comparar essa ferramenta com outras que fazem essa determinação do perfil hidroestratigráfico, como RCPTu, ou mesmo ensaios hidrogeológicos pontuais (slug tests pneumáticos, ensaios de infiltração ou dissipação de poro pressão) para verificar a correlação desses com os valores de K estimados pelo software do equipamento.

O sensor de EC não se mostrou, nesse estudo de caso, apropriado para determinação do perfil hidroestratigráfico em alta resolução, pois seus resultados não são corroborados pelas descrições das amostras de solo nem pelos resultados do HPT.

Referências

Adamson, D. T., Chapman, S., Mahler, N., Newell, C., Parker, B., Pitkin, S., Rossi, M.; Singletary, M. **Membrane Interface Probe Protocol for Contaminants in Low-Permeability Zones**. *Groundwater*, 52: 550–565. doi: 10.1111/gwat.12085. 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Modelo conceitual no gerenciamento de áreas contaminadas – Procedimento: NBR 16210**. Rio de Janeiro: ABNT 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas. 2º edição**. São Paulo: 2001. 389 p.

_____. **Relação de Áreas Contaminadas – Dezembro/2013**. São Paulo: 2013. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/areas-contaminadas/2013/texto-explicativo.pdf>

Costanza, J., K.D. Pennell, J. Rossabi, B. Riha, **Effect of temperature and pressure on the MIP sample collection process**, Anais da Conferência: Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds - 2002, Paper 1F-08. Monterey, CA. 2002

CRUMLING, Deana M. **Summary of the triad approach. U.S. Environmental Agency, Estados Unidos da América**, 2004.

CUNHA, Rodrigo César de Araújo. **Avaliação de risco em áreas contaminadas por fontes industriais desativadas – Estudo de caso**. Dissertação (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1997. 128 f.

ENVIRONMENTAL AGENCY. **Guide to good practice for the development of conceptual models and the selection and application of mathematical models of contaminant transport processes in the subsurface**. Reino Unido: 2005. 121 p. Acesso em: 14/10/2014.

HOWARD, Zachary N; CHO, Jung Hwan; KURUP, Pradeep. **Electronic Nose Combined with Membrane Interface Probe for Detection of VOCs in** *InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015*

Water. In: GeoCongress, 2012, Oakland. Anais GeoCongress 2012 ASCE. p. 3382-3389.

McCall, W., Christy, T. M., Pipp, D., Terkelsen, M., Christensen, A., Weber, K.; Engelsen, P. **Field Application of the Combined Membrane-Interface Probe and Hydraulic Profiling Tool (MiHpt).** Groundwater Monitoring & Remediation, 34: 85–95. doi: 10.1111/gwmmr.12051. 2014

NEUHAUS, Michael. **In-situ characterization of soil and groundwater contamination with MIP- and ROST-CPT.** In: Seminário Internacional sobre Remediação e Revitalização de Áreas Contaminadas, 6, 2008, São Paulo. Disponível em: www.ekosbrasil.org/anexos/seminario2008/michael_FUGRO.pdf. Acesso em 03/11/2014.

RAVELLA, Michael; FIACCO, R. Joseph JR; FRAZIER, Jeffrey; WANTY, Duane; BURKHARDT, Louis. **Application of the membrane interface probe (MIP) to delineate subsurface DNAPL contamination.** Environmental Engineer: Applied Research and Practice, Maryland, Winter 2007 Edition, v. 1.

RIYIS, Marcos Tanaka. **Investigação geoambiental com tomada de decisão em campo utilizando o piezocone de resistividade como ferramenta de alta resolução.** 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2012.

RIYIS, Marcos Tanaka; GIACHETI, Luiz Heraldo; DERRITE, Rafael Muraro; RIYIS, Mauro Tanaka. **Investigação geoambiental de áreas contaminadas com elaboração do modelo conceitual em campo utilizando ferramentas de alta resolução (HRSC).** In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 14., 2013, Rio de Janeiro.

ROSSI, M.; PITKIN, S; JORDAN, M. **Appropriate use and limitations of MIP in HRSC.** Apresentação na Ninth International Conference on Remediation of Recalcitrant Compounds – Battelle. Monterey, CA. 2014. Disponível em http://www.stone-env.com/profiling/Appropriate_Use_and_Limitations_of_MIP_in_HRSC.pdf

SÃO PAULO. **Decreto Nº 59.263, de 05 de Junho de 2013. Regulamenta a Lei nº 13.577, de 08 de julho de 2009.** São Paulo. 2013. Legislação Estadual.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Escala 1:750.000.** 2006

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM), DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE), INSTITUTO GEOLÓGICO (IG), INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa de águas subterrâneas do Estado de São Paulo: escala 1:1.000.000,** nota explicativa / [coordenação geral Gerôncio Rocha]. - São Paulo: 2005.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Best Management Practices: Use of Systematic Project Planning Under a Triad Approach for Site Assessment and Cleanup** (EPA-542-F-10-010). Estados Unidos da América: 2010. 18 p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **High Resolution Site Characterization.** Contaminated Site Clean-Up Information (Clu-In). Estados Unidos da América: 2013. Disponível em <https://clu-in.org/characterization/technologies/hrsc/>

Recebido em 26/03/2015 e Aceito em 14/10/2015.

Uso racional e reuso de água em empreendimentos construídos: estudo de caso no clube-escola Sesi Vila Leopoldina – São Paulo

Use and reuse of water in commercial buildings: a case study in the club-school sesi vila leopoldina – Sao Paulo

Giovanna Guido Chaves¹; Tatiana Loesch Martins²; Rodrigo de Freitas Bueno³

¹Graduação em engenharia ambiental pelo Centro Universitário SENAC.

²Graduação em engenharia ambiental pelo Centro Universitário SENAC.

³Doutor em engenharia civil pela EPUSP.

{gi-guido@hotmail.com; tatiana_loesch@hotmail.com; rodrigo.fbueno@sp.senac.br}

Resumo. A conservação da água é considerada hoje uma necessidade real e crescente em decorrência da escassez nas fontes de abastecimento das cidades, seja pela ausência de planejamento, qualidade ou quantidade nos corpos hídricos. Cada vez mais as indústrias, empresas e instituições estão preocupadas com o grande consumo de água em seus processos e sistemas prediais. Este trabalho teve como objetivo principal a realização de um diagnóstico do consumo de água no Clube-Escola SESI e a indicação de medidas potenciais para construção de um Plano preliminar de Conservação e Reuso de Água (PCRA) no empreendimento. O projeto foi dividido em três etapas: o levantamento de dados primários e secundários, a vistoria e setorização dos hábitos de consumo e a elaboração de medidas de redução e reuso de água no local. Os resultados apontaram que o reuso de água é viável, tendo um retorno de investimento de 4 meses e 5 dias e que a proposta de substituição de equipamentos poderá reduzir a demanda de água em 1.176 m³/mês, na cozinha, sanitários e vestiários.

Palavras chaves: uso racional e reuso de água; programa de conservação de água; estabelecimentos comerciais; sustentabilidade.

Abstract. Nowadays the water conservation is considered a real and growing necessity to shortages in the supply sources of cities, for the absence of planning, quality or quantity in water resources. Increasingly the industries, companies and institutions are concerned with the large consumption of water in their processes and building systems. This work aims to conduct an assessment of the water consumption in the Club and School SESI and the indication of potential measures for construction of a Conservation and Water Reuse Program (PCRA) on the enterprise. The study was divided into three main stages: a survey of primary and secondary data, the survey of consumer habits and the compartmentalization of water demand per activities and the possibility of reducing consumption and the opportunity of water reuse on site. The results showed that water reuse is viable, having a payback of 4 months and 5 days and that the proposed replacement of equipment may reduce the demand for water in 1.176 m³/month, in the kitchen, toilets and changing rooms.

Keywords: rational use and reuse of water; conservation and water reuse program; commercial establishments; sustainability

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac

ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>

E-mail: interfacehs@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



1. Introdução

Na Conferência Mundial das Nações Unidas sobre Água e Meio Ambiente de 1992 foi registrado um critério básico para a gestão de recursos hídricos: a água é um recurso finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, do desenvolvimento e do meio ambiente (HESPANHOL, 2008). No entanto, o volume de água potável disponível para consumo tem se tornado cada vez mais escasso. O equilíbrio entre demanda e oferta de água em grandes centros urbanos encontra-se em risco.

No Estado de São Paulo a disponibilidade hídrica *per capita* de água superficial em 1996 era de 3.014 m³/hab.ano de acordo com a Agência Nacional de Águas (2002), passando para 2.398 m³/hab.ano em 2007 e após três anos houve uma queda de 12 m³, totalizando uma disponibilidade hídrica de 2.386 m³/hab.ano indicando uma situação de atenção no ano de 2010 (SIGRH, 2013).

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH, 2013) as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRH que apresentam os menores índices de disponibilidade *per capita* são as que concentram maior população, entre elas encontra-se a Bacia do Alto Tietê onde está localizada a cidade de São Paulo. Segundo Hespanhol (2008), diante da tendência de contínuo crescimento populacional e industrial, a disponibilidade hídrica tende a diminuir ao longo do tempo, enquanto os recursos hídricos disponíveis são mantidos aproximadamente constantes em termos de vazão. Em termos de qualidade a situação mostra-se precária, dado que a política pública de tratamento de esgoto empregado não se aplica para o volume total gerado. Em 2010 a proporção de efluente doméstico coletado em relação ao volume total gerado foi de 86%, indicando que 14% do esgoto são dispostos nos corpos hídricos do estado de SP (SIGRH, 2013).

Diante deste cenário geral, se faz necessário aprimorar estudos referentes à conservação de água potável. Segundo May (2009) a substituição de fontes se mostra como uma alternativa para conservar este bem. O aproveitamento das águas pluviais e a prática do reuso de água podem atender demandas menos restritivas, deixando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres, como o abastecimento doméstico (HESPANHOL; MIERZWA, 2005).

A prática do reuso proporciona benefícios ambientais significativos, pois em certas condições, pode reduzir a poluição hídrica por meio da minimização da descarga de efluentes. Existem também benefícios econômicos, uma vez que não acrescenta os custos relativos à cobrança pelo uso da água e pela captação do esgoto (HESPANHOL, *et al.* 2006). Neste contexto, o presente estudo propõe a avaliação do potencial do uso racional e reuso de água em empreendimentos construídos, no caso o SESI Vila Leopoldina – C.A.T. Gastão Vidigal. O clube-escola se localiza no distrito da Vila Leopoldina no município de São Paulo, onde atende os moradores da região Oeste da cidade.

2. Materiais e Métodos

2.1 Característica da Área de Estudo

O SESI C.A.T. Gastão Vidigal está localizado na cidade de São Paulo, na Rua Carlos Weber, nº 835, no Distrito da Vila Leopoldina situado nas coordenadas geográficas 23°31'38.99"S e 46°43'47.87"W. O bairro se encontra na região Oeste e está sob domínio da Subprefeitura da Lapa.

O clube abrange uma área total de 35.380 m², sendo composto por uma área verde de 12.270 m². O centro de atividades dispõe de dois refeitórios, que atende aos atletas e a escola (possui uma média de 2.000 alunos no total), e a área de qualidade de vida, que abrange a reabilitação e a odontologia. O SESI – Serviço Social da Indústria na Vila Leopoldina possui 350 funcionários que trabalham de segunda a sábado e recebe uma média de 700 visitantes por dia, ou seja, aproximadamente 3.050 pessoas utilizam o SESI por dia.

O abastecimento de água no clube-escola é realizado pela SABESP e possui origem no Sistema Cantareira. Em 2013, o clube consumiu em média o total de 3.073m³ de água no ano. Segundo Hespanhol (2008), assumindo-se um coeficiente de retorno de 80%, houve a geração média de 2.458 m³ de esgoto no ano, este captado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Assim, o SESI possui um custo de coleta de esgoto e recebimento de água de aproximadamente R\$ 45.298,68 por ano.

2.2 Identificação do consumo de água

Os locais escolhidos para a realização das medições de vazão foram selecionados a partir das atividades que requerem a utilização de água em seus processos. As medições foram realizadas manualmente utilizando a metodologia de volume por tempo (L/s). As áreas definidas para realizar a identificação do consumo de água no SESI foram: jardins internos e externos, cozinhas, sanitários e vestiários. Deve-se ressaltar que a medição da vazão das descargas sanitárias não foi realizada em campo, uma vez que não foi possível a instalação de hidrômetros para a realização do projeto no clube-escola.

Além das análises realizadas em campo, foram avaliados os documentos de consumo cedidos pela manutenção do SESI, desta maneira foram obtidas informações da demanda de água no local entre os anos de 2011 e 2013.

Irrigação de áreas verdes externas:

É realizada manualmente por meio de mangueiras de jardim. A rega é executada cinco vezes por semana no período da manhã entre 9 e 12 horas.

Irrigação de jardinagem interna:

Assim como a irrigação da área externa, os jardins localizados dentro do bloco 2 são regados cinco vezes por semana no período vespertino, após o meio-dia.

Cozinha – área de lavar louça e área de higienização de utensílios:

O clube-escola apresenta dois refeitórios onde estão localizadas as cozinhas. O primeiro refeitório localiza-se no primeiro pavimento e o segundo refeitório está no piso térreo. A cozinha do primeiro refeitório possui uma área de lavagem da louça, onde é utilizada uma lavadora de louças ECOMAX 900 da empresa Hobart. A máquina é para uso comercial e, segundo especificações técnicas da empresa, consome 3,8 litros de água por ciclo. A higienização dos utensílios é realizada manualmente na central de diluição. Na segunda cozinha a lavagem da louça e a higienização dos utensílios é realizada manualmente.

Perante as afirmações acima, a metodologia utilizada foi dividida em duas partes:

- medição das vazões para cada atividade;
- cálculo de consumo de água da máquina de lavar louça.

Lavagem de pátios:

Os pátios estão localizados na escola e no prédio da administração e são lavados duas vezes na semana, com auxílio de uma lavadora de alta pressão. De acordo com especificações técnicas do aparelho, o consumo de água é entre 300-360 L/h.

Banheiros e Vestiários:

A quantificação de torneiras, chuveiros e vasos sanitários foi realizada através da análise da planta baixa do SESI e resultou no Quadro 1.

Foi verificado no C.A.T Gastão Vidigal a existência de 22 sanitários no prédio da escola, entre eles 11 femininos e 11 masculinos. Entretanto, o prédio da administração possui 58 sanitários no total, distribuídos em 24 femininos, 24 masculinos e 10 para pacientes de necessidades especiais. Os vestiários estão situados apenas no prédio da escola totalizando 4 femininos e 3 masculinos.

A partir da quantificação, a medição de vazão das torneiras foi realizada de acordo com as especificações técnicas da empresa fornecedora do equipamento. Já a metodologia utilizada para os chuveiros foi semelhante às medições anteriores. O Quadro 1 mostra o resumo das quantificações das torneiras, chuveiros e vestiários existentes no empreendimento.

Quadro 1: Quantificação de torneiras e chuveiros por sanitários e vestiários

Local	Torneiras	Chuveiros	Vasos Sanitários
Sanitário Feminino	97	-	84
Sanitário Masculino	95	-	
Sanitários P.N.E*	10	-	10
Vestiário Feminino	15	19	400
Vestiário Masculino	11	14	
Total	228	33	494

* P.N.E – Pacientes de Necessidades Especiais

2.3 Caracterização do esgoto

No empreendimento não há separação das águas cinzas e negras, todo esgoto gerado é encaminhado para um poço de visita e posteriormente encaminhado para a rede coletora de esgoto.

2.4 Análises Laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Química do Centro Universitário SENAC no mesmo dia em que o esgoto foi coletado e foram executadas com base na 21ª Edição do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, da APHA / AWWA / WEF. Os parâmetros físico-químicos e biológicos são apresentados na Tabela 1.

As análises de turbidez, DBO_{5,20}, oxigênio dissolvido, coliformes totais e termotolerantes, pH e DQO foram efetuadas em duplicata para obtenção de resultados com menor margem de erro.

Tabela 1: Análises físico-químicas e biológicas para caracterização do esgoto.

Parâmetros	Unidades	Código <i>Standard Methods</i>
Temperatura	°C	2550
Turbidez	NTU	2130 – B
Série de Sólidos	mg/L	2540 – B, C, D
DBO _{5,20}	mgO ₂ /L	5220
Oxigênio Dissolvido	mgO ₂ /L	4500 O – C
Coliformes Totais	NMP	9222 – B
Coliformes Termotolerantes	NMP	9221 – C
Cor Verdadeira	UC	2120 – C
N – NTK	mgN/L	2120 – D
N – NH ₃ ⁻	mgN/L	4500 – N org
N – NO ₂ ⁻	mgN/L	4500 – NH ₃ ⁻
N-NO ₃ ⁻	mgN/L	4500 – NO ₂ ⁻
P-PO ₄ total	mgP/L	4500 – NO ₃ ^{-I}
pH	-	4500 – P
DQO	mg/L	4500 – H
Óleos e Graxas	mg/L	5210
Salinidade	mg/L	5520
Sódio	SAR	3500 – Na
Cloretos	mg/L	4500 – Cl B

2.5 Escolha do tratamento de esgoto para o reuso de água

O modelo de tratamento a ser escolhido e dimensionado foi selecionado a partir da realização de uma matriz de escolha. A matriz foi efetuada de acordo com o dados de Florêncio *et.al* (2006) sobre custo de implantação (R\$/hab), custo de operação e manutenção (R\$/hab.ano) e demanda de área (m²/hab).

Os pesos das escolhas variaram de 1 a 5, onde o critério principal foi o atendimento aos padrões da Norma 13.969/97.

Os critérios que foram utilizados são:

- Custo da operação
- Custo de implantação
- Área disponível para implantação
- Atendimento aos padrões

Após a escolha do tipo de tratamento de esgoto para reuso de água, o mesmo foi pré-dimensionado.

3. Resultados e Discussão

3.1 Consumo de água no SESI C.A.T Gastão Vidigal

Ao realizar a análise documental do clube-escola foi possível levantar as informações sobre a demanda de água e o seu custo, assim foi realizado um diagnóstico sobre o consumo de água

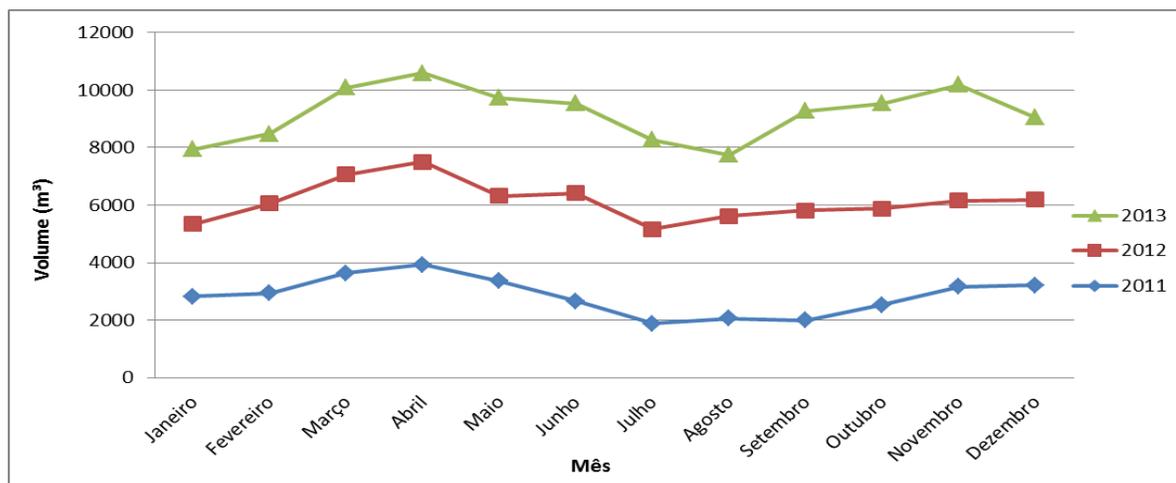
no local. Entre os anos de 2011 e 2013 o SESI consumiu uma média de 36.809 m³ de água, sendo que o ano de 2012 apresentou um maior consumo de aproximadamente 39.386 m³. O consumo máximo de cada ano, mostrado na Tabela 2, foi apresentado nos meses de abril de 2011, setembro de 2012 e novembro de 2013. Já o consumo mínimo de água ocorreu nos meses de julho de 2011, janeiro de 2012 e agosto de 2013. Em relação ao desvio padrão apresentados na Tabela 2 os grandes valores mostram a variação de consumo mensal, comprovando uma demanda descontínua ao longo do ano, exibida na Figura 1. O número de frequentadores muda de acordo com a sazonalidade, portanto nos meses de janeiro, fevereiro, agosto e dezembro o consumo de água foi menor devido à época de férias escolares e comemorações festivas que ocorrem durante esses meses.

Tabela 2: Dados estatísticos do consumo de água no SESI.

Variáveis	Consumo de água no SESI (m ³ /mês)		
	2011	2012	2013
Média	2.847	3.282	3.073
Mínimo	1.876	2.532	2.137
Máximo	3.922	3.828	4.023
Coefficiente de Variação	2.046	1.296	1.886
Desvio Padrão	655,72	381,26	527,11
N	12	12	12

Deve-se lembrar de que o desvio padrão também pode estar relacionado com possíveis perdas e desperdícios existentes no local. A quantidade de água consumida pode ser expressa pela relação entre consumo efetivo, perda e desperdício. Em geral, o desperdício de água está associado ao comportamento de uso e por isso é mais evidente em sistemas individuais (edificações) (CHEUNG *et al.* 2009). Para quantificar as perdas e desperdícios no SESI é necessário realizar uma avaliação mais detalhada. É importante ressaltar que o gerenciamento de perdas e desperdícios é inerente às medidas de conservação de água existentes em um PCRA.

Figura 1: Série temporal do consumo de água no SESI.



Em comparação aos três anos, o ano de 2011 apresentou o menor consumo, com 2.052 m³ no mês de agosto. No mês de novembro de 2013 o consumo foi maior em relação aos outros meses que vinham em um patamar de consumo próximo. Portanto, será considerado um mês atípico, pois segundo a manutenção do clube-escola este pico ocorreu devido a uma festividade realizada no local. Desta maneira, pode-se diagnosticar que o clube-escola apresenta um amplo consumo de água. Considerando que a companhia de saneamento local cobra uma taxa de R\$14,50/m³ por mês para fornecer água e coletar o esgoto de imóveis comerciais, é gerado um custo total de R\$ 543.584,18 ao ano para o SESI, tendo em média aproximadamente um gasto de R\$ 45.300,00 por mês.

3.2 Setorização do consumo e medidas de uso racional de água

A partir da medição em campo foi realizada a divisão da demanda de água por categoria de uso no clube-escola, o que permitiu compreender o conhecimento da quantidade de água consumida para executar um perfil de consumo de água do SESI. Esta divisão se faz necessária para organizar ações de minimização de consumo, como a substituição de equipamentos, e averiguar qual atividade possui potencial de utilização de esgoto tratado.

O uso da água para irrigação mostrou ser menor que o esperado, uma vez que esta prática em áreas verdes externas faz parte apenas de 1,92% da demanda total de água no SESI, em que a vazão é de aproximadamente 47 m³/mês.

A lavagem dos pátios é a categoria com menor significância para o consumo no clube-escola, uma vez que esta atividade é realizada somente duas vezes na semana por meio da lavadora de alta pressão, que minimiza o consumo de água em relação ao uso de mangueira de jardim.

As descargas sanitárias possuem maior participação no consumo de água, apresentando cerca de 74% da demanda das categorias de uso. A válvula de descarga encontrada nos sanitários e vestiários do clube-escola é a de parede. No entanto, não foi realizada a medição em campo

da quantidade de água consumida pelos vasos sanitários, uma vez que não foi viável a implantação de um hidrômetro para a realização do estudo. A demanda de água nesta categoria de uso foi estimada segundo Oliveira (2009), em que o tipo de descarga utilizada no local é equivalente a 69% do consumo total de um prédio comercial. No SESI este setor possui a maior demanda de água com 1.795 m³/mês.

A cozinha principal, denominada 01, demonstra a segunda maior significância no sistema, pois seu horário de funcionamento é das 7h às 20h enquanto que a cozinha 02 permanece aberta até às 17h, correspondendo como a terceira atividade com maior demanda de água no SESI.

A Tabela 3 mostra resumidamente os dados de consumo de água por mês no SESI e os custos atribuídos para cada atividade.

Pode-se perceber que os sanitários e vestiários totalizam um gasto de aproximadamente R\$ 28.000,00 por mês, sendo o setor com maior custo de operação, em seguida a cozinha apresenta valor superior a R\$ 5.000 por mês para o seu funcionamento. A lavagem dos pátios é a atividade que exibiu menor custo em sua operação com um total de R\$ 57,42 ao mês.

Tabela 3: Demanda e custo de água por categoria de uso.

Categoria de Uso	Demanda de água (m³/mês)	Porcentagens (%)	Custo por categoria de uso (R\$/mês)
Irrigação de áreas verdes externas	36	1,47	681,50
Irrigação de jardinagem interna	11	0,45	
Área de lavagem de louça 01	170,5	6,9	3.171,60
Área de lavagem de louça 02	48	1,9	
Máquina de lavar louça 01	0,23	0,009	
Área de higienização de utensílios 01	187,2	7,6	3.758,40
Área de higienização de utensílios 02	72	2,9	
Lavagem dos pátios	3,96	0,16	57,42
Chuveiros (vestiários)	76	3	1.102,00
Descarga sanitária	1.794,69	73,47	26.023,00
Torneiras (vestiários)	37	1,5	923,65
Torneiras (sanitários)	26,7	1	
Total	2.442,45	100	35.717,57

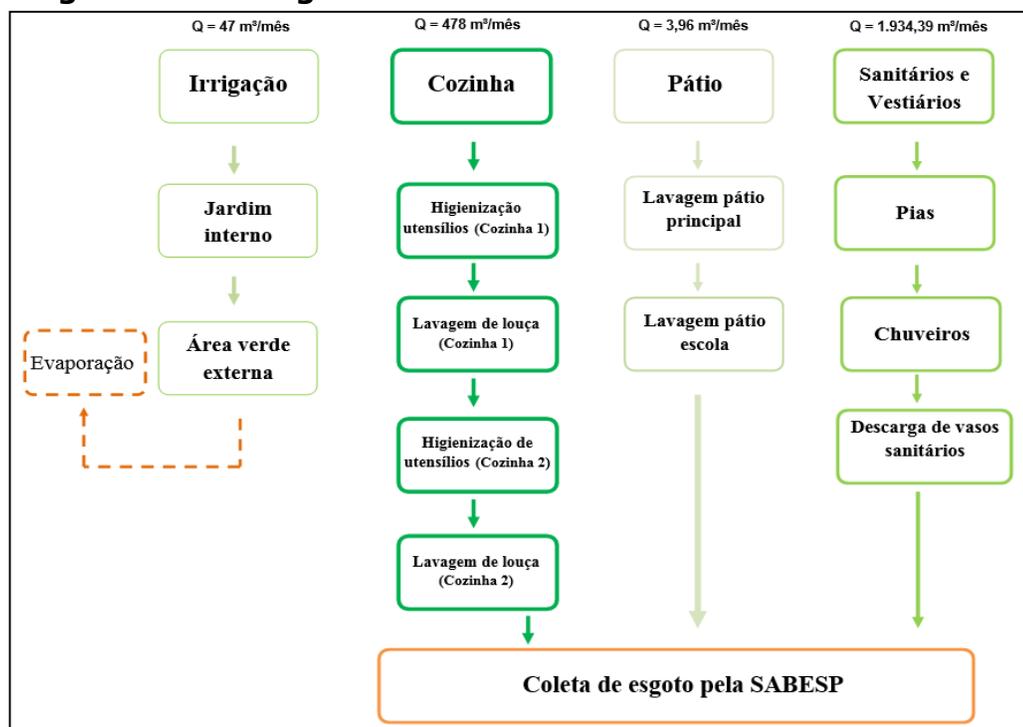
*Valor do m³ cobrado pela SABESP = R\$ 14,50.

Com base nas informações sobre a demanda por atividade obteve-se a setorização do consumo de água. Na Figura 2 pode-se observar que as categorias de uso foram separadas em quatro setores: irrigação; cozinha; pátio; sanitários e vestiários, divididos com as atividades que são exercidas.

Os sanitários e vestiários é o setor que demanda maior quantidade de água potável em suas atividades. O reuso para este setor só será possível aplicar nas descargas de vasos sanitários, uma vez que a água utilizada em chuveiros e torneiras deve possuir qualidade nobre. De acordo com Cheung *et al.* (2009), o tempo médio de permanência no banho de mulheres é de aproximadamente 21 minutos e no caso dos homens o tempo médio de banho é de 19,6 minutos. Considerando banhos em chuveiros com vazão de 3L/min, tem-se um consumo de água de 63L no banho diário de mulheres e de aproximadamente 59L no caso dos homens.

No entanto, o SESI não se enquadra nesse padrão, pois foi verificado em campo que a vazão dos chuveiros encontrados nos vestiários é de 3,3L/min, ocasionando um aumento de 7L no banho de mulheres e cerca de 6,3L no banho dos homens (70L e 65,3L respectivamente).

Figura 22: Fluxograma das atividades setorizadas do SESI.



Além dos chuveiros elétricos possuírem vazão maior que o indicado na literatura, foi percebido em campo que os chuveiros instalados no local possuem vazamentos e não dispõem de registro regulador de vazão ou válvula de fechamento automático, podendo atribuir maior quantidade de água envolvida na demanda dos vestiários. A possibilidade de substituição do equipamento poderá reduzir o consumo de água. Segundo a Agência Nacional de Águas (2005) a válvula de fechamento automático para chuveiro, juntamente com os registros reguladores de vazão para chuveiro, propiciam uma redução média de 40% e um retorno de investimento de até 2 meses. Caso a substituição seja realizada no SESI, haverá uma economia mensal de 30 m³ de água, ou seja, os chuveiros gastarão 46 m³ por mês.

Segundo o estudo de Marinho (2007), em que foi realizada a comparação entre equipamentos convencionais e equipamentos economizadores de água em edificações, a substituição de chuveiros de 15 a 20 mca (duchas) por um restritor de vazão de 8L/min resulta em uma economia de até 62% no consumo. Entretanto, o valor percentual de economia pode variar em função da pressão do ramal de alimentação, do número de usos, tempo de acionamento e hábitos dos usuários. Para um prédio comercial como o SESI, onde os chuveiros são utilizados com menor frequência comparada a edificações residenciais, pode haver uma economia maior que a apresentada no estudo citado.

Para as descargas sanitárias pode ocorrer a substituição das válvulas tradicionais por válvulas de descarga de duplo acionamento, mais conhecidos como *duo-flush*. Este tipo de descarga contém dois botões: um deles, quando acionado, resulta em uma descarga completa (6 litros) para o arraste de efluentes com sólidos, e o acionamento do outro botão resulta em uma meia descarga (3 litros) para limpeza apenas de efluentes líquidos. Conforme descrito em ANA (2005), a redução média para este tipo de equipamento é de 50%, com um tempo de retorno de até 2 meses do investimento inicial. Neste caso, a redução do consumo de água poderá atingir 898 m³/mês gerando aproximadamente uma economia mensal de R\$ 13.000,00.

Entre as conclusões obtidas por Cheung *et al.* (2009), destaca-se a confirmação que os banheiros de prédios públicos são utilizados, principalmente, para o atendimento à necessidade fisiológica de urinar. Assim sendo, o autor propõe a utilização de vasos com descarga a vácuo que requerem cerca de 1 litro por acionamento, o que resultaria em um consumo diário de 5 litros. Contudo, deve-se considerar o alto custo atual desse equipamento, a energia necessária para seu funcionamento e os custos adicionais de manutenção.

A cozinha é o segundo setor que demanda maior quantidade de água potável para suas atividades. Uma vez que a água neste local é utilizada para fins nobres não será possível aplicar o reuso de água. Entretanto pode-se propor a verificação da manutenção e viabilidade de substituição de equipamentos. A troca das torneiras da lavagem da louça e higienização dos utensílios poderá beneficiar na economia de água. A utilização de válvula de pé é muito comum em áreas onde não se deseja o contato direto das mãos nos componentes da torneira, como em hospitais, cozinhas e laboratórios, devendo ser instaladas apenas onde se espera que os usuários o utilizem de forma correta e consciente. De acordo com o manual de Conservação e Reuso da água em Edificações publicado pela ANA (2005) este tipo de torneira pode proporcionar uma redução média de 52%, tendo um retorno de investimento alto, entre 2 a 5 meses. Neste setor poderá ocorrer uma redução da demanda de 248 m³/mês, sendo utilizados 229 m³ por mês na lavagem e higienização de utensílios.

Para que ocorra a utilização de forma correta e consciente da torneira com acionamento por válvula de pé, o SESI terá que realizar campanhas educacionais e treinamento dos usuários através de vídeo, palestras, teatro, folhetos e cartazes expostos na cozinha para conscientização dos trabalhadores. Segundo o Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água (SABESP, 2012), o clube-escola poderá promover estes treinamentos desde que identifique e caracterize o público-alvo, defina os objetivos a serem atingidos e planeje a campanha educativa visando mudança de hábitos e costumes.

Outra opção de minimização do consumo de água nas cozinhas é a utilização da máquina de lavar louça ECOMAX para todas as refeições e nas duas cozinhas, abolindo desta maneira as pias e torneiras para lavagem de louças.

De acordo com a Tabela 3 a máquina consome 0,23 m³/mês fazendo parte apenas de 0,009% da demanda total, indicando que se houver um aumento na frequência de uso da máquina para 10 ciclos por dia o consumo será de apenas 0,76 m³/mês. A água economizada nesta atividade pode ser utilizada na higienização dos utensílios, em que a torneira possui dosador de desengordurante e detergente acoplado, dificultando na substituição da torneira por uma de válvula de pé.

Em relação à irrigação a água de reuso poderá ser aplicada, uma vez que este setor não possui finalidade nobre. Entretanto, o SESI possui sistema de aspersores no jardim interno e externo, mas não são utilizados por falta de manutenção. Vale ressaltar que a medição da vazão para esta atividade foi realizada durante a época de chuva, o que provavelmente em período de seca ocasionará o aumento da demanda de água neste setor. Desta maneira, os aspersores poderão auxiliar no gerenciamento da demanda de água no clube-escola.

As propostas de medidas de conservação de água podem resultar na redução da demanda de água. A cozinha, os sanitários e os vestiários passarão a consumir 1.173 m³/mês, tendo também uma redução no custo de recebimento de água e coleta de esgoto cobrado pela SABESP. De acordo com a Tabela 3, o clube-escola gasta atualmente R\$ 34.055,00 por mês, ao efetivar as medidas este gasto passa a ser de R\$17.008,50 mensais.

3.3 Caracterização do esgoto para o reuso de água

Segundo Hespanhol (2008), 80% da água que é fornecida para um empreendimento se torna esgoto. Desta maneira, em 2013 o SESI gerou uma vazão média de 2.458,4 m³/mês. As análises laboratoriais indicaram que se trata de um esgoto doméstico, uma vez que apresentou grandes quantidade de carga orgânica, em que determinou uma DQO de 737 mg/L e uma quantidade menor que 0,5 de oxigênio dissolvido no efluente.

Segundo Von Sperling (2005) um esgoto doméstico apresenta nitrogênio total na faixa de 35-60 mgN/L, mas nota-se que o esgoto gerado no clube-escola apresenta 97,04 mgN/L de nitrogênio ocasionando um tratamento diferenciado para este parâmetro. Para os coliformes termotolerantes o número mais provável foi maior que 200, indicando que este esgoto poderá apresentar organismos patogênicos. Desta maneira, a desinfecção no tratamento de esgoto será essencial para a prática do reuso de água. A presença de fósforo, nitrogênio e matéria orgânica é um atrativo para o reuso de água com fins de irrigação, uma vez que são nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plantas paisagísticas. Desta maneira, o uso de fertilizantes seria dispensável, já que os nutrientes são encontrados na água de reuso.

3.4 Identificação do sistema de tratamento de esgoto para o reuso de água

A vasta variabilidade de compostos presentes e das características possíveis para os esgotos abre uma grande possibilidade de sistemas aptos a serem utilizados no tratamento visando o reuso. A escolha do sistema mais adequado foi baseada na qualidade necessária da água de reuso, tendo em vista a sua aplicação e uso. Com base nos resultados obtidos nesse estudo, a prática do reuso poderá ser aplicada nas atividades de:

- Rega de jardins, gramados, áreas verdes (Demanda = 47m³/mês);
- Limpeza de pisos e pátios (Demanda = 4 m³/mês);
- Descargas sanitárias (Demanda = 1795m³/mês).

Apesar de poucas informações no País, existem hoje em dia algumas normas e recomendações que sugerem padrões de qualidade para reuso, variando de acordo com a aplicação, como por exemplo, o *Real Decreto 1620* de 2007 da Espanha, o *Guidelines for Water Reuse* dos Estados Unidos e a NBR 13.969/97 que foi utilizada como padrão principal para o tratamento.

Afins de estudo, supondo que as condições hidráulicas e energéticas viabilizem o projeto, foi realizado um pré-dimensionamento de um possível sistema de tratamento para esse cenário.

Se levarmos em conta a vazão média do ano de 2013 de 2.458 m³/mês de esgoto e a demanda total do possível reuso de 1.846 m³/mês, o sistema pode ser projetado para atender uma demanda necessária de 1,66 m³/mês, levando em conta perdas e desperdícios. Um aspecto que torna atrativa a implantação do sistema é o fato da disponibilidade de área no local.

A realização da pesquisa bibliográfica sobre tratamentos utilizados em sistemas de reuso de água resultou no Quadro 2, onde o critério principal de escolha foi o atendimento à Norma 13.969/97.

O reator UASB está indicado na matriz como o tratamento de maior pontuação, ou seja, este apresenta grande possibilidade em ser utilizado no PCRA proposto. Segundo Florencio *et. al* (2006) o reator UASB é o tratamento que dispõe de menor custo de operação, manutenção e implantação, além de necessitar de uma menor disponibilidade de área. Entretanto, por não atender aos padrões da norma definida, não será viável a escolha deste tipo de tratamento.

Uma opção de tratamento para o PCRA proposto no SESI é o UASB + filtro anaeróbio seguido de desinfecção por cloração, uma vez que este além de atender os padrões estipulados pela norma apresenta baixo custo de operação/manutenção e uma pequena área disponível.

Quadro 2: Matriz de escolha do tratamento de esgoto para reuso de água.

<i>Tratamentos</i>	<i>Custo de Operação/Manutenção (R\$/ano)</i>	<i>Custo de Implantação (R\$)</i>	<i>Área Disponível (m²)</i>
Lagoa Facultativa	6.897,00	137.940,00	6.897
Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa	6.897,00	120.697,50	5.173
Lagoa areada facultativa	16.093,00	160.930,00	862
Lagoa aerada mistura completa + lagoa sedimentação	16.093,00	160.930,00	690
Lagoa anaeróbia + Lagoa facultativa + Lagoa maturação	8.621,25	172.425,00	9.196
Reator UASB	6.897,00	91.960,00	149
UASB + lodos ativados	21.840,50	206.910,00	322
UASB + biofiltro aerado submerso	21.840,50	189.667,50	230
UASB + filtro anaeróbio	10.345,55	132.192,50	114,95
UASB + filtro biológico percolador de alta carga	14.368,75	172.425,00	345
UASB + lagoa de polimento	13.219,25	126.445,00	4.598
Físico-Químico	16.000,00	125.000,00	150

3.5 Avaliação do potencial de retorno do capital investido na aplicação das medidas de uso racional e reuso de água

A análise de viabilidade econômica de investimento para o PCRA proposto foi dividida em dois grupos, o primeiro aborda os custos incluídos no tratamento do esgoto para reuso de água e o segundo engloba a substituição de equipamentos hidráulicos. A setorização do consumo de água no local apresentou um total de 1.846 m³/mês para atividades de irrigação, lavagem de pátios e descarga de vasos sanitários. Desta maneira, o SESI gasta para essas atividades um valor mensal aproximado de R\$ 26.767,00, ou seja, R\$ 321.204,00 por ano. Ao realizar o investimento inicial do tratamento de esgoto para reuso de água o SESI terá o retorno do capital em 4 meses e 5 dias a partir da utilização do reuso de água.

O segundo cálculo de payback foi realizado para a substituição de equipamentos de torneiras localizadas nas cozinhas, chuveiros dos vestiários e descargas de vasos de sanitários e vestiários. Este resultou em um tempo de retorno de 6 anos e 5 meses. A economia gerada na troca dos equipamentos apresentou ser menor que o esperado. Desta maneira, não possui viabilidade econômica para realizar este processo no PCRA, entretanto, em relação ao percentual de economia de consumo apresentada nos resultados, a substituição de equipamentos torna-se uma proposta praticável para alcançar o uso racional de água.

4. Conclusões

A atual situação hídrica do estado de São Paulo demonstra uma urgência em realizar um gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis na região. Com base nesse estudo preliminar, foi possível verificar que a implantação de um Programa de Conservação e Reuso de Água torna-se uma ferramenta viável para a preservação deste recurso natural, mesmo em empreendimentos já construídos.

5. Agradecimentos

À equipe do SESI - Serviço Social da Indústria C.A.T Gastão Vidigal: ao Adriano Parras por sua atenção dispensada a nós e prestatividade durante as fases do projeto; a equipe de manutenção pela ajuda na etapa de campo e ao Renato Fonseca por permitir realizarmos o nosso estudo no clube-escola.

6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. **Regiões hidrográficas do Brasil: caracterização geral e aspectos prioritários.** Brasília, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. **Manual de Conservação e Reuso da água em edificações.** Brasília, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 13.969: **Tanques sépticos: unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro; ABNT, 1997.

CHEUNG, Peter; KIPERSTOK, Asher; COHIM, Eduardo; ALVES CASTILHO, Wolney; PHILIPPI, Luiz; ZANELLA, Luciano; ABE, Narumi; GOMES, Heber; SILVA, Benedito da; PERTEL, Mônica; GONÇALVES FRANCI, Ricardo. Consumo de água. In: GONÇALVES FRANCI, Ricardo. **Uso racional de água e energia: conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro, 2009.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SABESP. **Manual de gerenciamento para controladores de consumo de água.** São Paulo, 2012.

FLORENCIO, Maria de Lourdes; XAVIER KOPCHITZ, Rafael; AISSE MANSUR, Miguel. Tratamento e Utilização de Esgotos Sanitários. In: FLORENCIO, Maria de Lourdes. **Reuso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim.** PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Recife, 2006. p. 36 – 95.

HESPANHOL, Ivanildo. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. **Estudos Avançados.** vol 22, no. 63, p. 131-158, 2008.

HESPANHOL, Ivanildo; MIERZWA, José Carlos. **Água na indústria: uso racional e reuso.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

HESPANHOL, Ivanildo; MIERZWA, José Carlos; RODRIGUES, Luana; SILVA, Maurício da. **Manual de Conservação e Reuso de Água na Indústria.** Rio de Janeiro: FIRJAN e SEBRAE, 2006.

MARINHO ARAÚJO, Elizabeth Cândida de. **Uso racional da água em edificações públicas.** Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

OLIVEIRA, Cléa Nobre de. **Indicadores de consumo e propostas para racionalização do uso da água em instalações empreiteiras: caso da refinaria Landulpho Alves de Mataripe.** (Dissertação - Mestrado profissional em gerenciamento de tecnologias ambientais no processo produtivo), Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.

SÃO PAULO (ESTADO). SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS. SIRGH. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.** Volume I. São Paulo, 2013.

VON SPERLING, Marco. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto.** 3. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

Recebido em 03/04/2015 e Aceito em 14/10/2015.

Cultivo Orgânico em Substrato: uma experiência inovadora no cultivo do morangueiro no município de Bom Princípio/RS

Organic culture in substrate: a new experience in strawberry culture, in Bom Princípio, Rio Grande do Sul, Brazil.

Cristiane Inês Musa¹, Bárbara Weber², Helen Cristina Gonzatti³, Leandro Neutzling Barbosa⁴, Juliano Galina⁵, Carlos Augusto Lagemann⁶, Claucia Fernanda Volken de Souza⁷, Eniz Conceição Oliveira⁸

Resumo. O morango possui um importante papel econômico e social na região do Vale do Caí, no Rio Grande do Sul, fazendo com que este pseudofruto seja destaque, principalmente, em Bom Princípio. Diante dos vários problemas encontrados no cultivo do morango convencional em solo, com o uso de agrotóxicos, este relato apresenta uma experiência inovadora na busca de um sistema sustentável, o cultivo do morangueiro orgânico em substrato. Tal experiência iniciou em 2012 e foi desenvolvida pela EMATER/RS-Ascar de Bom Princípio juntamente com agricultores locais. O experimento teve aprovação dos produtores envolvidos, no qual trouxe vários benefícios, dentre eles, melhora nos aspectos ergonômicos da atividade, produção de morangos sem agrotóxicos, menor pressão de pragas e doenças se comparado ao sistema em solo, período mais longo de produção.

Palavras-chave: *Fragaria X ananassa* Duch, cultivo sem solo, biofertilizante.

Abstract. *The strawberry hold an important economic and social role in the Vale do Caí region, in Rio Grande do Sul, Brazil, being this pseudo fruit quite relevant in the Bom Princípio municipality. Ahead of the problems faced in the conventional soil crop, using pesticides, this study presents a new sustainable hydroponic growing system, the organic strawberry in substrate. This experience began in 2012 and was developed by EMATER/RS-Ascar in Bom Princípio together with the local farmers. The experiment had acceptance among the farmers involved, bringing several benefits, among them, the ergonomic advantages in the growing process and the production without*

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado/RS. Professora do IFRS/Câmpus Feliz. (cristiane.musa@feliz.ifrs.edu.br)

² Graduanda em Engenharia Química, bolsista de Iniciação Científica do CNPQ, Centro Universitário Univates, Lajeado, RS. (barbaraweber94@hotmail.com)

³ Bacharel em Química Industrial, Centro Universitário Univates, Lajeado, RS. (helnacristinag@hotmail.com)

⁴ Mestre em Ensino de Ciências Exatas. Professor do IFsul/Câmpus Camaquã. (leandro.barbosa@camaqua.ifsul.edu.br)

⁵ Técnico em Agropecuária, Extensionista Rural Nível Médio I – Agropecuária, Lotação: Escritório Municipal de Erval Grande, RS. (jgalina@emater.tche.br)

⁶ Técnico em Agropecuária, Extensionista Rural Nível Médio II – Agropecuária, Lotação: Escritório Municipal de Bom Princípio, RS. (clagemann@emater.tche.br)

⁷ Doutora em Biologia Celular e Molecular pela UFRGS, Professora Adjunta do Centro Universitário UNIVATES e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Biotecnologia da Univates. (claucia@univates.br)

⁸ Doutora em Química pela UFRGS, Professora Adjunta do Centro Universitário UNIVATES e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências Exatas da Univates. (eniz@univates.br)

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade
Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>
E-mail: interfacehs@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional

pesticides. Also, were observed less pressure from pests and diseases, and shorter growing period, when compared to the conventional soil crop.

Keywords: *Fragaria X ananassa Duch, hydroponic culture, bio fertilizer.*

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado/RS. Professora do IFRS/Câmpus Feliz. (cristiane.musa@feliz.ifrs.edu.br)

² Graduada em Engenharia Química, bolsista de Iniciação Científica do CNPQ, Centro Universitário Univates, Lajeado, RS. (barbaraweber94@hotmail.com)

³ Bacharel em Química Industrial, Centro Universitário Univates, Lajeado, RS. (helncristinag@hotmail.com)

⁴ Mestre em Ensino de Ciências Exatas. Professor do IFsul/Câmpus Camaquã. (leandro.barbosa@camaqua.ifsul.edu.br)

⁵ Técnico em Agropecuária, Extensionista Rural Nível Médio I – Agropecuária, Lotação: Escritório Municipal de Erval Grande, RS. (jgalina@emater.tche.br)

⁶ Técnico em Agropecuária, Extensionista Rural Nível Médio II – Agropecuária, Lotação: Escritório Municipal de Bom Princípio, RS. (clagemann@emater.tche.br)

⁷ Doutora em Biologia Celular e Molecular pela UFRGS, Professora Adjunta do Centro Universitário UNIVATES e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Biotecnologia da Univates. (claucia@univates.br)

⁸ Doutora em Química pela UFRGS, Professora Adjunta do Centro Universitário UNIVATES e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências Exatas da Univates. (eniz@univates.br)

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade
Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>
E-mail: interfacehs@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional

1. Introdução

As frutas apresentam importantes nutrientes, mostrando-se aliadas no combate de diversas doenças. Dentre elas, destaca-se o morango (*Fragaria X ananassa* Duch), pertencente à Família *Rosaceae* (OLIVEIRA; SANTOS, 2003).

O morango é um pseudofruto com diversas qualidades nutritivas, ressaltando a presença de compostos bioativos, que são constituintes extra-nutricionais e que se apresentam em pequenas quantidades nos alimentos (KRIS-ETHERTON et al., 2002).

Enfatiza-se que o morango é uma das frutas vermelhas mais apreciadas no mundo tanto *in natura* quanto de forma processada, sendo no Brasil, a principal consumida e produzida. Isso é um fato interessante, pois sendo uma fonte potencial de compostos bioativos, com ênfase para os compostos fenólicos e Vitamina C, traz benefícios para a saúde, uma vez que estes compostos apresentam diversas funções biológicas, dentre elas, atividade antioxidante (SILVA; COZZOLINO, 2007).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations/Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura* (FAO, 2013), a produção mundial de morango é liderada pelos Estados Unidos com uma expressiva produção de 1.360.869 toneladas/ano.

Conforme o último Censo Agropecuário, no ano de 2006, o Brasil produziu 72.245 toneladas de morangos, tendo Minas Gerais (MG) na primeira posição nacional com 40.245 toneladas, sendo que o Rio Grande do Sul (RS) ocupa a segunda posição com 9.819 toneladas e, na terceira posição, encontra-se o Paraná (PR) com 6.265 toneladas (IBGE, 2006).

Antunes e Duarte Filho (2005) destacam que a produtividade média por Estado brasileiro em toneladas/hectare é de 32,7. Já, no RS, a produtividade média é de 21,3, em MG é de 34 e no PR é de 25,2 toneladas/hectare.

Cabe salientar que no início da década de 1970, no RS, a cultura do morango recebeu um maior impulso comercial, concentrando na região do Vale do Caí e na Serra Gaúcha. Pode-se dizer que o morango é uma das frutas com maior importância econômica nas regiões da Encosta Superior do Nordeste e da Serra Gaúcha, sendo uma cultura tradicional e já consolidada em municípios como Feliz, Bom Princípio e Farroupilha (SANHUEZA et al., 2005).

Comumente, um dos sistemas mais utilizados na produção de morangos é o convencional, no qual se utilizam agrotóxicos e fertilizantes químicos. Porém, Darolt (2003) relata que o modelo convencional de agricultura traz diversos problemas socioambientais, a saber, erosão e contaminação do solo, resíduos de agrotóxicos em níveis preocupantes à saúde pública, dentre outros.

O cultivo do morango tem apresentado contaminação com resíduos de agrotóxicos acima do limite máximo permitido pela legislação e substâncias ativas não autorizadas. Tal fato foi constatado na pesquisa realizada por Faria et al. (2009), no qual investigaram tais resíduos em 55 amostras de polpa de morango industrializadas, no estado de MG. Do total de amostras analisadas, 95% apresentaram resíduos de agrotóxicos. Destas, 49% revelaram produtos não autorizados como o acefato, captana, clorfenapir, clorpirifós, dimetoato, endossulfam, dentre outros.

Complementando, o Relatório de Atividades do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) assevera que das culturas monitoradas nos anos de 2011 e 2012, o morango apresentou um significativo percentual de amostras com resultados insatisfatórios, contendo resíduos de agrotóxicos com concentrações acima do limite máximo permitido (BRASIL, 2013).

Diante disso, na busca de soluções sustentáveis para o cultivo do morango, sem o uso de agrotóxicos, este relato tem como objetivo apresentar uma experiência inovadora desenvolvida no município de Bom Princípio, que se refere ao cultivo do morangueiro orgânico em substrato.

2. Contextualização da experiência

Destaca-se, neste trabalho, o município de Bom Princípio, devido ao importante papel econômico e social que o cultivo do morango apresenta, sendo que este município é conhecido nacionalmente por sua fruta símbolo, o morango (BOM PRINCÍPIO, 2014).

A Figura 1 ilustra o mapa da região do Vale do Caí, destacando o município de Bom Princípio.

Figura 1 - Mapa da região do Vale do Caí, com destaque para o município de Bom Princípio, RS



Fonte: Adaptado de Specht (2009).

Enfatiza-se que a produção de 43 produtores de morangos do referido município, em 2013, foi de 866 toneladas englobando os quatro sistemas cultivados: convencional em solo, orgânico em solo, convencional em substrato e orgânico em substrato (EMATER, 2013a).

Neste município, também, o sistema de cultivo agrícola convencional era amplamente utilizado. Porém, diante dos diversos problemas decorrentes deste cultivo, como uso intensivo de agrotóxicos, danos ambientais, prejuízos à saúde humana e aos ecossistemas, dentre outros, tornou-se fundamental buscar alternativas de cultivo que minimizassem os impactos negativos ao ambiente e ao homem.

Neste contexto, os pesquisadores, Medeiros, Strassburger e Antunes (2008) esclarecem que o alto nível de contaminação dos solos por patógenos radiculares fez com que aumentasse o número de produtores que passaram a adotar técnicas de cultivo sem solo, de maneira a utilizar substratos como meio de crescimento. No caso do cultivo do morangueiro, este sistema de cultivo vem crescendo significativamente.

Para tanto, a expansão do cultivo em substrato do morangueiro no Vale do Caí se deu a partir de 2008, devido a diversos problemas ergonômicos, fitossanitários, especialmente aos cultivos intensivos, sem rotação de culturas.

Assim sendo, Brandenburg (2002) afirma que a agricultura ecológica é entendida por aquela que envolve um conjunto de modelos alternativos ao padrão convencional de produção. Reitera, ainda, que a maioria dos agricultores alternativos e ecológicos que converteram e convertem seus sistemas de cultivo, atualmente, no Brasil, é familiar.

Pode-se dizer que o sistema de cultivo orgânico é um modelo alternativo, sendo que o termo agricultura orgânica

[...] é atualmente utilizado com um sentido mais amplo, abrangendo os sistemas de agricultura orgânica, biodinâmica, natural, biológica, ecológica, permacultura, regenerativa, agroecológica e, às vezes, agricultura sustentável (STERTZ, 2004, p. 18).

Importante mencionar que o sistema de cultivo em substrato permite ampliar o ciclo da cultura, prolongando o período de colheita até os meses mais quentes do ano e, também, melhorando as condições de trabalho dos produtores, principalmente em relação à ergonomia (GALINA; ILHA; PAGNONCELLI, 2013).

3. Metodologia: o experimento do cultivo orgânico em substrato

Em 2012, alguns agricultores de Bom Princípio, que já produziam morango no sistema de cultivo orgânico em solo, buscaram auxílio, junto à EMATER/RS-Ascar local, para que o sistema de cultivo convencional em substrato fosse adaptado para o sistema de cultivo orgânico em substrato (GALINA; ILHA; PAGNONCELLI, 2013).

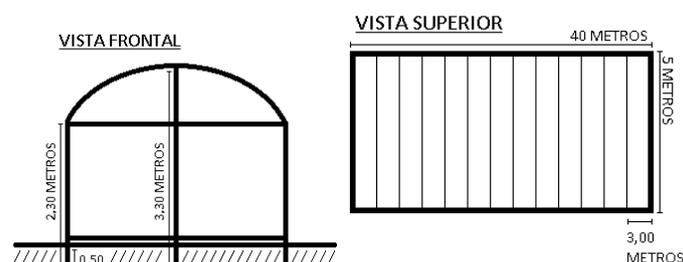
Para tanto, através da parceria com a Cooperativa Ecomorango, um dos sete grupos de produtores de Bom Princípio, que possui, atualmente, 30 associados e 15 anos de experiência no cultivo de morangueiro orgânico, iniciaram-se várias pesquisas até conseguirem a adaptação para o sistema de cultivo orgânico em substrato, sendo considerada uma experiência inovadora.

Sendo assim, a experiência concentrou-se nos aspectos mais importantes do sistema de cultivo orgânico em substrato, a saber, a estrutura de proteção, o substrato e a solução nutritiva.

De acordo com Galina, Ilha e Pagnoncelli (2013), a proteção da cultura no sistema de cultivo mencionado foi feita com plástico transparente, sem cortinas laterais, possibilitando um efeito denominado de "guarda chuva". O cultivo foi realizado em bancadas, com uma altura aproximada de 70 cm do solo. Tal fato minimiza o período de molhamento das plantas, reduzindo a incidência de doenças.

A estrutura (FIGURA 2) foi construída com postes de madeira, em conjunto com arcos metálicos de seis metros, com espaçamentos de três em três metros. Se comparada com estruturas similares, esta estrutura propiciou uma considerável economia. Padronizou-se a estrutura para o máximo de cinco metros de largura, favorecendo sua resistência com relação aos ventos.

Figura 2 - Esquema da vista frontal e superior de uma estrutura de cobertura para o sistema de cultivo orgânico em substrato, no município de Bom Princípio, RS.



Fonte: Galina; Ilha; Pagnoncelli (2013).

Sabe-se que no sistema de cultivo em substrato, a fixação das raízes das plantas ocorre em um substrato, no qual este retém o líquido que disponibilizará os nutrientes às plantas (MELO; BORTOLOZZO; VARGAS, 2006).

Dos diversos materiais utilizados para a formulação de substratos, utilizou-se a casca de arroz carbonizada, pois além de ser estável física e quimicamente, apresentando, dessa maneira, uma maior resistência à decomposição, possui baixo custo. Já, devido a sua alta porosidade, tornou-se necessário misturar o húmus de celulose, com proporção de 2:1.

As embalagens para o acondicionamento do substrato são geralmente de filme tubular, preferencialmente, branco, com capacidade mínima de dois litros de substrato por planta, podendo ser denominadas de sacolas. A cor clara da embalagem evita o aquecimento da água e, conseqüentemente, do substrato em seu interior, evitando que as raízes sofram danos em virtude da elevação da temperatura em dias quentes. A elaboração do substrato é feita normalmente pelo próprio agricultor (EMATER, 2013b; MELO; BORTOLOZZO; VARGAS, 2006).

Nesta experiência, a quantidade de substrato utilizada para a produção do morango foi, de no mínimo, quatro litros por planta. As sacolas possuíam largura de 33 cm e, a cada metro, foi possível adicionar cerca de 40 litros de substrato com uma densidade de até 10 plantas por metro de sacola.

Em relação à nutrição das plantas, esta foi feita com fitas gotejadoras, no qual se misturou esterco de aves fervido e biofertilizante na água de irrigação, visando equilibrar os teores de nutrientes da adubação utilizada no sistema hidropônico convencional (FURLANI, 2001).

O biofertilizante foi feito a partir dos seguintes ingredientes: sulfato de cobre, ácido bórico, sulfato de manganês, sulfato de zinco, molibdato de sódio, sulfato de cobalto, sulfato de ferro, sulfato de magnésio, cloreto de cálcio, fosfato natural, cinzas, esterco fresco de bovinos, leite fresco e melado.

Para cada 1000 litros de solução nutritiva, misturou-se 70 litros de esterco fervido e 0,5 litros de biofertilizante.

Salienta-se que tanto a nutrição das plantas, as substâncias do substrato quanto o biofertilizante e o esterco utilizados estão de acordo com os padrões da Instrução Normativa n. 46 de 2011 do Ministério da Agricultura que estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal (BRASIL, 2011).

Pode-se destacar que o sucesso dessa experiência baseou-se nas análises realizadas tanto do substrato quanto no esterco de aves fervido, pois os elementos minerais essenciais faltantes foram adicionados por meio do biofertilizante. Assim sendo, sempre que houver modificações do substrato e do esterco de aves, deve-se proceder a novas análises, pois os nutrientes encontrados no esterco de aves variam conforme a lotação das aves mantidas sobre a cama de aviário e da alimentação utilizada. Complementou-se a adubação através de pulverizações quinzenais de biofertilizante foliar, o mesmo aplicado na fertirrigação. Evidencia-se que outros compostos orgânicos poderão ser usados, desde que feitas às análises necessárias (GALINA; ILHA; PAGNONCELLI, 2013).

As análises dos substratos e das soluções nutritivas foram realizadas pelos laboratórios da Universidade do Rio Grande do Sul (UFRGS), a saber, Laboratório de Análises de Substratos para Plantas e Laboratório de Solos, respectivamente.

O experimento foi desenvolvido com produtores associados à Cooperativa Ecomorango (FIGURA 3), pois estes já possuíam experiência no cultivo agroecológico do morangueiro.

Figura 3 - Cooperativa Ecomorango localizada no município de Bom Princípio, RS



Fonte: Dos Autores.

Neste sentido, para que os agricultores pudessem se apropriar da técnica proposta e realizar o manejo adequado, os técnicos da EMATER/RS-Ascar local realizaram reuniões e visitas às propriedades envolvidas.

4. Resultados

Dificuldades anteriormente vividas, inerentes ao cultivo convencional em solo, como contaminação com agrotóxicos, problemas relacionados à ergonomia, problemas fitossanitários, dentre outras, desestimulavam os jovens a dar continuidade à produção de morango. A referida experiência estimulou filhos de agricultores a deixarem seus trabalhos na cidade e voltarem para o campo, empenhando-se neste sistema de cultivo.

Atualmente, quatro produtores cultivam o morango orgânico em substrato em Bom Princípio, sendo que tal sistema foi aprovado pelos agricultores envolvidos. Destaca-se que ocorrem visitas frequentes de produtores de municípios vizinhos que estão aderindo a esta forma de cultivo.

Em 2013, a produção de morango orgânico em substrato foi de aproximadamente 8,8 toneladas. Já, em 2014, a estimativa é de uma produção de 20,7 toneladas. Este aumento evidencia tanto a aceitação quanto a satisfação dos produtores, pois estão ampliando a área de cultivo.

Outro ponto importante que deve ser mencionado de acordo com Galina, Ilha e Pagnoncelli (2013), refere-se à ampliação do ciclo do período de colheita, de maneira que o morango seja produzido por mais de um ciclo, aumentando tanto a produtividade quanto a rentabilidade da atividade.

Assim, aumenta a possibilidade de comercializar morangos por um período maior em relação ao cultivo em solo. Além dos produtores aumentarem a renda, estende-se o período de consumo, o que demonstra ser uma alternativa importante e saudável para a dieta humana, devido às qualidades nutricionais benéficas deste pseudofruto à saúde (MUSA et al., 2015).

A Figura 4 apresenta a estrutura do sistema de cultivo orgânico em substrato.

Figura 4 - Estrutura do sistema de cultivo orgânico em substrato, no município de Bom Princípio, RS



Fonte: Dos Autores.

Ao contrário das condições ergonômicas que desfavoreciam a saúde dos produtores no cultivo em solo, a cultura do morango orgânico em substrato traz importantes benefícios em relação às condições de trabalho, no qual o manejo do morangueiro é realizado em pé.

Vale lembrar, também, que este sistema de cultivo é realizado sem o uso de agrotóxicos. A isenção de tais produtos químicos é decorrente do fato do ambiente estar protegido, reduzindo o tempo de molhamento foliar, no qual reduz significativamente as pragas e doenças.

Em relação ao valor de comercialização do morango orgânico em substrato, a média de preço da safra de 2014 é de R\$ 15,00/Kg. Já, para o sistema convencional, o preço médio é de R\$ 8,00. Contudo, o custo de produção do orgânico, se levar em conta somente os números, parece alto, porém deve-se considerar que a produção fica em torno de 60% da obtida no sistema convencional. Este custo é composto em grande parte pela mão-de-obra, visto que requer um trabalho mais intenso do produtor, pois há o uso de poucos insumos.

Pode-se dizer que o valor de venda do morango orgânico atinge valores superiores, pois há pouca oferta deste tipo de produto e, também, pelo fato de ter a venda direta ao consumidor em feiras. Consumidores estes que não se importam em remunerar de forma diferenciada um produto cultivado no sistema orgânico.

Neste contexto, mesmo que a produtividade média do convencional seja superior ao orgânico, ressalta-se que os benefícios à saúde e ao meio ambiente são significativamente maiores em relação ao cultivo convencional.

Darolt (2008) esclarece que ao comparar o sistema convencional com o orgânico, pode-se dizer que o risco de contaminação por resíduos de produtos químicos é consideravelmente reduzido no cultivo orgânico do morangueiro em relação ao convencional.

5. Conclusões

A experiência relatada que teve início, em 2012, é fruto do esforço e da determinação tanto da Emater/RS-Ascar quanto de alguns produtores de Bom Princípio que acreditaram nesta proposta, pois buscavam uma alternativa de cultivo do morangueiro que minimizasse os impactos negativos ao ambiente, à saúde dos trabalhadores e aos consumidores.

O consentimento dos produtores em relação ao cultivo orgânico em substrato é decorrente dos vários benefícios oriundos deste sistema, podendo-se citar, melhorias quanto aos aspectos ergonômicos da atividade, produção de morangos sem agrotóxicos, menor pressão de pragas e doenças se comparado ao sistema em solo, período mais longo de produção, aumento da rentabilidade.

Diante da importância desta experiência, destaca-se a necessidade da realização de pesquisas que avaliem e caracterizem as propriedades físico-químicas, os compostos bioativos e o potencial antioxidante dos morangos cultivados neste sistema.

Referências

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J. **Sistema de produção de morango:** Importância. Embrapa Clima Temperado, Sistemas de Produção, 5 versão eletrônica, nov. 2005. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index.htm>>. Acesso em: 02 set. 2015.

BOM PRINCÍPIO. **Informações gerais.** Disponível em: <<http://www.bomprincípio.rs.gov.br/novo/informacoes.php>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

BRANDENBURG, A. Movimento agroecológico: trajetória, contradições e perspectivas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 6, p. 11-28, jul./dez. 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA):** relatório de atividades de 2011 e 2012. Brasília, 2013. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/58a5580041a4f6669e579ede61db78cc/Relat%C3%B3rio+PARA+2011-12+-+30_10_13_1.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 30 set. 2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 46, de 6 de outubro de 2011. **Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal.** Disponível em: <[http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/\\$FILE/IN%20N%C2%BA%2046-2011.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/$FILE/IN%20N%C2%BA%2046-2011.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2014.

DAROLT, M. R. Comparação da Qualidade do Alimento Orgânico com o Convencional. In: STRIGHETA, P.C; MUNIZ, J. N. (Org.). **Alimentos orgânicos:** produção, tecnologia e certificação. 1. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003, p. 289-312.

_____. Morango orgânico: opção sustentável para o setor. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, n. 34, p. 58-61, mar. 2008.

EMATER. Rio Grande do Sul/ASCAR. **Relatório produção de morango.** Bom Princípio, 2013a.

_____. **Morangueiro:** cultivo em substrato. Porto Alegre, 2013b.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT:** Agricultural Production/strawberry. 2012. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 10 set. 2015.

FARIA, V. H. F. de. et al. Avaliação de resíduos de agrotóxicos em polpa de morango industrializadas. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 19, p. 49-56, jan./dez. 2009.

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015

FURLANI, P. R. Hidroponia vertical: nova opção para produção de morango no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v.53, n.2, p. 26-28, 2001.

GALINA, J.; ILHA, L.; PAGNONCELLI, J. Cultivo orgânico do morangueiro em substrato. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, nov. 2013. Disponível em: < <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/14879/9362>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. E-book. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2014.

KRIS- ETHELTON, P. M. et al. Bioactive Compounds in Foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and câncer. **The American Journal of Medicine**, New York, v. 113, p. 71S-88S, dec. 2002.

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER A.S; ANTUNES L. E. C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 26, n. 2, p. S4827-S4831, jul./ago. 2008.

MELO, G. W. B. de; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. **Produção de morangos no Sistema Semi-Hidropônico**: substratos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. (Sistema de Produção, 15). Versão eletrônica, dez. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>>. Acesso em: 29 jun. 2014.

MUSA, C. I. et al. Teor de compostos bioativos em três cultivares de morangos cultivados em solo convencional no município de Bom Princípio/RS: sua importância para a saúde humana. **Caderno pedagógico**, Lajeado, v. 12, n. 1, p. 56-66, 2015.

OLIVEIRA, M. A. C de; SANTOS, A. M. dos. Classificação botânica, origem e evolução. In: SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M de (Org.). **Morango**: produção. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p. 16-17. (Frutas do Brasil, n. 40).

SANHUEZA, R. M, V. et al. **Sistema de produção de morango para mesa na região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, (Sistema de Produção, 6). versão eletrônica, dez. 2005. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaSerraGaucha/index.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2014.

SILVA, V. L. da; COZZOLINO, S. M. F. Vitamina C (Ácido Ascórbico). In: COZZOLINO, S. M. F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2007, p. 305-324.

SPECHT, S. **O Território do morango no Vale do Caí-RS**: análise pela perspectiva dos Sistemas Agroalimentares Localizados. 2009. 317 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural)– Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

STERTZ, S. C. **Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônica na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná**. 2004. 260 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)– Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

Recebido em 15/09/2015 e Aceito em 21/12/2015

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015

Toxicidade de triclosan em desodorantes

Toxicity of triclosan in deodorants

Carla Aparecida Pedriali Moraes¹, Maria Aparecida Lima Moreira², Carolina Rosa de Araujo Maia²

Resumo. O triclosan vem sendo usado, mundialmente, como conservante em diversos tipos de materiais e produtos cosméticos. Em desodorantes, tem a função de evitar a formação do mau odor corporal originado pela decomposição das secreções glandulares da pele por micro-organismos; é irritante e sensibilizante da pele, aumenta a resistência microbiana e tem potencial carcinogênico. Através de revisão bibliográfica, este trabalho teve como objetivos: apresentar o mecanismo de ação dos desodorantes e avaliar o potencial toxicológico do triclosan e suas consequências devido ao uso. Estudos mostram que apesar de seus efeitos tóxicos à saúde humana ainda não serem totalmente conhecidos, recentes pesquisas sugerem que a presença do triclosan, em desodorantes, não está diretamente relacionada ao aparecimento de câncer. O trabalho aponta que novos estudos sobre triclosan devem ser considerados, tanto *in vitro* como *in vivo*, assim como o uso de novas tecnologias com intuito de aumentar a eficácia de desodorantes que contêm triclosan como também garantir segurança à saúde dos usuários.

Palavras-chave: triclosan, desodorantes, antitranspirantes, antisséptico.

Abstract. *Triclosan has been used worldwide as a preservative in various types of materials and cosmetic products. In deodorants has the function of preventing the formation of body odor caused by decomposition of the gland secretions of the skin by microorganisms; is irritating and sensitizing the skin, increases microbial resistance and has carcinogenic potential. Through literature review, this study aims: to present the mechanism of action of deodorants and evaluate the toxicological potential of triclosan and its consequences with use. Studies show that despite their being not yet fully known toxic effects on human health, recent research suggests that the presence of triclosan in deodorant, is not directly related to the onset of cancer. The paper points out that new studies on triclosan should be considered, both in vitro and in vivo, as well as the use of new technologies in order to increase the effectiveness of deodorants containing triclosan, but also ensure safety to the health of users.*

Key words: triclosan, deodorants, antiperspirants, antiseptic.

¹ Faculdade de Tecnologia de Diadema – FATEC Diadema
Curso Superior de Tecnologia em Cosméticos

² Instituto Racine – São Paulo

Curso de Pós-Graduação em Cosmetologia – Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Cosméticos
{capedriali,mlimamoreira}@hotmail.com, carolrosapax@gmail.com

1. Introdução

A higiene corporal e seu prolongamento durante o dia são motivos de grande preocupação em algumas culturas, pois os odores fétidos e o suor formado pelo corpo não são aceitos socialmente. Desde cerca de 2000 a.C, há relatos de tal preocupação e descrição de métodos para modificar diversos odores em rituais religiosos, funerais, afastar insetos, curar doenças, mascarar ou remover o mau odor corporal (CORRÊA, 2012; RIBEIRO, 2010).

O odor corporal da pele humana é produzido a partir de secreções das glândulas sebáceas e sudoríparas. As glândulas sebáceas se encontram na superfície de todo o corpo humano e secretam um sebo gorduroso com a função de lubrificar a pele. No entanto, não é um fator crítico no odor da pele por ser inodoro e conter substâncias de maior peso molecular que compostos odoríferos. Já as glândulas sudoríparas, produzem o suor e são classificadas em écrinas e apócrinas. As écrinas produzem uma secreção aquosa, inodora, diluída de íons e compostos orgânicos, na superfície da epiderme, chamada de transpiração que tem a função de controlar a temperatura corporal, não tem influência no mau odor do corpo e pode ser aumentada sob estresse emocional. As glândulas apócrinas produzem uma secreção viscosa, leitosa, rica em material orgânico como proteínas, açúcares reduzidos e amônia, que não possui odor. Respondem a estímulos hormonais e estão presentes na região pubiana, mamária, genital e nas axilas (RIBEIRO, 2010; WILKINSON; MOORE, 1990).

A produção de água, compostos orgânicos e sebo proporcionam um ambiente ideal para o crescimento e nutrição de bactérias presentes na pele, principalmente nas regiões dos pés e axilas, fazendo necessário o uso de desodorantes para mascarar o odor desagradável (KIPPENBERGER et al., 2012).

Hoje em dia, na maior parte dos produtos desodorizantes, agentes antibacterianos tais como: compostos de amônio quaternário, triclosan (TCS), sais de alumínio e agentes de mascaramento do odor, são utilizados. Produtos desodorantes podem impedir o crescimento e a atividade das bactérias; alguns destes, como os sais de triclosan podem ser irritantes, sensibilizantes, aumentarem o risco de câncer de mama, induzir à dermatite de contato, e até criar resistência em micro-organismos (SHAHTALEBI et al., 2013).

O estudo sobre o uso de triclosan em desodorantes se faz necessário devido ao seu grau de toxicidade, assegurando a qualidade dos produtos e conseqüente diminuição de riscos à saúde humana.

2. Objetivo

Objetivo geral

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, por meio de revisão bibliográfica, a relação entre a toxicidade do triclosan, usado em produtos desodorantes, e os riscos à saúde humana provocados pelo uso de tal substância.

Objetivos específicos

- Apresentar o mecanismo de ação dos desodorantes.
- Apresentar e avaliar o potencial toxicológico do triclosan, presente em desodorantes, e, suas conseqüências devido ao uso.
- Apresentar estudos dos efeitos tóxicos agudos e crônicos do triclosan quando adicionado em outros produtos cosméticos
- Elaborar uma revisão bibliográfica por meio das seguintes bases de dados: PubMed, Science Direct, SciFinder, ANVISA, FDA.

- Utilizar para a procura de periódicos e outras fontes as palavras-chaves: triclosan, deodorants, antiseptic e antiperspirants.

3. Revisão de literatura

Microbiota da pele

A pele é composta por camadas chamadas de hipoderme, derme e epiderme, sendo a última mais externa, e, é o revestimento mecânico do organismo que serve como uma barreira de proteção, impedindo a entrada de agentes infecciosos, evitando a perda de água, e sendo responsável pela proteção imunológica, pela regulação térmica, e pelo bom funcionamento das funções secretórias (PAIVA; MURAI, 2005).

A epiderme, quando íntegra, raramente é penetrada por micro-organismos, mas quando rompida, pode desenvolver infecções subcutâneas. A maioria das bactérias cutâneas reside na superfície do estrato córneo, parte superior dos folículos pilosos, sulcos da pele e ductos das glândulas sebáceas, chamada de flora transitória, que pode ser eliminada em 90% se lavadas apenas com água e sabão, porém, voltam a se desenvolver após algumas horas. Encontrada mais profundamente, a chamada microbiota residente, estende-se por toda a pele, concentrando-se nas áreas mais úmidas e quentes como axilas e períneo, chegando em torno de 10^6 UFC/cm² (Unidades Formadoras de Colônia por cm²) nestas regiões, que contêm nutrientes apropriados para suprir as colônias, como fluídos corpóreos e células mortas.

Diversos fatores influenciam o crescimento dos micro-organismos, dentre eles estão: o pH, a presença de oxigênio, a salinidade, a temperatura, a umidade, e a disponibilidade de nutrientes provenientes de secreções das glândulas sebáceas e sudoríparas, como principal substrato o suor apócrino. A metabolização pela flora microbiana, em sua maioria composta por bactérias Gram-positivas, das secreções glandulares confere odor desagradável às axilas. Com intuito de minimizar tal odor, produtos desodorantes são utilizados para prevenir seu desenvolvimento por meio de mecanismos e matérias-primas que interferem na sua produção (CORRÊA, 2012; CUNHA; PRONIANOY, 2006; FIORENTINO, 2009; WILKINSON; MOORE, 1990).

Desodorantes e antiperspirantes

No Decreto nº 79094 de 05 de janeiro de 1977, desodorantes são produtos de higiene "destinados a combater os odores da transpiração, podendo ser coloridos e perfumados, apresentados em formas e veículos apropriados" e, "Antiperspirantes: destinados a inibir ou diminuir a transpiração, podendo ser coloridos e/ou perfumados, apresentados em formas e veículos apropriados, bem como, associados aos desodorantes". Ambos tem diferentes apresentações no mercado mundial, a preferência pode variar entre os países, e estão disponíveis em soluções, suspensões, emulsões, que são aplicados por meio de sprays, roll-on, aerossóis, cremes e bastões (sticks) (BRASIL, 1977; MCGRATH, 2009).

Os antiperspirantes são classificados como produtos de Grau 2 pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). São produtos que possuem indicações específicas de uso e cuidados, é exigida comprovação de segurança e/ou eficácia, e apresentam a probabilidade de ocorrência de efeitos não desejados quando não usados corretamente ou que tenham erros de formulação; como exemplo os desodorantes com ação antiperspirante para axilas, pés e desodorantes íntimos. Afetam a função do corpo inibindo a transpiração, com uso de sais de alumínio e alumínio-zircônio que fazem o fechamento dos ductos sudoríparas, reduzindo o fluxo de suor das secreções das glândulas sudoríparas, com isso reduzindo também a quantidade de água e nutrientes, funcionando como desodorantes indiretos. Para serem eficazes, os ativos antiperspirantes devem reduzir, no mínimo, 20% de umidade nas axilas (BRASIL, 2005; MCGRATH, 2009; RIBEIRO, 2006).

Já os desodorantes, segundo a ANVISA, são produtos Grau 1, “por possuírem propriedades básicas ou elementares” não necessitando, inicialmente, de comprovação nem detalhamento de informações sobre suas condições de uso, como exemplo os desodorantes axilares e pédicos, sem ação antitranspirante, e desodorantes colônias. Diferente dos antiperspirantes, os desodorantes não interferem na função natural do corpo, ruptura do fluxo de suor, e sim mascaram o odor por meio do uso de fragrâncias e antissépticos em sua composição, diminuindo o número de bactérias presentes na área afetada (BRASIL, 2005; CORRÊA, 2012).

Mecanismos de remoção de odor por agentes antitranspirantes

O mecanismo de absorção através da pele está sujeito a fatores distintos tais como solubilidade do ativo, formulação, concentração, tempo de exposição e condições fisiológicas da pele. O primeiro ativo antiperspirante usado foi o cloreto de alumínio, pois tinha boa eficiência, porém causava irritação na pele, manchava roupas e as destruía por apresentar alta acidez. Nos anos de 1940, a primeira mudança no desenvolvimento destes produtos veio com a descoberta, de sais complexos, menos ácidos que o cloreto de alumínio; o cloridrato e cloridróxido de alumínio $[Al_2Cl(OH)_5 \cdot 2H_2O]$, que apresentavam redução na irritação da pele e reduziam os danos aos vestuários, porém também reduziam o efeito antitranspirante. Tal alteração foi admitida pela indústria, pois o alumínio era muito ativo como desodorante, tendo assim aceitação pelo público e criando um papel duplo para o alumínio, o que tornou a distinção dos efeitos, dos desodorantes e antitranspirantes, intercambiáveis (BRASIL, 2014; SHELLEY; HURLEY, 1975).

No início dos anos 70, o alumínio e outros sais metálicos tais como os de zircônio foram associados a polímeros e a glicina criando novos complexos de baixa irritabilidade. Ao mesmo tempo causam um bloqueio do fluxo de suor para a superfície da pele por meio da formação de uma massa obstrutiva ou tampão em alguns pontos dos ductos. A porção secretora da glândula écrina não é afetada pelos sais metálicos, não causando danos à saúde em razão da grande quantidade de outras glândulas écrinas; entretanto, o bloqueio por um tempo longo pode levar à degeneração funcional e estrutural das glândulas écrinas, com perda de função. Tais matérias-primas antiperspirantes complexam proteínas, formam hidróxidos anfóteros e insolúveis, hidrolisam em presença de água, são irritantes à pele por conta de seu baixo pH, que não podem ser corrigidos por agentes alcalinizantes devido à reação final, com este, produzir óxido de alumínio, sem qualquer função antitranspirante (BENOHANIAN, 2001; BRASIL, 2001; QUATRALE et al., 1981).

Em 2001, houve o início de discussão em relação ao risco de câncer de mama associado ao uso de antiperspirantes, pelo fato de a incidência de casos de câncer de mama ocorrer no quadrante superior da área do peito, região semelhante àquela onde são aplicados os produtos antitranspirantes axilares. Contudo, tais informações foram prontamente avaliadas e esclarecidas por muitos autores e instituições, na época, tendo seus pareceres e resultados divulgados. O câncer de mama, conhecidamente, tem origem genética e que o estrogênio é o principal fator etiológico no seu desenvolvimento, também é associado a fatores ambientais e comportamentais como tipo de dieta e o fumo. Após a polêmica, foram sugeridos novos estudos que avaliassem a segurança de compostos metálicos, contendo alumínio, devido ao seu potencial toxicológico (NASCIMENTO et al., 2004).

Mecanismos de remoção de odor por agentes antimicrobianos

Os agentes antimicrobianos (AA) podem ser classificados como desinfetantes, quando são capazes de destruir ou inativar de forma irreversível a ação de micro-organismos em superfícies inanimadas ou objetos. E como antissépticos quando são capazes de prevenir ou inibir a ação ou o crescimento de micro-organismos. A atividade de um agente antimicrobiano é dependente da concentração, portanto, altas concentrações são

necessárias para uma ação desinfetante, enquanto baixas concentrações para um antisséptico (CHIAPETTA et al., 2011).

Os desinfetantes têm largo espectro de atividade antimicrobiana podendo ser utilizados em vários locais, incluindo a indústria de alimentos, bebidas, farmacêutica e médico-hospitalar. Seu uso na área hospitalar e em outros serviços de saúde tem grande importância devido às suas propriedades bactericidas, virucidas e fungicidas que causam a inativação de micro-organismos em superfícies (REIS et al., 2011).

Os antissépticos apresentam maior espectro de ação do que os antibióticos. Podem ser classificados como agentes bactericidas devido à capacidade de destruir as bactérias nas formas vegetativas, e como agentes bacteriostáticos, pois são capazes de inibir o crescimento de micro-organismos sem destruí-los. Quando aplicados sobre a pele ou mucosas agem em múltiplos alvos dos micro-organismos, por diversos mecanismos de ação como: coagulação ou desnaturação de proteínas, lise celular por alteração estrutural da membrana celular, diminuição da tensão de superfície, inibição de enzimas essenciais aos micro-organismos e sua eficácia é dependente de concentração utilizada, pH, temperatura, tempo de exposição e presença de material orgânico. Uma característica importante a ser acrescida é a atividade residual, ou seja, atividade química persistente sobre a pele, portanto quando aplicado na pele, reduzem a microbiota residente, uma vez que a ação degermante é apenas temporária e após alguns minutos ou horas há a multiplicação dos micro-organismos que permaneceram (PAIVA; MURAI, 2005; REIS et al., 2011).

Os ativos antissépticos podem ser utilizados sozinhos ou incorporados a detergentes, sabões, desodorantes, aerossóis, talcos, dentifrícios, entre outras preparações. Devem atender aos seguintes requisitos: apresentação de amplo espectro com ação antimicrobiana, ação rápida, efeito residual cumulativo, baixa ou nenhuma toxicidade, não possuir absorção sistêmica, não causar hipersensibilidade, ressecamento, manchas, irritação, corrosão ou fissuras, possuir odor agradável ou ausente, boa solubilidade, adequada estabilidade química - para impedir sua decomposição por efeito da luz e calor; baixo custo e veiculação funcional em dispensadores ou embalagens de pronto uso (BRASIL, 2009; FIORENTINO, 2009).

O triclosan é amplamente utilizado uma vez que pode comportar-se como antisséptico ou desinfetante, e tem sido largamente usado em áreas domésticas, industriais e hospitalares e em produtos de cuidados pessoais como em desodorantes. Este composto também apresenta ação antimicrobiana tanto frente a bactérias Gram-positivas como a Gram-negativas, mesmo em baixas concentrações, embora seja ineficaz contra fungos, e, é relativamente atóxico para os seres humanos (SOARES, 2013; WILKINSON; MOORE, 1990).

Triclosan

O Triclosan é um 2,4,4'-tricloro-2'-hidroxidifenil éter, com número CAS 3380-34-5. Tem como sinônimo o 5-cloro-2-(2,4-diclorofenoxy) fenol, e se apresenta na forma de pó cristalino esbranquiçado a branco; sua fórmula molecular é $C_{12}H_7Cl_3O_2$, tem baixa solubilidade em água, porém é altamente solúvel em compostos apolares como acetona e etanol, por apresentar um coeficiente de partição alto. Pode ser encontrado com os diversos nomes comerciais como Irgasan; DP300 Irgasan; CH 3565; Irgacare MP; Lexol 300; Cloxifenolum; Aquasept; Gamophen (CALAFAT et al., 2008; FDA, 2008; MOSS et al., 2000).

Em 1969, o triclosan foi registrado primeiramente pelo EPA (Agência de Proteção ao Meio Ambiente), sendo usado, mundialmente, como conservante em materiais como: adesivos, tecidos, plásticos, tintas, pisos, tendo fungos e bactérias como os alvos principais. Nos mais de 40 anos seguintes, o triclosan também foi empregado como agente antibacteriano e antifúngico em produtos de cuidados e higiene pessoais. Na odontologia, ele foi usado pela primeira vez em um creme dental europeu em 1985, e é encontrado em formulações de dentifrícios, enxaguatórios bucais, produtos de primeiros

socorros, para prevenção ou redução de crescimento bacteriano; também é usado em cosméticos como: sabonetes antibacterianos (mãos, corpo e rosto), cremes de barbear, produtos de higiene feminina, produtos antiacneicos, cremes para a pele e desodorantes (BHARGAVA; LEONARD, 1996; TANOMARU et al., 2008; USEPA, 2008).

A estrutura química de TCS, um bifenol halogenado, pode ser classificada como um hidrocarboneto aromático halogenado, contendo grupos fenol, éter difenílico e policlorados funcionais. Dentre o número de antissépticos fenólicos que são sintetizados, os halogenados apresentam uma maior atividade contra bactérias Gram-positivas do que Gram-negativas e fungos. Tais compostos são eficazes devido a sua integração e interrupção da função da membrana celular bacteriana e inibição da proteína transportadora enoil-redutase, pela sua ligação com os resíduos de aminoácidos dos sítios ativos desta enzima, incluindo a síntese de RNA e de ácidos graxos. Desta forma, as sínteses de lipídeos, fosfolipídeos, lipoproteínas e lipopolissacarídeos ficam prejudicadas, e, eventualmente, pode resultar em morte celular (CORRÊA, 2012; DANN; HONTELA, 2011; RIBEIRO, 2006).

A eficácia dos antimicrobianos pode ser bastante afetada pela formulação do produto final, de modo que os produtos com os mesmos níveis de antimicrobianos podem demonstrar diferentes níveis de eficácia em soluções com variados compostos. O TCS, de natureza não iônica, exibe sensibilidade a diferenças de pH, formulações catiônicas, alguns emolientes, umectantes e tensoativos, responsáveis pela emulsificação de formulações. A atividade do TCS também é influenciada pela quantidade e tipo de tensoativo usado na formulação, pois quando associados, estas moléculas podem se agregar em água para formar estruturas micelares, partes integrantes do processo de emulsificação de desodorantes, podendo levar a uma diminuição ou inativação do triclosan; pois suas moléculas podem ser captadas pelas micelas. Através da combinação de certos tensoativos e outros ingredientes de cuidados da pele em proporções específicas, a interação entre TCS e as micelas pode ser reduzida para que seja restaurada a atividade antimicrobiana da formulação, devolvendo o TCS para a solução. Assim, a atividade de qualquer produto com TCS, bem como outras formulações antimicrobianas, devem ser testadas quanto sua eficácia através de testes *in vitro* e *in vivo* (JONES et al., 2000; LEVY et al., 1999).

As concentrações de TCS em produtos para cuidados pessoais estão tipicamente na faixa 0,1 a 0,3% por peso de produto acabado. Apesar de que tais concentrações já tenham sido testadas e comprovadas em relação a sua eficácia e segurança, e, ainda que não sejam esperados efeitos adversos na saúde de crianças ou adultos que usam os produtos como se pretende, a exposição ao TCS, apesar do amplo uso, pode vir a causar problemas de saúde, tais como: resistência aos antibióticos, irritações da pele, a desregulação endócrina, aumento das taxas de alergias e de formação de subprodutos cancerígenos. Poucos são os estudos publicados que investigaram os problemas de saúde emergentes em torno do uso deste antimicrobiano em cosméticos, porém, tem focado principalmente em sua toxicidade em animais de laboratório, seres humanos, o seu destino no ambiente, ou sua ligação com antibiótico e resistência cruzada (DANN; HONTELA, 2011; MOSS et al., 2000).

Em março de 2010, o TCS foi removido da lista provisória, da União Europeia, de conservantes usados para uso em alimentos e materiais que entrem em contato com tais. Ao contrário de alguns outros compostos organoclorados, o uso de TCS não é altamente regulado, pois tem uma toxicidade aguda baixa e é geralmente aceito, bem tolerado e seguro. Em 2008, o FDA (Food and Drug Administration), solicitou a realização de testes de caracterização de toxicidade cutânea do triclosan devido a dados insuficientes de toxicidade dérmica. Os estudos solicitados foram de carcinogênese dérmica em um modelo animal e estudos de fototoxicidade adequados (FDA, 2008; SCCS, 2010).

Mecanismo de ação frente a micro-organismos

Durante a última década e até muito recentemente, o TCS tem sido alvo de vários estudos centrados na avaliação do seu destino e disseminação devido à sua natureza complexa, suas baixas e potentes concentrações. Além, dele ser um poluente que pode ser detectado em todos os tipos de ambientes incluindo os aquáticos, domésticos, solos, poeira interior, e em organismos vivos como animais e humanos. A presença de TCS nos lares é mais provável associado com derramamentos de produtos de cuidados pessoais líquido, uso de aerossóis, células mortas da pele, e difusão de têxteis tratados com este bactericida (LEVY et al., 1999; USEPA, 2008).

McMurray, McDermott e Levy (1999), demonstraram em um estudo com *Escherichia coli* que a atividade antisséptica de TCS é devido à sua capacidade para bloquear a síntese de ácidos graxos. Para aumentar sua eficácia, este tem sido associado ao citrato de zinco, um agente antimicrobiano complementar. *Staphylococcus aureus* é um importante patógeno humano, capaz de colonizar vários locais no corpo humano, mas a boca e as mãos são os principais reservatórios para a propagação deste germe, por conseguinte, seu controle é extremamente relevante em teste para a determinação de propriedades antissépticas em produtos de higiene (TANOMARU et al., 2008).

Estudos compararam a atividade *in vitro* de TCS com alguns AA tópicos comuns: hexaclorofeno, gentamicina, neomicina, nistatina, clotrimazol e ácido salicílico. Seus resultados mostraram que o triclosan é de 10 a 100 vezes mais potente que hexaclorofeno contra *Escherichia coli*, *Klebsiella* e *Salmonella sp.*, mas menos eficaz contra *Streptococcus* e *Propionibacterium*. Triclosan é eficaz contra a produção de amônia por certas bactérias residentes da pele, produzindo uma prolongada redução do crescimento das bactérias axilares. Como o triclosan tem sido utilizado com sucesso em preparações desodorantes, verificou-se a inibição da atividade de *Staphylococcus sp.* e *Corynebacterium sp.*, responsáveis pela decomposição da transpiração humana, reduzindo assim os odores axilares. A substantividade de sua ação é sustentada por seus atributos positivos no controle ou erradicação de bactérias e de infecção (BHARGAVA; LEONARD, 1996).

Uma série de estudos de biomonitorização em humanos, em relação a concentração de TCS em fluidos biológicos, tem sido relatada com concentrações que variaram de 1 a 3,790 mg/L, em urina, cerca de 70% das amostras testadas apresentaram resultado positivo. As concentrações mais baixas, entre 0,52, 0,03 e 0,07-0,54 mg/L foram encontradas, respectivamente no soro, plasma e no leite materno. A grande variabilidade das concentrações de TCS é em função da origem e localização das amostras; além disso, o TCS pode não mostrar uma evolução substancial de concentração ao longo dos anos, porém sua bioacumulação e impregnação podem expor a população a um provável risco (BEDOUX et al., 2012; CALAFAT et al., 2008).

Estudo dos efeitos tóxicos agudos e crônicos do triclosan realizados em produtos cosméticos

Os produtos cosméticos devem ser seguros segundo as condições normais e previsíveis de uso. Um efeito tóxico pode se manifestar em diversos graus de severidade, abrangendo desde uma toxicidade local até efeitos sistêmicos de elevada gravidade (hepatotoxicidade, toxicidade renal, entre outros) (BRASIL, 2003).

Os testes para a avaliação da toxicidade mais comuns realizados nos produtos cosméticos são os seguintes (BRASIL, 2003):

- (a) **toxicidade aguda** → fornece dados sobre o início, a natureza e duração da intoxicação associada a morte; determina a classe toxicológica; caracteriza a dose resposta que conduz ao cálculo da DL50 (dose letal);

- (b) **toxicidade sub-crônica (curta duração)** → dose de não observação de efeitos (NOEL); identifica os órgãos afetados e a severidade dos danos após exposições repetidas; determina se o efeito é devido ao acúmulo ou não da substância;
- (c) **toxicidade crônica (longa prazo)** → observam-se os efeitos tóxicos após exposição prolongada;
- (d) **sensibilização cutânea** → doses repetidas da substância com ou sem adjuvantes por semanas e o eritema é monitorado;
- (e) **efeitos locais para a pele e olhos** → avaliação dos efeitos diretos sobre a pele e os olhos e se a irritação é reversível ou irreversível. Os parâmetros avaliados são: eritema, escara, edema, corrosão, alterações da conjuntiva, córnea, íris e cristalino.

No caso específico do triclosan, este é completa e rapidamente absorvido no trato gastrointestinal, enquanto que uma baixa taxa de absorção ocorre por via dérmica. Ele é excretado na urina principalmente na sua forma conjugada. No entanto, a exposição humana ao TCS tem sido verificada devido a sua bioatividade *in vitro*, porque pode alterar a flora normal da pele, a mucosa oral, os intestinos, e até maturação normal do sistema imune. Do ano de 2005 a 2006, nos Estados Unidos, um estudo mostrou ter associado positivamente a sensibilização alérgica, após testes em ratos, crianças e adultos com asma, com a presença de triclosan em urina (BERTELSEN et al., 2013).

O Triclosan já foi bastante utilizado na prevenção de infecções e relacionado a dermatites atópicas e dermatites de contato. Com efeito, TCS tem uma toxicidade baixa e a sua utilização está associada com uma muito baixa incidência de sensibilização e irritação mesmo quando aplicado sobre a pele danificada. Estudos documentaram a eliminação de *Staphylococcus aureus* resistente à metilicina, demonstraram a eficácia do triclosan no tratamento de dermatite atópica moderada e dermatite de contato, com a colonização da pele reduzida por diferentes bactérias, melhoria de prurido, e, leve poder anti-inflamatório. O desenvolvimento de resistência ao TCS foi demonstrado por alguns autores que não concordam com a extensa utilização deste, que potencialmente pode levar à seleção de organismos resistentes. Os resultados do estudo apresentam uma prevalência muito baixa de sensibilização para produtos que contêm triclosan (4 de 275 pacientes; 1,4%) numa população de doentes com elevado risco de sensibilização. De fato, os presentes pacientes testados foram afetados por um tipo diferente de eczema, incluindo pacientes com dermatite atópica e dermatite de contato. O grupo de pesquisa relatou uma prevalência de sensibilização de triclosan de 0,8% em um grande estudo envolvendo 2295 pacientes. Em suma, o triclosan, é bem tolerado e é raramente sensibilizante em pacientes acometidos por eczemas, dermatites atópicas, pois apesar da sensibilização, o TCS se mostrou adequado na redução de agentes patogênicos e em alguns casos, na melhoria destas doenças (GIROLOMONI, 2008; SCHENA, 2008).

SAVAGE e colaboradores (2012) demonstraram um aumento do risco de sensibilização mais pronunciado em indivíduos do sexo masculino para todas as associações identificadas. Já em relação ao TCS, isoladamente, foi observada uma interação estatisticamente significativa entre a exposição ao triclosan e do sexo sobre o risco de sensibilização alimentar. Encontraram e identificaram uma concentração dependente da significativa associação entre a exposição e utilização de TCS, embora este já tenha sido associado a rinites alérgicas, dados sugerem que a sensibilização pode ser devido às suas propriedades antimicrobianas, ao invés de seus efeitos de desregulação endócrina. Mais estudos terão de examinar os efeitos deste antimicrobiano na pele, por via oral, e na flora intestinal e para determinar a relação temporal entre a exposição e o desenvolvimento de sensibilização alérgica (SAVAGE et al., 2012).

Um estudo do potencial de exposição diária do triclosan contido em dentrífcios foi realizado por 14 dias em 12 voluntários adultos humanos e foram investigados: a presença no plasma da substância 4β-hidroxicolesterol, indução de CYP3A4 e alterações no estado hormonal da tireoide. O aumento da concentração do triclosan no plasma de

0,009-0,81 ng/g para 26-296 ng/g está dentro do nível plasmático permitido de 4 mg para uma dose oral. Foi concluído neste estudo que o uso do dentrífcio contendo triclosan não foi susceptível de alterar o metabolismo de medicamentos via indução CYP3A4 ou causar eventos adversos por causa de distúrbios da tireoide em seres humanos (ALLMYR et al., 2009).

Em um outro estudo sobre avaliação de farmacocinética e segurança após a aplicação dérmica em 6 voluntários de uma emulsão contendo 2% de triclosan como agente antimicrobiano. Foi calculada a absorção percutânea a partir da excreção urinária que foi de 5,9%. Esta quantidade absorvida sugere que a exposição sistêmica foi de 890 vezes inferior a correspondente NOAEL (nível de efeito adverso não observado). O triclosan por ser lipossolúvel mostrou-se seguro quando utilizado em cremes A/O (fase externa oleosa) (JONES et al., 2000).

Em uma pesquisa realizada sobre a toxicidade em doses repetidas levou-se em consideração várias espécies e vias de exposição. Utilizou-se babuínos (via oral), ratos (via cutânea), coelhos (via dérmica) e hamster (via oral). O valor de NOAEL do triclosan calculado para efeitos de irritação local foi < 10 mg/Kg/dia por todas as vias. Já o valor de NOAEL para toxicidade sistêmica foi < 1000 mg/Kg/dia. Observou-se aumentos significativos de nefropatia e problemas gastrointestinais em hamster machos e fêmeas, e em somente machos efeitos significativos em epidídimo e testículos. Estes fatos relatados aconteceram quando em nível de dose elevada de 250 mg/Kg/dia, porém não para a dose de 75 mg/Kg/dia (BHARGAVA; LEONARD, 1996).

O uso de dados de concentração em função do tipo de produto é limitado, porém a concentração de uso do triclosan em produtos cosméticos está entre 0,01 a 0,3%. Há uma preocupação quanto ao uso de triclosan em categoria de produtos que poderiam aumentar a possibilidade de exposição do usuário que são os aerossóis. No entanto, a maioria das partículas formadas nas dispersões cosméticas na forma de aerossóis são suficientemente grandes de tal modo que são depositadas na região naso-faríngea, não atingindo os alvéolos pulmonares (RODRICKS et al., 2010).

Degradação do Triclosan e potencial carcinogênico

Devido à ampla utilização de produtos contendo TCS, a sua degradação incompleta no tratamento de esgoto: metil-triclosan foi detectado em várias matrizes ambientais, incluindo águas residuais, de água doce, amostras de água do mar e sedimentos, peixes e leite materno humano. TCS também tem sido detectado em solos agrícolas em aplicação no solo a partir de uma estação de tratamento de águas residuais. Como TCS inibe uma larga gama de micro-organismos, a sua presença no ambiente pode criar possíveis riscos de deterioração (ADOLFSSON-ERICI et al, 2002; RAFQAH et al., 2006).

A degradação microbiana dos compostos halogenados é dificultada principalmente pelos substituintes e os seus intermediários tóxicos. A maioria dos métodos resulta na degradação parcial ou geração de produtos finais tóxicos como fenóis clorados, trihalometanos e dioxinas, que são conhecidas por serem cancerígenas. O TCS sofre degradações e conversões quando irradiado com luz UV ou luz solar. A meia-vida varia com valores de pH podendo ser estimada na ordem de minutos a horas em condições naturais de luz solar. A fotólise do triclosan em água leva a hidrólise, a descloração, e dioxinas 2,8- dichlorodibenzo-p-dioxina e 2,4-diclorofenol por alta energia luz UV, ou a luz solar natural (MURUGESAN et al., 2011; OZAKI, 2011).

As dioxinas são substâncias decorrentes da degradação do TCS em solução aquosa, sob irradiação UV. Dioxinas cloradas são agentes cancerígenos conhecidos e estudos epidemiológicos confirmaram que as dioxinas podem causar anormalidades reprodutivas e de desenvolvimento em humanos. Seria um grave problema se grandes quantidades deste precursor fossem dispostas em nosso ambiente de vida. Um método apropriado de tratamento de resíduos para o TCS, que tem sido amplamente utilizado, é o uso de fotocatalisadores a base de dióxido de titânio (TiO₂); que atuam na destruição de compostos orgânicos na água poluída. Tal estudo demonstrou que a oxidação fotocatalítica por UV a

365nm foi um processo eficaz para sua degradação, mostrando ser uma abordagem viável para o tratamento do TCS. RAFQAH e colaboradores (2006) relataram uma transformação de TCS, induzida por fotocatalise utilizando dióxido de titânio, e afirmaram que, quando irradiado por uma luz UV, exclusivamente, na sua forma aniônica é degradado e os produtos encontrados são altamente tóxicos (2,8-dichlorodibenzo-p-dioxinas e 2,7-dichlorodibenzo-p-dioxina) e apresentam altos rendimentos (CANOSA et al., 2005; RAFQAH et al., 2006; YU et al., 2006).

Mais pesquisas são necessárias para estudar os efeitos do pH, salinidade, umidade, na cinética de fotodegradação do triclosan. Os estudos de química e conversões biológicas são importantes para a avaliação dos riscos ambientais dos ecossistemas e à saúde humana. Nos últimos anos, a tecnologia de nanopartículas tem sido cada vez mais utilizada para desalogenação redutora de poluentes halogenados, seguida de degradação oxidativa, para a degradação completa do TCS (ARANAMI; READMAN, 2007; MURUGESAN et al., 2011).

Uso do triclosan em cosméticos segundo as legislações pertinentes

O TCS é amplamente aceito internacionalmente para uso em cuidados da pele, higiene bucal e em formulações desodorantes. Embora as novas preocupações que foram levantadas a respeito do recente uso generalizado em ambientes de cuidados de saúde, sua aceitação e aplicação, são baseadas em sua segurança e eficácia antimicrobiana por meio de testes. O TCS oferece um papel que é exclusivo, além de proteger a pele delicada e rapidamente, apresenta atividade antimicrobiana de amplo espectro. A regulamentação de produtos cosméticos difere de acordo com o país onde o produto é comercializado. TCS está presente na lista de ingredientes autorizados para cosméticos dos principais órgãos reguladores no mundo, são eles: a COLIPA, composta por comitês científicos, da União Europeia; o USEPA e, FDA nos Estados Unidos (BEDOUX et al., 2012; CANOSA et al., 2005; JONES et al., 2000).

O FDA, em 1994, concluiu que TCS seria um produto considerado com informações insuficientes sobre sua segurança, eficácia, potencial de carcinogenicidade dérmica como resultado da aplicação cutânea. Em 2008, o FDA recomendou que um estudo de carcinogenicidade dérmica deveria ser conduzido com TCS para que fossem fornecidos dados confiáveis sobre seus efeitos da exposição a longo prazo. As principais razões para estas recomendações incluem: o alto volume de exposição dérmica em todo o mundo; um nível significativo de exposição de vários produtos que contêm TCS em todas as faixas etárias para a duração do tempo de vida; e, a falta de dados publicados sobre os efeitos do uso em longo prazo de TCS em carcinogenicidade por via dérmica. Além disso, a FDA recomendou a realização de estudos para tratar a fototoxicidade do TCS (FDA, 2008).

Segundo as conclusões e recomendações expressas no parecer do Scientific Committee On Cosmetic (SSC), da União Européia, sobre a resistência ao TCS, em 2002, o uso de TCS é considerado seguro em produtos cosméticos como conservante e não há necessidade de se estabelecer um novo limite de concentração (máxima 0,3%) para seu uso. Em 2006, o SSC reviu trabalhos científicos recentes a época, pois o TCS foi identificado em leite humano de algumas populações europeias, e, novamente devido a ocorrências de resistência cruzada a antibióticos e biocidas. O comitê requereu a apresentação de um dossiê para uma avaliação toxicológica do uso seguro de TCS (SCCNFP, 2002; SCCP, 2006).

Em 2009, o SCCP concluiu que a utilização do TCS como um conservante na concentração de máxima de 0,3%, seu uso em cremes dentais, sabonetes, sabonetes, geis de banho, desodorantes e qualquer uso adicional de TCS em pós faciais e corretivos é considerado seguro. Já o uso em produtos sem enxágue (leave-on) e em enxaguatórios bucais não é considerado seguro para o consumidor devido a elevada exposição (SCCS, 2011; SCCP, 2009).

Em 2010, a COLIPA emitiu opinião formal em relação ao TCS e concluiu que a identificação dos mecanismos de resistência microbiana é muito importante e deve ser estendida a outros biocidas, permitindo uma melhor compreensão das interações com células bacterianas para garantir que a sua utilização seja benéfica. As altas concentrações ambientais de TCS não podem ser devidamente identificadas nem quantificadas, pois a presença de outros antibióticos, no meio ambiente, pode afetar as populações microbianas, o que impediria a avaliação dos efeitos do TCS sozinho (SCCP, 2010).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) revisou em fevereiro de 2014 o parecer técnico da Câmara Técnica de Cosméticos – CATEC sobre o assunto do uso do triclosan. O parecer final de análise ainda é não conclusivo quanto à relação entre o uso de antitranspirantes e câncer de mama conforme as constantes notícias publicadas na mídia. No entanto, recentes pesquisas *in vitro* que relacionam o uso de alumínio com fatores que poderiam levar a um câncer de mama, não têm comprovação científica e correlação significativa em estudos *in vivo*. A ANVISA publicou na RDC 29/2012, uma lista das substâncias de ação conservante permitidas para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, na qual o TCS aparece com concentração máxima autorizada de 0,3%, não apresentando restrições específicas (BRASIL, 2014; BRASIL, 2012).

O Brasil que ocupa o terceiro lugar no ranking do mercado mundial no setor de produtos de cosméticos é um país que possui grande potencial de crescimento por ser fonte de princípios ativos e insumos, principalmente naturais, e está aberto ao uso de novas tecnologias. Além disso, apresenta aumento do consumo e de avanços na área regulatória destes tipos de produtos. A indústria cosmética tem investido na utilização da nanotecnologia, pois esta é capaz de melhorar as propriedades, características de um material ou de uma matéria-prima, incluindo a funcionalidade, como: melhorar a disponibilidade ou estabilidade, diminuir a perda de eficácia e até mesmo a degradação de produtos, aumentando a aceitação pelos consumidores. No caso do TCS, ele pode ser encapsulado num sistema de nanoesferas, formadas por uma matriz polimérica, onde o ativo fica retido ou adsorvido; liberando lentamente o conteúdo de seu interior; podendo ser associado ao TCS não encapsulado para prolongar seu efeito desodorante e diminuir a irritação (CORRÊA, 2012; DAUDT et al., 2013).

6. Conclusão

Os resultados de estudos do TCS como conservante em produtos cosméticos, *in vitro* e em experimentações animais, mostram que seus efeitos tóxicos à saúde humana ainda não são totalmente conhecidos e conclusivos. No entanto, há uma grande preocupação com a atividade contaminante do triclosan encontrado em diferentes sistemas ambientais tanto aquáticos como em solos. Novos estudos na área cosmética devem ser considerados, como o uso da nanotecnologia, visando o aumento da eficácia dos produtos assim como a garantia da segurança à saúde dos usuários.

Referências

- ADOLFSSON-ERICI, M.; PETTERSSON, M.; PARKKORNEN, J.; STURVE, J. Triclosan, a commonly used bactericide found in human milk and in the aquatic environment in Sweden. **Chemosphere**, v. 46, n.9-10, p. 1485-1489, abr. 2002.
- ALLMYR, M.; PANAGIOTIDIS, G.; SPARVE, E.D.; DICZFALUSY, U.; SANDBORGH-ENGLUND G. Human exposure to triclosan via toothpaste does not change CYP3A4 activity or plasma concentrations of thyroid hormones. **Basic & Clinical Pharmacology and Toxicology**, v.105, n.5, p.339-344, nov. 2009.
- ARANAMI, K.; READMAN, J.W. Photolytic degradation of triclosan in freshwater and seawater. **Chemosphere**, v.66, n.6, p.1052-1056, fev. 2007.
- BEDOUX, G.; ROIG, B.; THOMAS, O.; DUPONT, V.; LE BOT, B. Occurrence and toxicity of antimicrobial triclosan and by-products in the environment.

Environmental Science Pollution Research International, v.19, n.4, p. 1044–1065, may. 2012.

BENOHANIAN, A. Antiperspirants and Deodorants. **Clinics in Dermatology**, v. 19, n.4, p.398-405, jul-aug. 2001.

BERTELSEN, R.J.; LONGNECKER, M.P.; LOVIK, M.; CALAFAT, A.M.; CARLSEN, K-H.; LONDON, S.J.; LODRUP CARLSEN, K.C. Triclosan exposure and allergic sensitization in Norwegian Children. **Allergy**, v.68,n.1, p.84-91, jan. 2013.

BHARGAVA, H. N.; LEONARD, P.A. Triclosan: applications and safety. **American Journal of Infection Control**, v. 24, n. 3, p. 209-218, jun. 1996.

BRASIL. ANVISA. Decreto nº 79490, de 05 de janeiro de 1977. Regulamenta a Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976, que submete a sistema de vigilância sanitária os medicamentos, insumos farmacêuticos, drogas, correlatos, cosméticos, produtos de higiene, saneantes e outros. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 01 maio 2015.

BRASIL. ANVISA. RDC Nº 211, de 14 de julho de 2005. Estabelece a Definição e a Classificação de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, conforme Anexo I e II desta Resolução e dá outras definições. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 01 maio 2015.

BRASIL. ANVISA. Segurança do Paciente em Serviços de Saúde: Higienização das Mãos. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://bvsmis.saude.gov.br>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

BRASIL, ANVISA. RDC Nº 29, de 1º de junho de 2012. Aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre “Lista de Substâncias de Ação Conservante permitidas para Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes” e dá outras providências. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

BRASIL. ANVISA. Parecer Técnico da Câmara Técnica de Cosméticos – CATEC, n.1, de 14 de fevereiro de 2014. Uso de antitranspirantes e sua relação com câncer de mama. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 22 mar. 2015.

BRASIL. ANVISA. Guia para Avaliação de Segurança e Eficácia de Produtos Cosméticos. In. Brasília; Agência Nacional de Vigilância Sanitária, p. 47, 2003.

CALAFAT, A. M.; XIAOYUN, Y.; LEE-YANG, W.; REIDY, J.A.; NEEDHAM, L.L. Urinary Concentrations of Triclosan in the U.S. Population: 2003–2004. **Environmental Health Perspectives**, v.116, n. 3, p. 303-307, mar. 2008.

CANOSA, P.; MORALES, S.; RODRÍGUEZ, I.; RUBÍ, E.; CELA, R.; GÓMEZ, M. Aquatic degradation of triclosan and formation of toxic chlorophenols in presence of low concentrations of free chlorine. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 383, n.7-8, p. 1119–1126, dec. 2005.

CHIAPETTA, S. C.; OLIVEIRA, E.C.B.; OLIVIER, B.C.; MERCANTE, L.A.; HENRIQUES, D.M.; PEREIRA NETTO, A.D. Intralaboratory Validation, Comparison and Application of HPLC-UV-DAD Methods for Simultaneous Determination of Benzalkonium Chloride, Chlorhexidine Digluconate and Triclosan. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.22, n.10, p. 1913-1920, jul. 2011.

CORRÊA, M.A. Cosmetologia Ciência e Técnica. São Paulo: Ed Medfarma, 2012.

CUNHA, M.L.C.; PRONIANOY, R.S. Banho e colonização da pele do pré-termo. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v.27, n. 2, p. 203-208, jun. 2006.

DANN, A.B.; HONTELA, A. Triclosan: environmental exposure, toxicity and mechanisms of action. **Journal of Applied Toxicology**, v. 31, n.4, p.285-311, may. 2011.

DAUDT, R.M.; EMANUELLI, J.; KÜLKAMP-GUERREIRO, I.C.; POHLMANN, A.R.; GUTERRES, S.S. A nanotecnologia como estratégia para o desenvolvimento de cosméticos. **Ciência e Cultura**, v.65, n.3, p.28-31, jul. 2013.

FDA – Food and Drug Administration - Department of Health and Human Services. Triclosan - supporting information for toxicological evaluation by the national toxicology program. U.S, 2008.

FIORENTINO, F.A.M. **Desenvolvimento e controle de qualidade de formulação cosmética contendo digluconato de clorexidina**. 2009. 164p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2009.

JONES, R.D.; JAMPANI, H.B.; NEWMANN, J.L.; LEE, A.S. Triclosan: A review of effectiveness and safety in health care settings. **American Journal of Infection Control**, v.28, n.2, p. 184-196, apr. 2000.

KIPPENBERGER, S.; HAVLICEK, J.; BERND., A.; THACI, T.; KAUFMANN, R.; MEISSNER, M. Nosing Around the human skin: What information is concealed in skin odour?. **Experimental Dermatology**, v.21, p.655-659, may. 2012.

LEVY, C.W.; ROUJEINIKOVA, A.; SEDELNIKOVA, S.; BAKER, P.J.; STUITJE, A.R.; SLABAS, A.R.; RICE, M. Molecular basis of triclosan activity. **Nature**, v. 398, n.6726, p.383-384, apr. 1999.

MCGRATH, K. G. Apocrine sweat gland obstruction by antiperspirants allowing transdermal absorption of cutaneous generated hormones and pheromones as a link to the observed incidence rates of breast and prostate cancer in the 20th century. **Medical Hypotheses**, v. 72, n.6, p.665-674, mar. 2009.

MCMURRY, L. M.; MCDERMOTT, P.F.; LEVY, S. B. Genetic Evidence that InhA of Mycobacterium smegmatis is a Target for Triclosan. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 43, n. 3, p. 711-713, mar. 1999.

MOSS, T.; HOWES, D.; WILLIAMS, F. M. Percutaneous penetration and dermal metabolism of triclosan (2,4,4'-Trichloro-2'-hydroxydiphenyl Ether). **Food and Chemical Toxicology**, v. 38, n.4, p.361-370, mar. 2000.

MURUGESAN, K. BOKARE, V.; JEON, J.; KIM, E.; KIM, J.; CHANG, Y. Effect of Fe-Pd bimetallic nanoparticles on Sphingomonas sp. PH-07 and a nano-bio hybrid process for triclosan degradation. **Bioresource Technology**, v.102, p.6019-6025, feb. 2011.

NASCIMENTO, L. P.; RAFFIN, R. P.; GUTERRES, S. S. Aspectos atuais sobre a segurança no uso de produtos antiperspirantes contendo derivados de alumínio. **Infarma**, v.16, n. 7-8, p. 66-72, out. 2004.

OZAKI, N. Photodegradation of the synthetic fragrance OTNE and the bactericide triclosan adsorbed on dried loamy sand – Results from models and experiments. **Chemosphere**, v. 83, p.475-1479, jan. 2011.

PAIVA, S.E.; MURAI, H.G. Eficácia do uso do álcool etílico 70% na anti-sepsia da pele antes da administração vacinal. **Revista de Enfermagem - UNISA**, v.6, p. 85-8, mar. 2005.

QUATRALE, R.P.; WALDMAN, A.H.; ROGERS, J.G.; FELGERS, C.B.; The mechanism of antiperspirant action by aluminum salts. The effect of cellophane tape stripping on aluminum salt-inhibited eccrine sweat glands. **Journal of the Society of Cosmetic Chemists**, v.32, p. 67-73, mar-apr. 1981.

- RAFQAH, S.; WONG-WAH-CHUNG, P.; NELIEU, S.; EINHORN, J.; SARAHA, M. Phototransformation of triclosan in the presence of TiO₂ in aqueous suspension: Mechanistic approach. **Applied Catalysis B: Environmental**, v. 66, n.1-2, p.119-125, jan. 2006.
- REIS, L. M.; RABELLO, B.R.; ROSS, C.; SANTOS, L.M.R. Avaliação da atividade antimicrobiana de antissépticos e desinfetantes utilizados em um serviço público de saúde. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v.64, n.5, p.870-5, set-out. 2011.
- RIBEIRO, C. J. **Cosmetologia Aplicada à Dermoestética**, 1ª Ed, São Paulo: Ed Pharmabooks, 2006.
- RODRICKS, J.V.; SWENBERG, J.A.; BORZELLECA, J.F.; MARONPOT, R.R.; SHIPP, A.M. Triclosan: a critical review of the experimental data and development of margins of safety for consumer products. **Critical Reviews in Toxicology**, v.40, n.5, p.422-484, maio 2010.
- SAVAGE, J. H.; MATSUI, E.C.; WOOD, R.A.; KEET, C.A. Urinary levels of triclosan and parabens are associated with aeroallergen and food sensitization. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 130, n.2, p. 453-460, aug. 2012.
- SCCNFP/0600/02 (2002). **Evaluation and opinion on: Triclosan**. Adopted by the SCCNFP during the 21st Plenary Meeting of 17 September 2002.
- SCCP/1040/06 (2006). **Opinion on triclosan**. Adopted by the SCCP during the 9th plenary meeting of 10 October 2006.
- SCCP/1192/08 (2009). **Opinion on triclosan**. The SCCP adopted this opinion at its 19th plenary of 21 January 2009.
- SCCS/1251/09 (2010). **Opinion on triclosan** - antimicrobial resistance. The SCCS approved this opinion at its 7th plenary of 22 June 2010.
- SCCS/1414/11 (2011). **Opinion on triclosan, addendum to the SCCP**. Opinion on Triclosan (SCCP/1192/08) from January 2009. The SCCS adopted this opinion at its 10th plenary meeting of 22 March 2011.
- SCHENA, D.; PAPAGRIGORAKI, A.; GIROLOMONI, G. Sensitizing potential of triclosan and triclosan-based skin care products in patients with chronic eczema. **Dermatologic Therapy**, v. 21, suppl. 2, p. S35-S38, out. 2008.
- SHAHTALEBI, M. A.; GHANADIAN, M.; FARZAN, A.; SHIRI, N.; SHOKRI, D.; FATEM, S.A. Deodorant effects of a sage extract stick: Antibacterial activity and sensory valuation of axillary deodorancy. **Journal of Research in Medical Sciences**, v.18, n.10, p.833-839, out. 2013.
- SHELLEY, W. B.; HURLEY, H.J. Studies on topical antiperspirant control of axillary hyperhidrosis. **Acta Dermatovener** (Stockholm), v.55, p.241-260, jan. 1975.
- SOARES, M.P.M. **Avaliação da eficiência de sabonetes com triclosan sobre suspensões bacterianas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* aplicadas sobre superfícies das mãos de voluntários**. 2013. 69p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2013.
- TANOMARU, J. M.; NASCIMENTO, A.P.; WATANABE, E.; MATOBA-JÚNIOR, F.; TANOMARU-FILHO, M.; ITO, I.Y. Antibacterial activity of four mouthrinses containing triclosan against salivary *Staphylococcus aureus*. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.39, n.3, p. 569-572, jul-sep. 2008.
- USEPA. 2008. REGISTRATION ELIGIBILITY DECISION FOR TRICLOSAN. Office of Prevention, Pesticides And Toxic Substances (7510P) EPA 739-RO-8009 September, 2008.

WILKINSON, J. B.; MOORE, R.J. Cosmetología de Harry. Madrid: Ed Díaz de Santos, 1990.

YU, J.C.; KWONG, T.Y.; LUO, Q.; CAI, Z. Photocatalytic oxidation of triclosan. **Chemosphere**, v.65, n.3, p.390-399, nov. 2006.

Recebido em 06/07/2015 e Aceito em 13/11/2015.

Estudo do impacto da utilização de ativos vegetais em fotoprotetores

The impact of the use of vegetables assets in sunscreens

Juliana Cajado Souza Carvalho¹, Paula Souza Prestes Garcia¹, Stéfano Rocha Vignol¹, Carla Aparecida Pedriali²

Resumo. A incidência de casos de câncer de pele tem aumentado nos últimos anos devido à grande exposição da população aos raios solares ultravioleta, sendo cada vez mais necessária a utilização de fotoprotetores. Sabe-se que atualmente a indústria utiliza filtros sintéticos em suas formulações, porém as pesquisas da área vêm propondo a substituição por filtros provenientes de compostos vegetais. Este artigo se propõe a analisar criticamente o impacto do uso de ativos vegetais em fotoprotetores, destacando o crescimento da indústria brasileira e a sustentabilidade, e as vantagens e as desvantagens desta utilização. Pesquisas revelam que a substituição total destes compostos nas formulações não é significativa para uma proteção solar eficaz. Entretanto, a mistura desses ativos naturais com filtros solares sintéticos pode ser uma alternativa, com grande possibilidade de potencialização do efeito. Novos estudos devem ser realizados para substituir os ativos sintéticos já utilizados, com vias de obter uma formulação fotoprotetora segura, eficaz e sustentável.

Palavras-chave: Fotoprotetores, Ativos vegetais, Câncer de Pele, Flavonoides.

Abstract. The incidence of skin cancer has been increasing in recent years because of the high exposure to ultraviolet rays, what makes the use of sunscreens more necessary than ever. It is known that industry uses synthetic filters in sunscreen formulation, but one trend for research area is the use of vegetables compounds as filters. Thus, this study aims to investigate the impact of the use of sunscreens with phytocosmetic active highlighting the environment issues, industry growth and advantages and disadvantages. Several studies have observed that the use of these compounds alone in the formulation was not effective. Thus, an alternative was the use concomitant of both natural and synthetic ingredients, resulting in the potentiating effect. This is an alternative to reduce the amount of synthetic agents used, obtaining a safer product with less adverse effect and lower cost to the consumer by the simplified production process. Further studies should be conducted in order to the natural agents can replace the synthetics ones, obtaining a safe, effective and sustainable formulation, causing less environment impact.

Key words: *Sunscreens, Vegetable Assets, Skin Cancer, Flavonoides*

¹ Instituto Racine – São Paulo

Curso de Pós-Graduação em Cosmetologia – Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Cosméticos

² Faculdade de Tecnologia de Diadema – FATEC Diadema

Curso Superior de Tecnologia em Cosméticos

¹jucajado@hotmail.com, ²capedriali@hotmail.com

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac

ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>

E-mail: interfacehs@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

1. Introdução

Entre 2014 e 2015, a incidência de novos casos de câncer no Brasil deve atingir a marca de 576 mil casos, sendo que destes o maior número seria o de câncer de pele (aproximadamente 182 mil novos casos) (INCA, 2014).

O principal fator causador deste tipo de tumor é a grande exposição aos raios solares ultravioleta (UV). Estes raios, ao incidirem sobre a pele, podem provocar diversas alterações, como a formação de espécies reativas de oxigênio (ERO), mudança no espessamento da camada espinhosa, entre outras alterações (BALOGH et al., 2011).

Um dos métodos mais eficazes de prevenção do câncer de pele é a utilização de fotoprotetores. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), (2012) define-se como proteção solar:

Qualquer preparação cosmética destinada a entrar em contato com a pele e lábios, com a finalidade exclusiva ou principal de protegê-la contra a radiação UVB e UVA, absorvendo, dispersando ou refletindo a radiação.

A ANVISA regulariza os produtos fotoprotetores como de grau risco 2 e ainda estabelece uma lista de filtros permitidos para a utilização, segundo a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº. 47 de 16 de março de 2006, pois muitos dos ativos que agem como fotoprotetores podem ser tóxicos ao organismo humano, causando reações alérgicas. Devido à grande restrição quanto à formulação e toxicidade dos filtros solares utilizados, diversos estudos indicam o uso de ativos vegetais como opção alternativa para as formulações fotoprotetoras.

Segundo Guaratini (2009), a escolha de matérias-primas para fotoprotetores deve ser baseada na capacidade de absorção da luz UV em associação com uma atividade antioxidante. A utilização de extratos de vegetais é uma opção viável, pois sua composição possui substâncias químicas capazes de absorver esse tipo de radiação.

Dentre as substâncias ativas presentes nos vegetais que podem ser empregadas a fim de proporcionar uma fotoproteção cutânea mais ampla à formulação, estão os antioxidantes como as vitaminas C e E, os taninos, alcaloides e flavonoides (SOUZA, CAMPOS, PACKER, 2013).

Os metabólitos secundários (substâncias complexas) nas plantas são os responsáveis por diferentes funcionalidades: (a) terpenóides - que atuam como defensores contra insetos e outros predadores e (b) compostos fenólicos - atua em atividades biológicas, como ação antiviral, antioxidante, antibacteriana, anti-inflamatória, entre outras (ALVES, 2001).

Os compostos fenólicos são estruturas químicas constituídas por um anel aromático ligado a um grupo doador de elétrons. Esses anéis possuem a característica de excitarem seus elétrons levando-os a um orbital de menor energia ao receber radiação UV, e, ao retornarem ao estado fundamental, liberarem a energia absorvida em forma de calor (GUARATINI *et al.*, 2009).

Este artigo tem como objetivo a análise crítica do uso de ativos vegetais em fotoprotetores associados ou não a outros filtros solares, destacando o crescimento da indústria brasileira e a sustentabilidade, e as vantagens e as desvantagens desta utilização.

2. Materiais e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido com base em diversos estudos de fotoproteção e ativos vegetais. Para a coleta das informações, utilizaram-se sistemas de busca em base de dados confiáveis, sendo estes: PubMed, Scholar, Science Direct e Scielo. Para a busca de artigos, utilizaram-se as seguintes palavras-chave: fotoproteção, ativos vegetais, atividade fotoprotetora e flavonoides. As buscas compreenderam o período entre 2000 e 2014 e contemplaram em sua grande maioria as publicações nacionais.

3. Referencial teórico

Os efeitos da radiação ultravioleta (UV) e o uso dos fotoprotetores

A exposição à radiação ultravioleta (UV) pode trazer grande impacto na vida das pessoas. O espectro UV encontra-se na faixa de comprimento de onda de 100 a 400 nm, onde é subdividido em radiação UVC (100-290 nm), radiação UVB (290-320 nm) e UVA (320-400 nm), que também pode ser subdividida em UVA 1 (baixo 320-340 nm) e UVA 2 (alto 340-400nm) (MATHEUS; KUREBAYASHI, 2002).

A busca estética por uma pele bronzeada vem sendo atacada pela comunidade médica, devido ao aumento do número de casos de câncer de pele, causados pela incidência dos raios UV, que ao entrarem em contato com a pele desprotegida podem desencadear uma série alterações fisiológicas (MUNHOZ *et al.*, 2012). A radiação ultravioleta em excesso pode causar efeitos agudos, como eritemas, queimadura solar e fotossensibilidade, e também crônicos: fotoenvelhecimento e câncer de pele (CORREA, 2012).

As ações prejudiciais da exposição ao sol sem proteção adequada ainda é citada por outros autores, que relatam danos ao DNA, ativação de proteínas de estresse, elevação nos níveis de espécies reativas de oxigênio (ERO), diminuição da eficácia dos sistemas antioxidantes naturais (MUNHOZ *et al.*, 2012), imunossupressão com a diminuição das células de Langerhans (CORREA, 2012), bem como diminuição da função das células apresentadoras de antígenos e ainda, a aparição de fotoconjuntivites e cataratas (DRAELOS, 2009).

Os raios UVB têm a capacidade de penetrar totalmente na epiderme, fazendo com que haja o espessamento da camada córnea, formação de eritema, transformação do ergosterol em vitamina D e a pigmentação indireta (MUNDSTOCK; FRASSON, 2005). Por possuir maior energia, estes raios podem provocar queimaduras e pigmentação da pele, devido à faixa de seu comprimento de onda (MANAIA *et al.*, 2013). Draelos (2009) cita que a relação de queratoses actínicas e carcinoma espinocelular estão diretamente associadas com a exposição crônica a radiação UVB e ainda, a absorção desta pelo DNA está ligada com a formação dos dímeros de pirimidina, ocasionadas por mutações no gene de supressão tumoral.

A radiação UVA possui nível de energia menor que a radiação UVB, penetrando mais profundamente na pele, podendo chegar à derme e causar dano às fibras elásticas, provocando elastose, promovendo o envelhecimento cutâneo e fotossensibilização. Períodos longos de exposição aumentam a susceptibilidade no desenvolvimento de carcinomas cutâneos (MUNDSTOCK; FRASSON, 2005).

Os efeitos causados pela radiação UVC não são sentidos pelo ser humano, pois esta é retida na camada de ozônio sem chegar à superfície terrestre, diferente das radiações UVB e UVA que chegam à nossa superfície numa proporção de 95% e 5%, respectivamente (POLONINI; RAPOSO; BRANDÃO, 2011).

Uma das maneiras mais eficazes de proteger o organismo humano dos efeitos da ação dos raios ultravioletas é a aplicação de protetores solares diretamente na pele.

Os protetores solares ou fotoprotetores são responsáveis por prevenir ou minimizar os efeitos prejudiciais da radiação solar na pele (PEDRIALI, 2012). Nos Estados Unidos, essa classe pertence ao grupo denominado "OTC" (*Over the Counter*), a mesma classe que os medicamentos de venda livre, já que são considerados preventivos de efeitos agudos (eritema) e crônicos (câncer de pele) (RIBEIRO *et al.*, 2004).

Os filtros solares, que estão contidos nos fotoprotetores, têm a função de absorver a energia da luz UV, emitindo-a como outra forma de energia, em um processo de reflexão e dispersão do calor (MILESI; GUTERRES, 2002). Estes podem ser divididos em químicos (orgânicos) e físicos (inorgânicos).

Os filtros orgânicos possuem uma parte aromática com grupamento carbonila e um substituinte doador de elétrons, em posição *orto* ou *para*, aminado ou metoxilado (DO

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – novembro de 2015

NASCIMENTO *et al.*, 2013). Essas moléculas recebem a radiação UV, fazendo seus elétrons de orbital nHOMO (alta energia) se excitarem para o orbital n * LUMO (baixa energia). Quando os elétrons retornam ao seu estado inicial, liberam energia em forma de calor (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

Os filtros inorgânicos são uma classe de filtros solares capazes de refletir e dispersar radiações UV e são visíveis por meio de uma barreira opaca formada pelo filme de partículas sobre a pele (DRAELOS, 2009). Os exemplos mais comumente usados são: o dióxido de titânio e o óxido de zinco; e são conhecidos por serem mais seguros e eficazes na proteção da pele, apresentando baixo índice de irritabilidade (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

Os filtros solares, tanto orgânicos quanto inorgânicos, têm sua eficiência mensurada a partir do valor de Fator de Proteção Solar (FPS).

Segundo a RDC Nº 30, de 1º de junho de 2012, Fator de Proteção Solar (FPS) é definido como: "valor obtido pela razão entre a dose mínima eritematosa em uma pele protegida por um protetor solar (DMEp) e a dose mínima eritematosa na mesma pele quando desprotegida (DMEp)" (BRASIL, 2012). Este valor obtido de FPS determina o potencial de proteção fotoprotetora frente à radiação UVB, sendo incerto ainda afirmar sua capacidade com relação à proteção da radiação UVA (CORREA, 2012).

A RDC nº 30/2012 estabelece que as metodologias válidas para a determinação do FPS devem ser realizadas *in vivo* e são obrigadas a seguir estritamente as normas publicadas no *Food and Drug Administration (FDA)*, *European Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association (COLIPA)* / *Japan Cosmetic Industry Association (JCIA)* / *Cosmetic, Toiletry, and Fragrance Association (CTFA-AS)* (BRASIL, 2012).

Apesar de possuir regulamentação quanto ao valor do FPS, a eficiência desta está diretamente relacionada com o modo de como a formulação é aplicada na pele - espalhamento, aplicação e reaplicação e quantidade de filtro utilizada (POLONINI; RAPOSO; BRANDÃO, 2011).

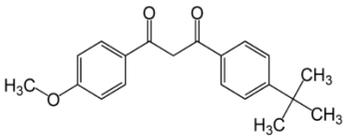
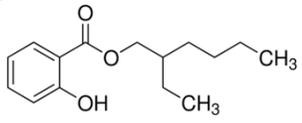
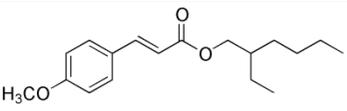
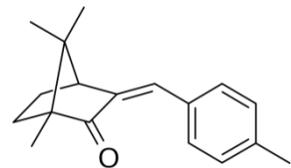
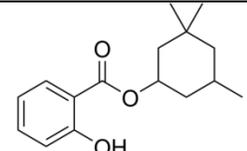
Eficiência da formulação fotoprotetora e os estudos de sua toxicidade

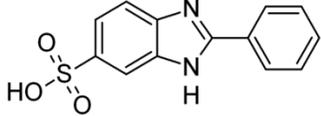
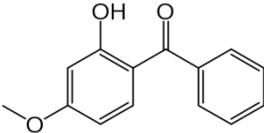
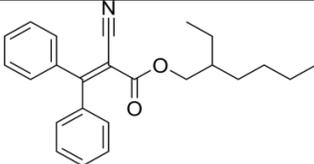
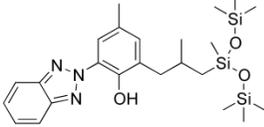
A eficiência do fotoprotetor deve-se principalmente à correta aplicação do produto na pele. O FDA padronizou, em 1978, sendo utilizada até hoje pela maioria dos órgãos, a quantidade de 2 mg/cm² como sendo a necessária para cobrir de maneira correta a superfície da pele, por meio do filme protetor (SCHALKKA; REIS, 2011). Foi evidenciado que as quantidades reais de filtro aplicado pelos consumidores chegam a ser 20 a 50% menor do que a quantidade de 2 mg/cm² (MILESI; GUTERRES, 2002), podendo em alguns casos obter FPS 8 ou 15 quando se é esperado FPS 30 para o mesmo produto (DRAELOS, 2009). Mesmo para filtros com hidrorresistência, o excesso de água pode levar a retirada de parte deste produto. A recomendação é para que se reaplique o filtro 2-3 horas após a prática de natação ou mesmo da exposição ao sol, devendo, inicialmente, ser aplicado 15-30 minutos antes da exposição ao sol e a primeira reaplicação 15-30 minutos após a exposição solar (DRAELOS, 2009).

Devido a constatação destes fatos, os fabricantes formulam produtos com maior FPS. Para tal, é necessário um aumento no número de ativos, que, por sua vez, aumenta o risco de o produto provocar algum tipo de reação alérgica, como irritabilidade cutânea ou as que pioram lesões já presentes na pele do indivíduo – acne, rosácea, dermatite atópica e seborreica (DRAELOS, 2009; MILESI; GUTERRES, 2002).

A Tabela 1 apresenta quais são os filtros solares mais utilizados na indústria. Sabe-se que a maioria deles está associada a fatores de fototoxicidade.

Tabela 1. Resumo dos filtros solares mais utilizados

Nome Usual	Nome comercial	INCI NAME	Estrutura	Região de proteção	Referência utilizada
Avobenzona	Escalol 517	Butyl Methoxydibenzoylmethane		UVA	(CORREA, 2012) (MILESI; GUTERRES, 2002).
Salicilato de etil hexila	Escalol 587	Ethyl Hexyl Salicylate		UVB	(WONG; ORTON, 2011).
Octilmetoxicinamato	Escalol 557	Ethylhexyl Methoxycinnamate		UVB	(Shaath, 2010). MILESI; GUTERRES, 2002).
4-Metilbenzildene Cânfora	Eusolex 6300	4-Methylbenzylidene Camphor		UVB	(BUSER et al; 2006)
Homossalato	Homossalato	Homosalate		UVB	(COLIPA, 2007). (SHAATH, 2010).

Fenilbenzamidazol Sulfônica	Parsol HS	Phenylbenzamidazole Sulfonic Acid		UVB	(Inbaraj et al., 2002). (Scalia et al., 2004).
Benzofenona-3	Eusolex 4360	Benzophenone-3		Amplo espectro	(GUSTAVSSON GONZALEZ, 2002).
Octocrileno	Eusolex OCR	Octocrylene		Amplo espectro	AVANEL-AUDREN et al., 2010).
Drometrizol Trisiloxano	Mexoryl XL	Drometrizole trisiloxane		Amplo espectro	Hughes et al; 2005.
Dióxido de titânio	Dióxido de titânio	Titanium Dioxide	TiO ₂	Amplo espectro	Brezová (2005)

A benzofenona-3, também conhecida como oxibenzona, é um filtro solar de espectro de absorção entre 270-350 nm, sendo capaz de absorver principalmente na faixa do UVA (GUSTAVSSON GONZALEZ, 2002). Estudos revelam que esta substância possui grande capacidade de absorção na pele, podendo chegar a vasos sanguíneos e ser detectada em exames de urina e sangue (SPIJKER *et al.*, 2008; GUSTAVSSON GONZALEZ, 2002). Gustavsson Gonzalez (2002) realizou experimento para a avaliação da capacidade de absorção deste composto. Para tal, sete voluntários utilizaram um fotoprotetor contendo 4% de benzofenona-3. Após 24 horas, a urina dos voluntários foi avaliada por meio da técnica de Cromatografia Líquida (HPLC). A média de benzofenona-3 encontrada no exame foi de 9,8 mg, uma média de 0,4% do total aplicado. Além disso, após a exposição à radiação solar a benzofenona-3 pode ser convertida em outros produtos químicos, sendo uma das causas mais comuns em alergenicidade (GUSTAVSSON GONZALEZ, 2002). Este filtro tem sido objeto de muita discussão atualmente, alguns estudos associam o uso da benzofenona-3 com a fotoalergia, urticária de fotocontato e alergia de contato com o seu uso (SPIJKER *et al.*, 2008).

O salicilato de etilhexila tem seu pico máximo de absorção em 305 nm, sendo mais efetivo para proteção em relação à radiação UVB (SHAATH, 2010). Os salicilatos são raramente associados à alergenicidade, e por isso considerados relativamente seguros (Wong e Orton, 2011). No entanto, Singh e Heck (2007) relatam em seu trabalho um caso de dermatite de contato com o composto etilhexil salicilato. Apesar deste estudo, poucas informações se têm a respeito de alergenicidade com salicilatos.

O filtro 4-metilbenzildene cânfora tem seu pico determinado em 300 nm e sua proteção é em relação à radiação UVB (SHAATH, 2010). Buser e colaboradores (2006) realizaram testes em sete diferentes lagos da Suíça e avaliaram a quantidade deste filtro nos músculos dos peixes da região. Por meio desse estudo, foi possível identificar um alto nível de contaminante demonstrando um potencial de risco para o meio ambiente.

Homossalato tem seu pico de absorção máximo a 308 nm e é um filtro solar para proteção da radiação UVB (SHAATH, 2010). Estudos demonstraram um potencial insignificante de potencial alergênico, mutagênico, além de baixa toxicidade e baixos valores de fototoxicidade à concentração de 10%, sendo considerado que, até esta concentração, o filtro não apresenta riscos ao consumidor (COLIPA, 2007).

Por sua vez, a fenilbenzamidazol sulfônica é uma molécula hidrofílica capaz de absorver na região de 290-320 nm, sendo efetiva contra a radiação UVB (SCALIA *et al.*, 2004). Esta possui alta fotoinstabilidade e é capaz de gerar espécies reativas de oxigênio, ocasionando o envelhecimento celular e danos ao DNA (INBARAJ *et al.*, 2002).

O octocrileno é um éster formado a partir da condensação do ácido difenilciano acrilato com 2-etil-hexanol. É um filtro orgânico muito utilizado na indústria como proteção UVB e uma pequena porção de proteção UVA. Normalmente é associado à cinamatos para um maior FPS (AVANEL-AUDREN *et al.*, 2010).

O dióxido de titânio (TiO₂) é um filtro inorgânico de coloração branca que pode ser usado também como pigmento. Possui alto poder de cobertura e índice de reflexão sobre a luz incidente e não produz fotossensibilização. Além disso, é um filtro de amplo espectro, capaz de absorver tanto radiações UVA quanto UVB (CORREA, 2012). Brezová (2005) realizou experimentos com produtos comerciais contendo dióxido de titânio em pó. Sob radiação *in situ*, os produtos passaram por uma análise de Ressonância Paramagnética de elétrons. Por meio deste, concluiu-se que a presença de dióxido de titânio pode estar relacionada ao aumento de radicais livres no corpo. A autora propõe que isto pode ser explicado por diferentes mecanismos de reação, como a fotoativação dos filtros UV e a interação entre os filtros fotoativados e os componentes da formulação. Este estudo identifica o potencial biológico deste tipo de filtro, porém ainda não há informações destes estudos *in vivo*.

A existência de tantos casos de filtros solares sintéticos que podem trazer alguma toxicidade ou alergenicidade ao ser utilizado causa cada vez mais preocupação para os formuladores. É por isso que se estudam alternativas de substituição ou diminuição da concentração dos filtros, de modo a reduzir esses efeitos nocivos. Atualmente, existe um número grande de pesquisas que relacionam os ativos vegetais como potenciais ativos fotoprotetores.

Ativos vegetais e sua extração

As pesquisas para descobertas de novos ativos tendem para a utilização de plantas que possuam compostos fenólicos em sua estrutura (POLONINI; RAPOSO; BRANDÃO, 2011), pois são dotadas de ação antioxidante (MUNHOZ et al., 2012) e possível ação fotoprotetora. Os anéis aromáticos, na presença da radiação UV absorvida, geram uma "excitação" na molécula fazendo com que esta migre para um nível de energia superior e depois retorne para o nível de energia inicial, liberando energia de menor potencial, porém absorvendo radiação UV (MUNHOZ et al., 2012). Tal utilização favorece o menor uso dos ativos sintéticos, principalmente se o ativo natural oferecer proteção tanto na faixa UVA quanto na faixa UVB (POLONINI; RAPOSO; BRANDÃO, 2011). Para a obtenção destes ativos, parcerias entre universidades e empresas são feitas, para que novos ativos vegetais possam ser descobertos e utilizados nas formulações dos fotoprotetores (GUARATINI et al., 2009). Ruivo (2012) cita as espécies de plantas que tendem a ter atividades fotoprotetoras: *Aloe vera* spp. (Aloe, Babosa), *Matricaria recutita* (Camomila), *Centella asiatica* (Centelha Asiática) e *Glycine max* (Soja).

Diferentes métodos são capazes de determinar a capacidade fotoprotetora destes ativos, sendo um dos mais utilizados o "método de Mansur". Mansur e colaboradores correlacionaram a determinação do FPS por espectrofotometria. Para obter os dados por espectrofotometria, os protetores solares são dissolvidos em álcool na concentração de 0,2 µL/mL, e os espectros de absorção medidos (NASCIMENTO et al., 2009).

Essas espécies, que possuem principalmente compostos fenólicos, podem ser utilizadas em fotoprotetores por meio de extração. Não existe, no entanto, um método específico de extração para todos os compostos fenólicos, uma vez que possuem características muito distintas entre si. Deste modo, é necessário estudar a extração desses ativos a fim de se obter o melhor método para determinada espécie.

De grande importância para a obtenção dos ativos vegetais, o método de extração também pode contribuir para um menor custo e tempo aplicado no processo, dependendo da técnica utilizada. Bastante reconhecida na indústria, a turbólise consiste na trituração do material vegetal em presença do solvente em um

equipamento chamado turbolizador. Esse método utiliza o material vegetal pulverizado, imerso em um líquido extrator, e sob agitação, promovendo a dissolução dos componentes celulares e a maceração (LEITE, 2009).

Outro método para a extração destes ativos é a infusão. Essa técnica é realizada através da imersão do vegetal macerado em água, que vai sendo aquecida até a ebulição, em um sistema fechado. Em seguida, é inserida em um sistema fechado e inicia-se a percolação, sendo imersa em solvente por aproximadamente 2 a 6 horas (LEITE, 2009).

Geralmente os solventes utilizados na extração são água ou etanol ou sua mistura, mas podem ser utilizados também hexano, acetato de etila e acetona. A escolha dos solventes está baseada na solubilidade da droga vegetal e na característica físico-química da substância a ser extraída. No caso dos flavonoides, metabólitos mais presentes em plantas com efeito antioxidante e potencial fotoprotetor, os solventes mais utilizados são clorofórmio, diclorometano, acetato de etila, acetona, metanol, água e ácidos (LEITE, 2009).

4. Resultados e discussão

Ativos vegetais: crescimento da indústria brasileira e a sustentabilidade

Comparados aos ativos sintéticos, o impacto ambiental dos ativos vegetais, de certa forma, é muito menor, possuindo um forte apelo de marketing para a sua utilização (RAPOSO, POLONINI, BRANDÃO, 2011). Tendo em vista também a sua capacidade em contribuir para a diminuição dos efeitos nocivos causados ao organismo humano pela radiação UV, os ativos naturais podem ser incorporados nas formulações para diminuir os efeitos oxidativos, além de todas as suas complicações.

O Brasil é considerado um dos países com maior biodiversidade disponível, estima-se que em território nacional habitem 55 mil espécies vegetais (PINTO et al, 2002), sendo estas 15% a 25% das existentes no mundo (JOLY et al., 2011). Sendo assim, seria natural o crescimento, estudo e pesquisa dessa flora existente para a utilização em produtos cosméticos, suplementos alimentares, fármacos e agroquímicos. No entanto, o cenário atual coloca o Brasil somente como um grande exportador dessas matérias-primas para empresas internacionais como Aveda Corporation (EUA), Body-Shop (Grã-Bretanha), Hoescht e Merck (Alemanha) (JOLY et al., 2011).

Segundo artigo publicado por Myers e colaboradores (2000), a quantidade de espécies na Mata Atlântica do Brasil (20.000 espécies) correspondem a mais do que locais como o Caribe e China (12.000 espécies), Austrália (5.400 espécies) e Nova Zelândia (2.300 espécies). A China lidera o *ranking* de patentes de plantas utilizadas em fotoprotetores, sendo seguida por EUA, Japão, Canadá e Alemanha.

Junior e Almeida (2012) avaliaram a prospecção de fotoprotetores derivados de produtos naturais por meio de um estudo de patentes em bases nacionais e internacionais. Por meio deste trabalho, constatou-se que, apesar da ampla expansão em que se encontram esses produtos no mercado atual, o Brasil não participa efetivamente deste fenômeno. A falta de incentivo à pesquisa, investimentos e uma política de desenvolvimento podem ser citados como um dos principais fatores para esse quadro.

Segundo notícia publicada por Mito (2010), na Folha de São Paulo, o setor de ativos vegetais movimenta, no mundo, cerca de US\$ 44 bilhões de dólares. No Brasil, estima-se que esse setor movimente entre US\$ 350 milhões a US\$ 550 milhões, não chegando a ficar em destaque nos principais fornecedores deste tipo de tecnologia (MIOTO, 2010).

Um exemplo bem sucedido do investimento de ativos vegetais é o caso da Acheflan®. Para o lançamento por seu laboratório (Ache), a empresa investiu aproximadamente R\$ 15 milhões para o desenvolvimento deste medicamento para lesões e tendinites, originário da planta brasileira - *Cordia verbenacea*. Como resultado deste investimento, a empresa se posicionou, em termos de venda, próximo ao Cataflan (medicamento sintético referência no setor) (JOLY et al., 2011). A Natura é outro exemplo importante de posicionamento da flora brasileira para uso da indústria. Em 2013, seu lucro líquido foi de R\$ 842,6 milhões (Valor Online, 2014). Esse sucesso deve-se em parte às grandes parcerias entre a empresa e as universidades que visam o desenvolvimento de produtos derivados de plantas e frutos da floresta Amazônica (JOLY et al., 2011).

A exploração destes recursos naturais pela área de Pesquisa e Desenvolvimento, tanto para fitocosméticos como para fitoterápicos, tem incentivado pesquisadores, universidades e agências de fomento a buscarem alternativas sustentáveis para a exploração da biodiversidade. Diversos programas já foram realizados com este foco, como é o caso de pesquisas lideradas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), a Universidade Federal do Pará (UFPA) e a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) (COSTA, 2010).

Empresas nacionais e internacionais de grande porte fazem parcerias com essas instituições para buscar alternativas para diminuição do impacto ambiental causado pela

exploração dos ativos naturais. Entre elas, podem-se destacar Natura (fitocosméticos), Amazon Ervas (fitocosméticos e fitoterápicos), Crodamazon (óleos essenciais), entre outras (COSTA, 2010). A cadeia produtiva dessas empresas é inovadora, pois envolve uma grande articulação entre todos os processos produtivos, incluindo, nas etapas de cultivo, extrativismo e coleta de matérias primas, pequenos produtores familiares, comunidades e áreas de cultivo da própria empresa. Essas atividades buscam solucionar a questão da utilização sustentável desses recursos e a geração de renda para essas comunidades locais (MIGUEL, 2007).

Em síntese, a independência econômica do país poderia ser alavancada em função de uma exploração sustentável dos próprios recursos existentes no país. Para tal é essencial investimentos em tecnologias de pesquisa, desenvolvimento e inovação nas áreas química, farmacêutica, biotecnológica, além da criação de programas e projetos nas áreas de extração, obtenção e desenvolvimento de produtos economicamente e ambientalmente viáveis (MIOTO, 2010; JOLY *et al.*, 2011).

Custos de extração dos fitocosméticos VS custo de obtenção de filtros sintéticos

Os processos de obtenção de um fitocosmético e de um filtro solar diferenciam-se pela complexidade do método, o que interfere diretamente no custo envolvido nesses processos e, conseqüentemente, no valor final que o consumidor terá que pagar pelo produto final.

A obtenção de filtros solares sintéticos pode ser realizada por diferentes metodologias, o óxido de zinco (ZnO), por exemplo, pode ser obtido pelos métodos Pechini, sol-gel, precipitação homogênea entre outros, apresentando características peculiares dependentes do método e das condições envolvidas nas etapas de cada um deles, os quais podem envolver uma série reações químicas para sua completa obtenção (FLOR; DAVOLOS; CÔRREA, 2007). O óxido de zinco não é encontrado naturalmente, porém é obtido pelo refinamento do minério de zinco. Peverari (2007) utilizou o método de Pechini para obtenção de óxido de zinco (ZnO). Para isso ele misturou as soluções de Zn^{2+} a uma cápsula de porcelana, e por meio de processos que envolviam aquecimento, agitação e adição de solventes específicos obteve uma resina polimérica. Essa resina foi calcinada em mufla para decompor toda fase orgânica e, por fim, o sólido amarelo resultante também foi calcinado em mufla obtendo um pó fino.

Outra molécula que vem sendo estudada nos últimos anos como absorvedora da radiação ultravioleta é a de óxido de cério (CeO_2). Diferentes métodos de precipitação foram empregados para sua obtenção: precipitação de hidróxidos, precipitação com ácido oxálico, precipitação de hidroxicarbonato, todos envolvendo diversas etapas de reações químicas e para sua obtenção além do tempo envolvido ser alto (PEVERARI, 2007).

Outro fator que vem encarecendo os produtos contendo filtros solares inorgânicos, como o óxido de zinco e dióxido de titânio é pelo fato destes filtros deixarem uma película esteticamente desagradável na pele do consumidor e, com a finalidade de retirar esse aspecto indesejado, o processo de obtenção de nanopartículas vem sendo utilizado, resultando no encarecimento do produto (MACHADO *et al.*, 2011).

Como visto anteriormente, um fitocosmético pode ser obtido através dos métodos de extração que primam por sua simplicidade em comparação aos ativos sintéticos. Os solventes mais utilizados para o processo de extração são misturas hidroalcoólicas e hidroglicólicas (BORELLA *et al.*, 2012). Detalhes técnicos a respeito da produção e controle desses extratos devem ser padronizados para que a composição química presente em um extrato de determinada espécie vegetal sejam equivalentes a cada processo de extração, fazendo com que exista suporte para as análises de controle de qualidade desses insumos (BORELLA *et al.*, 2012).

Potenciais efeitos alergênicos em fotoprotetores

As dermatites alérgicas ocupam papel fundamental de preocupação no desenvolvimento cosmético. Essas reações podem ocorrer por exposição imediata ou contínua ao produto, manifestando-se como edemas, eritemas e secreção (GOMES, 2013). Nos anos 60, os maiores casos de alergia em cosméticos se resumiam a fragrâncias ou a produtos com tetraclorosalicilanilidas, porém atualmente os grandes vilões da indústria cosmética são os filtros solares contidos nos fotoprotetores. A incidência de alergias em consumidores destas formulações varia de 1 a 40% (WONG; ORTON, 2011).

Wong e Orton (2011) relatam um estudo realizado no Reino Unido e Holanda que testou diversos filtros sintéticos em 1155 pacientes. Os pesquisadores testaram os seguintes filtros: PABA (5 e 10%), Octil dimetil PABA (2 e 10%), Octil metoxicinamato (2 e 10%), Benzofenona 3 (2 e 10%) e Butil Metoxidibenzoil Metano (2 e 10%). Os resultados comprovaram que 4,5% destes pacientes tiveram dermatite fotoalérgica, 5,5% dermatite alérgica e 1,3% ambas as dermatites. Os filtros mais comuns de alergia demonstraram ser a benzofenona-3 e o butil metoxidibenzoil metano.

Os ativos vegetais por sua vez, são considerados relativamente seguros em relação à alergenicidade. No entanto, é possível encontrar alguns tipos específicos de plantas que podem trazer uma reação para a pele (THORNFELDT, 2005).

Apesar de não muito divulgado, ainda existem problemas de interação entre alguns produtos naturais, podendo causar sérios problemas de pele como mucosite (inflamação nas mucosas) e hipoestesia (perda de sensibilidade) (THORNFELDT, 2005).

Existe um grande problema de alergenicidade nos filtros sintéticos utilizados atualmente. Tanto é comprovado esse problema que a lista de filtros permitidos pela ANVISA ou pela FDA é cada vez mais restrita. A limitação de quantidades e de matérias-primas a serem utilizadas dificulta cada vez mais a inovação nesta área, deixando as possibilidades de formulação cada vez mais reduzidas. É importante, portanto, estudos para a substituição destes tipos de produtos, garantindo, assim, alternativas seguras para o desenvolvimento de novos produtos.

A utilização de ativos vegetais é promissora no ramo da fotoproteção, porém é necessário que haja maiores investimentos e pesquisas quanto à alergenicidade destas matérias-primas. Análises *in vitro* e estudos clínicos vêm sendo importantes meios para consulta deste tipo de informação. Os pesquisadores interessados em utilizar esses componentes para formulações devem comprovar além da eficácia, a segurança, para que, a substituição dos filtros sintéticos ocorra para melhora deste quesito.

Estudos de ativos vegetais em fotoproteção: vantagens e desvantagens

Um estudo realizado por Souza e colaboradores (2005) determinou a capacidade antioxidante e fotoproteção de folhas e flores da planta *Achillea millefolium*. Para isso, realizou-se o estudo *in vitro*, utilizando um espectrofotômetro, com extratos moles de flores e folhas ressuspendidos com etanol absoluto. Apesar de alta capacidade antioxidante encontrada, as flores e folhas não apresentaram faixa de absorvência em 200 nm, ou seja, sem potencial para ser um fotoprotetor.

Outro estudo conduzido por Violante e colaboradores (2009) testou a capacidade fotoprotetora *in vitro* de algumas plantas da região de Mato Grosso, utilizando espectrofotômetro, baseando-se no método de Mansur, dentre elas: *Macrosiphonia velame* (Velame branco), *Lafoensia pacari* (Dedaleiro) e *Oxalis hirsurtissima* (Azedinha). O veículo utilizado foi uma emulsão, manipulada pelo método a frio, contendo uma base autoemulsionante, com mistura de emulsionantes, emolientes e polímero espessante numa concentração de 2%. O mesmo veículo foi utilizado separadamente em associação com metoxicinamato de ethilhexila a 7,5%, para ser usado como controle. Seus experimentos revelaram picos de absorção de 318 nm, 356 nm e 324 nm respectivamente, demonstrando absorver nas regiões UVB e UVA. No entanto, ao serem submetidos ao

método de Mansur para determinar o FPS, tiveram resultado inferior a 2 quando avaliados sozinhos. Sendo assim, não podem ser considerados fotoprotetores, já que, conforme preconiza a RDC 30/2012 (BRASIL, 2012) um fotoprotetor deve apresentar FPS $\geq 6,0$ e FPUVA com 1/3 do valor de 45 FPS. Violante e colaboradores (2009), em sua conclusão, sugerem que o conhecimento da estrutura ativa da planta é essencial para obter resultados mais positivos. As plantas *Hamamelis virginiana*, *Rhamnus purshiana* e *Cinnamomum zeylnicum* demonstraram capacidade para elevar a fotoproteção em fotoprotetores com ativos protetores sintéticos, como o metoxicinamato de octila a 2%, que foi utilizado na formulação padrão do estudo (POLONINI; RAPOSO; BRANDÃO, 2011).

Munhoz e colaboradores (2012) conduziram um estudo utilizando extratos de *Guazuma ulmifolia* (Mutamba), *Stryphodendron adstringens* (Barbatimão), *Maytenus ilicifolia* (Espinheira santa) e *Trichilia catiguá* (Catuaba). Estes ativos foram incorporados em duas emulsões O/A pelo método tradicional – uma somente com os ativos e outra com benzofenona -3 e metoxicinamato de octila. O estudo foi realizado *in vitro*, através de um espectrofotômetro, usando o método de Mansur para a determinação do FPS. Todos os extratos não alteraram o FPS da fórmula protetora padrão que era em torno de 20, tendo somente no extrato de *S. adstringens* um resultado de FPS praticamente igual ao da fórmula padrão, sendo que a formulação com os outros extratos apresentou uma leve diminuição no FPS. Na avaliação da formulação de emulsão base contendo somente estes extratos, nenhum apresentou FPS significativo para justificar seu uso como fotoprotetor.

A determinação da capacidade fotoprotetora das plantas *Achillea Millefolium*, *Brassica oleracea var. capitata*, *Cyperus rotundus*, *Plectranthus barbatus*, *Porophyllum ruderale (jacq.) Cass* e *Sonchus oleraceus* foi realizada por Rosa e colaboradores (2008). Todas essas espécies já eram conhecidas por conter compostos fenólicos que possuem capacidade antioxidante, sendo potenciais para o uso em fotoproteção. Realizou-se a análise *in vitro*, calculando o FPS através do método de Mansur, usando o resultado da espectrofotometria nos extratos aquosos das plantas. Os resultados obtidos de FPS foram de 8 (*Achillea Millefolium*), 6 (*Sonchus oleraceus*), 5 (*Porophyllum ruderale (jacq.) Cass* e *Brassica oleracea var. capitata*), 2 (*Plectranthus barbatus*) e 1 (*Cyperus rotundus*). Esses valores são reconhecidos pelos autores como potenciais para a utilização em formulações de ativos vegetais. Uma formulação com homossalato a 8% e FPS 4 foi utilizado como padrão de alergenicidade neste mesmo estudo, já que nesta concentração o homossalato não apresenta efeitos adversos (desde que o indivíduo não seja sensível a este ativo). Os extratos com FPS maior que 4 reforçam a sua utilização como fotoprotetor, porém somente os que apresentaram FPS 6 e 8 apresentam um potencial para ser utilizados de forma individual em uma formulação fotoprotetora, já que a RDC 30/2012 (BRASIL, 2012) preconiza que o FPS mínimo em um fotoprotetor deve ser de 6. Os outros extratos podem ser utilizados de forma sinérgica aos ativos sintéticos. Recomenda-se uma concentração superior a 10% para a sua utilização (ROSA et al., 2008).

O própolis demonstrou resultados promissores para uso como filtro. Foi utilizado seus extratos etanólico e glicólico, de própolis verde e vermelha em uma base de Gel Carbopol® UVA/UVB hidrossolúvel a 5% e outra formulação de Gel Carbopol® UVA/UVB hidrossolúvel a 8%, onde, o filtro UVA/UVB hidrossolúvel é uma associação de ácido 2-fenilbenzimidazol-5-sulfônico (Eusolex 232®) e ácido 2-hidroxi-4-metoxibenzofenona-5-sulfônico, propanodiol-1,2 e água desmineralizada. Utilizando o método de Mansur para a determinação *in vitro* do FPS no comprimento de onda de 290 – 320nm, o extrato etanólico mostrou-se mais eficaz na absorção e ainda, a própolis verde com absorção superior à própolis vermelha de radiação UV. Os extratos agiram em sinergia nas formulações do gel, quando inseridos, elevando o FPS que era de 1,0 para o gel na concentração de 5% e de 1,6 para o gel na concentração de 8%. Todos os extratos testados elevaram o FPS da formulação padrão, tendo 5,8 o maior valor de FPS obtido na adição do extrato etanólico de própolis verde, na formulação de gel com o filtro a 8%. A própolis proporciona para a formulação além da atividade fotoprotetora, um efeito antieritematoso, antisséptico, cicatrizante e antioxidante (NASCIMENTO et al., 2009). Porém, a RDC 30/2012 (BRASIL,

2012), o própolis por si só não pode ser usado como fotoprotetor, por não apresentar um valor de FPS superior à 6, mas torna-se uma excelente alternativa de emprego de um ativo de origem vegetal para agir em sinergia com outros ativos sintéticos em formulações fotoprotetoras.

Jarzycka e colaboradores (2013) realizaram um estudo experimental com extratos de *Helichrysum arenarium* (Macela do campo), *Crataegus monogyna* (Espinheiro alvar), *Sambucus nigra* (Sabugueiro) em emulsões. A formulação demonstrada no Quadro 1 foi testada *in vitro* com os seguintes parâmetros: Fator de Proteção Solar, Fator de Proteção Solar 47 UVA e Fator de Proteção Solar UVB. Os extratos foram submetidos à análise de HPLC para identificação de seus compostos fenólicos. Os resultados obtidos forneceram boa proteção contra os raios ultravioleta e, além disso, alta capacidade antioxidante. Os valores de FPS encontrados chegaram de $6,00 \pm 0,42$ a $9,88 \pm 1,66$ para os extratos individualmente (10% de extrato). O estudo mostrou também que a combinação de alguns extratos resultou em um aumento do FPS: I) *H. arenarium* (10%) com *C.monogyna* (10%) resultou em um FPS igual a $19,51 (\pm 4,19)$, antes da radiação e $16,58 (\pm 1,67)$, após a radiação; II) *C. monogyna* (10%) e *S. nigra* (10%) resultaram em um FPS de $18,21 (\pm 5,24)$, antes da radiação e $7,54 (\pm 0,68)$, após a radiação; III) *S. nigra* (10%) e *H. arenarium* (10%) resultou em um FPS igual a $16,94 (\pm 3,76)$, antes da radiação e $11,57 (\pm 1,47)$, após a radiação.

Ingredientes	%
Fase A (Fase Oleosa)	
Cetyl alcohol	6.0
Carnauba wax	3.0
Paraffinum liquidum FP IV	2.0
Cyclopentasiloxane (Dow Corning® 245 Fluid)	2.0
Sweet almond oil	4.0
Caprylic/Capric triglyceride (Crodamol GTCC)	3.0
Coconut oil	1.5
Sorbitan monostearate (Span™ 60)	2.0
Fase B (Fase Aquosa)	
Glycerin	3.0
Allantoin	0.5
Sucrose palmitate (PS750-C)	2.0
Deionized water	qsp
	100.0
Fase C	
Phenoxyethanol, methylparaben, ethylparaben, buthylparaben, isobuthylparaben, propylparaben (Phenonip®)	0.5
Polyphenolic (acetate) fraction (sunscreen)	x

Quadro 1: Formulação utilizada no estudo de JARZYCKA e colaboradores (2013).

O Pistache (*Pistacia vera L.*) foi avaliado por Martorana e colaboradores (2013) quanto a sua capacidade antioxidante, pelo método Follin-Ciocalteu e pela quantificação de compostos fenólicos em HPLC, e sua capacidade fotoprotetora. Através da análise da capacidade antioxidante, foram encontradas altas quantidades de compostos fenólicos, sendo os extratos da casca mais ricos em polifenóis do que os extratos de semente. Por sua vez, a atividade fotoprotetora, que foi realizada *in vivo*, reduziu, ao serem aplicados na pele, a probabilidade de eritemas causados pelo sol. Comparando os resultados obtidos com a formulação padrão sem filtros ou extratos e as outras contendo extratos foi possível observar uma diferença considerável, demonstrando a efetividade da utilização do extrato de pistache, tanto em casca quanto em semente. Não houve diferença de medição da atividade fotoprotetora entre as formulações "branco" e 'referência'. Estes resultados demonstram que os ativos naturais podem contribuir também para a diminuição dos efeitos agressivos causados pela exposição ao sol, como é o caso do extrato de *Punica granatum*, que foi estudado *in vitro* e *in vivo*, demonstrando um efeito antioxidante e de proteção para outros danos induzidos pela radiação UVB, tendo esses efeitos estudados no seu suco, extrato e óleo, além de cascas, polpa, folhas e sementes (DEGASPARI;

DUTRA, 49 2011). Outro exemplo é o chá verde, que contribui para atenuar danos causados por carcinógenos epiteliais, proteção do DNA e agiu em processos inflamatórios, estresses oxidativos, hiperplasia epidérmica, fotoenvelhecimento através de sua ação antioxidante (CAVALCANTI *et al.*, 2007).

Outro estudo realizado por Velasco e colaboradores (2008) avaliou o comportamento de formulações contendo os compostos bioativos rutina, *Passiflora incarnata* L (Maracujá) e *Plantago lanceolata* (Tanchagem) associados, ou não à filtros orgânicos e inorgânicos. Estes compostos foram inseridos em uma base cosmética, resultando em 12 formulações diferentes, variando a concentração, presença ou ausências dos filtros etilhexilmetoxicinamato (filtro orgânico UVB), benzofenona-3 (filtro orgânico UVA) e dióxido de titânio (filtro inorgânico). Após o desenvolvimento das formulações, foi utilizado um substrato sintético que mimetiza a superfície da pele humana (Vitro-skin®) para avaliação da eficácia fotoprotetora. O substrato foi submerso em água destilada por 24 horas, adquirindo uma textura semelhante à epiderme, em seguida foi colocado em temperatura ambiente com umidade controlada até a análise espectrofotométrica. Em movimentos circulares foram depositadas 2 µg.cm⁻² dos fotoprotetores na membrana sintética. O princípio da análise é baseado na transmitância difusa utilizando o equipamento Labsphere®, os valores de transmitância foram registrados nos comprimentos de onda de 290 a 400nm. Os sistemas fotoprotetores alcançaram valores de FPS variando de 0,972 ± 0,0004 a 28,064 ± 2,429. Esses valores variaram, pois os compostos bioativos interagiram com os filtros positivamente e negativamente dependendo da natureza do composto ativo e da concentração dos filtros UV. Os valores mais altos de FPS foram constatados ao associar-se a rutina ou extrato hidroglicólico de *P. lanceolata* com 7,0% de ethylhexyl methoxycinnamate, 2,0% de benzophenone-3 e 2,0% de dióxido de titânio. Observou-se também que o extrato seco da *P. incarnata* interagiu negativamente com os filtros UV, provocando a redução do valor de FPS. Neste estudo também foi constatado que a associação da rutina com o filtro orgânico em alta concentração não favoreceu o aumento do valor de FPS. Independente da concentração de filtros UV, a proteção máxima alcançada foi no nível moderado.

A atividade antiradicalar do succinato de rutina, sintetizado a partir da rutina, foi avaliada de forma que pudesse evidenciar se este ativo manteria sua ação antiradicalar mesmo quando incorporado em formulações contendo ou não fotoprotetores. Para isso foi utilizado o succinato de rutina a 0,4% p/p (teor de pureza 85%) incorporado em dois sistemas auto-emulsionados do tipo óleo em água (O/A) aniônicos, contendo ou não, 7,5% p/p de 4-metoxicinamato de 2-etilhexila + 3,0% p/p de 2-hidroxi-4-metoxibenzofenona (filtro químico) e 3,0% p/p de dióxido de titânio (filtro físico). A atividade antiradicalar do succinato de rutina a 0,4% (p/v), foi de 84% comparado com a da rutina a 0,1% (p/v), que foi de 79%, ambos em solução alcoólica, porém esse valor é diminuído quando avaliado na formulação autoemulsionável, sendo de 36% na formulação contendo os filtros químicos e físicos e de 32% na formulação contendo somente a base autoemulsionável, podendo esta ainda, diminuir sua atividade para 27% em temperatura ambiente (25 °C ± 2,0), demonstrando ainda que o tempo e temperatura de armazenamento também influenciam na atividade antiradicalar. Isso se explica devido a interações dos flavonóides com os componentes da formulação, principalmente os tensoativos pela sua natureza química diversa (PEDRIALI, 2012). De qualquer modo, demonstrou ser uma excelente alternativa para este tipo de problema.

O Chá verde também já se mostrou atenuador dos efeitos oxidativos induzidos pela radiação UVB, possuindo também uma atividade antiradicalar e evitando danos à macromoléculas do organismo como lipídeos, proteínas, ácidos nucleicos e membrana plasmática, além da oxidação de fibroblastos (CAVALCANTI *et al.*, 2007).

Um estudo realizado evidenciou a eficiência antioxidante da acerola. A determinação da capacidade antioxidante foi realizada *in vitro*, onde se utilizou seu extrato seco (*Malpigia glabra* L.) a 10%, associada ou não em formulações O/A (Loção não iônica) contendo os filtros químicos 2-etilhexil-pmetoxixinamato a 5%, ácido fenilbenzimidazol sulfônico e 2-

hidroxi-4-metoxibenzofenona a 3% em diferentes faixas de pH (entre 6,0 e 7,5). A formulação mostrou um melhor desempenho com pH próximo a 7,5, mantendo inclusive as características organolépticas por vários dias (SOUZA; CAMPOS; PACKER, 2013).

Diante de todo este cenário, ainda não é possível descartar totalmente os ativos sintéticos das formulações de protetores solares, visto que muitos estudos relatam a baixa atividade fotoprotetora para plantas de origem vegetal. Os valores de FPS resultantes desses componentes são insuficientes para a sua utilização como fotoprotetores, que devem possuir comprovadamente um valor de proteção mínimo de 6 e FPUVA com 1/3 do valor de FPS para terem seu uso aprovado pela ANVISA, conforme a RDC 30/2012 (BRASIL, 2012).

No entanto, ainda existe uma enorme variedade de plantas com potencial para uso como fotoprotetor e que até o presente trabalho não foram estudadas. Além disso, os testes de verificação, bem como as quantidades de extrato a serem avaliadas não foram estabelecidas. Maiores quantidades de extrato ou diferentes métodos de comprovação podem levar a diferentes valores de FPS, por isso seria necessário estabelecer alguns padrões para comparação entre as amostras estudadas.

É importante notar, também, que a utilização de ativos vegetais não só pode aumentar a proteção contra os raios ultravioleta como também trazer benefícios à pele, devido a sua alta capacidade antioxidante. A incidência de raios solares é comprovadamente um dos principais fatores de envelhecimento cutâneo, isso porque os radicais livres são catalisados pela radiação ultravioleta e, conseqüentemente, acabam por modificar a estrutura da pele. A formação de rugas é o resultado da diminuição da síntese de moléculas da matriz extracelular da derme e do aumento na remodelação da matriz por endopeptidases específicas (metaloproteinases de matriz) e por proteases (BALOGH, 2011). Os queratinócitos, células presentes na epiderme, são atingidos pela radiação UVA e UVB, já os fibroblastos, presentes na derme, são atingidos somente pela UVA. A radiação UVA atua indiretamente, formando radicais livres que irão provocar a lipoperoxidação lipídica, ativação de fatores de transcrição e danos ao DNA. Já a radiação UVB, também gera radicais livres, mas sua ação é direta no DNA, causando danos aos mesmos (BALOGH, 2011). Os fatores de transcrição induzidos pela radiação UV na epiderme e as ERO induzem a expressão de metaloproteinases de matriz (MMPs). Estas são enzimas envolvidas no metabolismo dos tecidos que se apresentam divididas em pelo menos 28 tipos, e que exercem importante papel na degradação de componentes da matriz extracelular e na ativação de citocinas. A enzima MMP-1 degrada colágenos tipo I, II e III e a enzima MMP-9 degrada colágeno tipo IV, V e gelatina, as ERO também induzem mutações ao DNA mitocondrial. Estudos recentes indicam que peles fotoenvelhecidas apresentam maior frequência de mutação no DNA mitocondrial, porém estudos estão sendo realizados para averiguar melhor essa correlação (BALOGH, 2011). Sendo assim, o uso de extratos vegetais ricos em constituintes fenólicos, como flavonoides, além de intensificar a proteção final do produto, vêm sendo empregados em formulações fotoprotetoras devido sua ação antioxidante (SOUZA, CAMPOS, PACKER, 2013), podendo agir evitando a formação de radicais livres, reparando os danos gerados por eles ou sequestrando os mesmos (BALOGH, 2011).

Estudos *in vitro* e *in vivo* têm demonstrado que os flavonoides inibem enzimas que estão envolvidas na produção de EROs (Espécies reativas de oxigênio), atuam como agentes quelantes contra metais envolvidos no metabolismo do oxigênio que aumenta a produção de EROs e são capazes de reduzir os radicais livres gerados por meio da doação de elétrons a estes radicais (SOUZA, CAMPOS, PACKER, 2013; CAVALCANTI *et al.*, 2007), combatendo o fotoenvelhecimento.

Outro benefício em se utilizar compostos vegetais no combate aos radicais livres é no que se diz respeito à proteção ao DNA humano. Os radicais livres provocam ataque ao DNA nuclear e mutações desfavoráveis dos ácidos nucléicos, sendo apontado como a primeira causa do envelhecimento das células mitóticas, além de danificar, de forma geral,

estruturas e funções celulares. O ataque nas membranas biológicas pode alterar as funções celulares, modificar seus produtos de síntese ou ainda gerar mutações genéticas (CAVALCANTI *et al.*, 2007).

Estudos indicam que os flavonoides possuem, também, ação antieritematosa, proporcionando, dessa forma, a diminuição do eritema presente em peles sensíveis. Esses produtos podem vir com o apelo de calmante e antiirritante. Sua ação no processo de inflamação resulta de uma interação complexa entre os mesmos com os fatores pró-inflamatórios e com enzimas que participam direta ou indiretamente na geração ou propagação das etapas do processo (BALOGH, 2011).

5. Conclusão

A capacidade de absorver radiação UV é um dos principais atrativos para o estudo de ativos vegetais para formulação de fotoprotetores. Com base nos estudos levantados no presente trabalho conclui-se que, apesar de boas perspectivas, os ativos sintéticos ainda não podem ser totalmente substituídos por ativos de origem vegetal, devido à baixa capacidade em fornecer valores altos ou significativos de FPS.

No entanto, a vantagem da utilização dos ativos vegetais se dá pela ação sinérgica com filtros químicos e físicos, podendo alguns ainda, agir tanto na faixa UVB/UVA. Podem ser considerados uma alternativa para a diminuição na quantidade de ativos sintéticos utilizados, obtendo um produto mais seguro no que diz respeito à ocorrência de eventos adversos e com um custo final menor ao consumidor.

As vantagens em se utilizar compostos vegetais em formulações não se restringem apenas ao fator fotoproteção. Os mesmos garantem outros benefícios, como sua ação antioxidante, combatendo o fotoenvelhecimento e protegendo o DNA humano. Outro benefício apresentado é ação calmante e antiirritante promovendo a redução de eritema.

Diante da necessidade de uma produção industrial com menor impacto sobre o meio ambiente, os ativos de origem vegetal se tornam a principal alternativa para os formuladores e empresas cosméticas. Novos estudos devem ser realizados para a obtenção de ativos vegetais, que possam substituir os ativos sintéticos já utilizados, obtendo uma formulação fotoprotetora segura, eficaz e com um forte apelo sustentável.

Referências

ALVES, H. M. **A diversidade química das plantas como fonte de fitofármacos.** *Cad Temat QNEsc* 3: 10-15. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 47, de 16 de março de 2006. Aprova o regulamento técnico lista de filtros ultravioleta permitidos para produtos de higiene pessoais, cosméticos e perfumes. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 17 Mar. 2006. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em 24 dez. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 30, 1 de junho de 2012. Aprova o regulamento técnico Mercosul sobre protetores solares em cosméticos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 04 Jun. 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em 18 jun. 2014.

AVENEL-AUDRAN, M.; DUTARTRE, H.; GOOSSENS, A.; JEANMOUGIN, M.; COMTE, C.; BERNIER, C.; BENKALFATE, L.; MICHEL, M.; FERRIER-LEBOUËDEC, M.C.; VIGAN, M.; BOURRAIN, J.L.; OUTTAS, O.; PEYRON, J.L.; MARTIN, L. Octocrylene, an emerging photoallergen. **Archives of dermatology.** v. 146, n. 7, p. 753-757, jul. 2010.

- BALOGH, T. S.; PEDRIALI, C.A.; BABY, A.R.; VELASCO, M.R.V.; KANEKO, T.M. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 4, p.732-742, out. 2011.
- BARON, E.D.; KIRKLAND, E.B.; DOMINGO, D.S. Advances in photoprotection. **Dermatology Nursing**, v. 20, n. 4, p. 265-272, aug. 2008.
- BREZOVÁ, V.; GABCOVA, S.; DVORANOVA, D.; STASKO, A. Reactive oxygen species produced upon photoexcitation of sunscreens containing titanium dioxide (an EPR study). **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 79, n. 2, p. 121-134, may. 2005.
- BORELLA, J.C; CARVALHO, D.M.A.; TEIXEIRA, J.C.L.; RIBEIRO, N.S. Influência do processo extrativo nas propriedades físico-químicas dos extratos de *Calendula officinalis* L. (ASTERACEAE). **Revista de Farmácia Eletrônica**, v. IX, n. 2, p. 25-36, jun. 2012.
- BUSER, H. R.; BALMER, M.E.; SCHMID, P.; KOHLER, M. Occurrence of UV filters 4-methylbenzylidene camphor and octocrylene in fish from various Swiss rivers with inputs from wastewater treatment plants. **Environmental Science & Technology**, v. 40, n. 5, p. 1427-143C, jan. 2006.
- CAVALCANTI, A.S.S. ; ROSA, J.A.B.; LIMA, M.S.C.S.; SILVA, A.G. O uso de chá verde, *Camellia sinensis* L. (Theaceae) em produtos tópicos – uma revisão. **Natureza on line**, v. 5, n. 2, p. 76-84, jan. 2007.
- COLIPA. SCPC- Scientific Comitté on consumers products. **“Opinion on homosalate”**.2007.
- CORRÊA, M.A. **Cosmetologia Ciência e Técnica**. São Paulo: Medfarma. 2012. 492p.
- COSTA, W. M. Arranjos comunitários, sistemas produtivos e aportes de ciência e tecnologia no uso da terra e de recursos florestais na Amazônia. **Ciência humanitária**. [online]. v. 5, n.1, p. 41-57. 2010.
- DO NASCIMENTO, L. F.; DOS SANTOS, E. P.; DE AGUIAR, A. P. Fotoprotetores orgânicos: pesquisa, inovação e a importância da síntese orgânica. **Revista Virtual de Química**, v.6, n.2, p. 190-223, dez. 2014.
- DRAELOS, Z. D. **Procedimentos em dermatologia cosmética: Cosmecêuticos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. cap. 20, p. 173-184.
- FDA. US Food and Drug Administration. Disponível em: <<http://www.fda.gov>>. Acesso em: 24 dez. 2013.
- FLOR, J.; DAVOLOS, M. R.; CORRÊA, M. A. Protetores Solares. **Química Nova**, v. 30, n.1, p.153-158, jan/fev. 2007.
- GOMES, A. B. **Alergia a cosméticos**. Ativos Dermatológicos. São Paulo, 2013.
- GUARATINI, T.; CALLEJON, D.J.; PIRES, D.C.; LOPES, J.N.C.; LIMA, L.M.; NETO, D.G.; SUSTOVICH, C.; LOPES, N.P. Fotoprotetores derivados de produtos naturais: perspectivas de mercado e interações entre o setor produtivo e centros de pesquisa. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p.717-721, mar. 2009.
- GUSTAVSSON GONZALEZ, H.; FARBROT, A.; LARKÖ, O. Percutaneous absorption of benzophenone - 3, a common component of topical sunscreens. **Clinical and Experimental Dermatology**, v. 27, n. 8, p. 691-694, nov. 2002.
- HUGHES, T. M.; MARTIN, J.A.; LEWIS, V.J.; STONE, N.M. Allergic contact dermatitis to drometrizole trisiloxane in a sunscreen with concomitant

sensitivities to other sunscreens. **Contact Dermatitis**, v. 52, n. 4, p. 226-227, apr. 2005.

INBARAJ, J. J.; BILSKI, P.; CHIGNELL, C. F. Photophysical and photochemical studies of 2-phenylbenzimidazole and UVB sunscreen 2-phenylbenzimidazole-5-sulfonic acid. **Photochemistry and Photobiology**, v. 75, n.2 p. 107-116, apr. 2002.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER José Alencar Gomes da Silva. Coordenação Geral de Ações Estratégicas. Coordenação de Prevenção e Vigilância. Estimativa 2014: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de câncer José Alencar Gomes da Silva, Rio de Janeiro: Inca, 2014.

JARZYCKA, A.; LEWIŃSKA, A.; GANCARZ, R.; WILK, K.A. Assessment of extracts of *Helichrysum arenarium*, *Crataegus monogyna*, *Sambucus nigra* in photoprotective UVA and UVB; photostability in cosmetic emulsions. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 128, p. 50-57, aug. 2013.

JUNIOR, R. G.; ALMEIDA, J. R. G. S. Prospecção tecnológica de fotoprotetores derivados de produtos naturais. **GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias**, 3 mar. 2013. Disponível em: <<http://www.revistageintec.net/portal/index.php/revista/article/view/85>>. Acesso em: 23 Jul. 2015.

JOLY, C. A.; HADDAD, C. F. B.; VERDADE, L. M.; OLIVEIRA, M. C.; BOLZANI, V.S.; BERLINCK, R. G. S. Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Revista USP**, n.89, p. 114-133, mar-maio 2011.

LEITE, J. P. V. **Fitoterapia: Bases científicas e tecnológicas**. São Paulo: Atheneu, 2009. cap. 7, p.169-204.

MACHADO, J.K. F. B.; MARÇAL, A.L.; LIMA, O.J.; CIUFFI, K.J.; NASSAR, E.J.; CALEFI, P.S. Materiais híbridos orgânico-inorgânicos (ormosil) obtidos por sol-gel com potencial uso como filtro solar. **Química Nova**, v. 34, n.6, p. 945-949, mar. 2011.

MANSUR J.S.; BREDER M.N.R.; MANSUR M.C.A.; AZULAY R.D. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 61, p. 121-124, mar. 1986.

MARTORANA, M.; ARCORACI, T.; RIZZA, L.; CRISTANI, M.; BONINA, F.P.; SAIJA, A.; TROMBETTA, D.; TOMAINO A. In vitro antioxidant and in vivo photoprotective effect of pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seed and skin extracts. **Fitoterapia**, v. 85, p. 41-48, mar. 2013.

MATHEUS, L. G. M.; KUREBAYASHI, A. K. **Fotoproteção: A radiação ultravioleta e sua influência na pele e nos cabelos**. 1. ed. São Paulo: Tecnopress (Associação Brasileira de Cosmetologia), 2002. 72p.

MIGUEL, L. M. Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia brasileira: experiências atuais e perspectivas das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos. 2007.171p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MILESI, S. S.; GUTERRES, S. S. Fatores determinantes da eficácia de fotoprotetores. **Caderno de Farmácia**, v. 18, n. 2, p. 81-87, out. 2002.

MIOTO, R. "País deixa de gerar US\$ 5 bi por ano com fitocosméticos". Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/746386-pais-deixa-de-gerar-us-5-bi-por-ano-com-fitoterapicos.shtml>> Acesso em: 28 mar. 2014

MUNHOZ, V.M.; LONNI, A.A.S.G.; MELLO, J.C.P.; LOPES, G.C. Avaliação do fator de proteção solar em fotoprotetores acrescidos com extratos da flora brasileira InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015

ricos em substâncias fenólicas. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v.33, n. 2, p. 225-232, abr. 2013.

MUNDSTOCK, M. H.; FRASSON, A. N. Z. Avaliação da estabilidade físico- química de bloqueadores solares FPS 30. **Contexto & Saúde**, v. 5, n. 8, p. 57-66, out. 2005.

NASCIMENTO, C.S.; NUNES, L.C.C.; LIMA, A.A.N.; JÚNIOR, S.G.; ROLIM, P.J. Incremento do FPS em formulação de protetor solar utilizando extratos de própolis verde e vermelha. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 90, n. 4, p. 334-339, dez. 2009.

PEDRIALI, C. A. M. **Síntese e avaliação da segurança in vitro da rutina e do succinato de rutina visando sua incorporação em formulações fotoprotetoras eficazes associados a filtros químicos e físicos**. 2012. 210 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PEVERARI, C. **Compostos de Terras Raras, com Alta Absortividade no Ultravioleta, como Agentes de Proteção de Radiações Solares UV-A E UV-B**. 2007. 84 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

PINTO, A.C.; SILVA, D.H.S.; BOLZANI, V.S.; LOPES, N.P.; EPIFANIO, R.A. Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova [online]**. v.25, suppl.1, p. 45-61, abr. 2002.

POLONINI, H. C.; RAPOSO, N. R. B.; BRANDÃO, M. A. F. Fotoprotetores naturais como instrumento de ação primária na prevenção de câncer de pele. **Revista APS**, v. 14, n. 2, p. 216-223, dez. 2011.

RIBEIRO, R. P.; SANTOS, V. M.; MEDEIROS, E. C.; SILVA, V. A.; VOLPATO, N. M.; GARCIA, S. Avaliação do fator de proteção solar (FPS) in vitro de produtos comerciais e em fase de desenvolvimento. **Infarma**, v. 16, p. 86-88, mar. 2004.

ROSA, M. B.; OLIVEIRA, T. G.; CARVALHO, C. A.; SILVA, S. D.; CARVALHO, L. M.; NASCIMENTO, P. C.; PERES, R. L. Estudo espectrofotométrico da atividade fotoprotetora de extratos aquosos de *Achillea millefolium*, *Brassica oleracea* var. capitata, *Cyperus rotundus*, *Plectranthus barbatus*, *Porophyllum runderale* (jacq) Cass e *Sonchus oleraceus*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 5, n. 1, p. 101-110, jan. 2008.

RUIVO, J.S.P. **Fitocosmética: Aplicação de extratos vegetais em cosmética e dermatologia**. Porto: Universidade Fernando Pessoa, 2012. 96 p.

SCALIA, S.; MOLINARI, A.; CASOLARI, A.; MALDOTTI, A. Complexation of the sunscreen agent, phenylbenzimidazole sulphonic acid with cyclodextrins: effect on stability and photo-induced free radical formation. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.22, n. 4, p. 241-249, jul. 2004.

SCHALKA, S.; REIS, V. M. S. Fator de proteção solar: Significados e controvérsias. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 3, p. 507-515, abr. 2011.

SCWANZ, M. **Desenvolvimento e validação de método analítico para quantificação da boldina em *Peumus boldus* Mol. (Monimiaceae) e avaliação preliminar de sua estabilidade**. 2006. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SHAAT, N. A. Ultraviolet filters. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 9, n. 4, p. 464-469, jan. 2010.

- SINGH, M.; BECK, M. H. Octyl salicylate: a new contact sensitivity. **Contact Dermatitis**, v. 56, n. 1, p. 48-48, jan. 2007.
- SOUZA, F. P.; CAMPOS, G. R.; PACKER, J. F. Determinação da atividade fotoprotetora e antioxidante em emulsões contendo o extrato de *Malpighia glabra* L. – Acerola. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 1, p. 69-77, mar. 2013.
- SOUZA, T.M.; SANTOS, L.M.; MOREIRA, R.R.D.; RANGEL, V.L.B.I. Avaliação da atividade fotoprotetora de *Achillea millefolium* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 15, n. 1, P.36-38, jan/mar. 2005.
- SPIJKER, G.T.; SCHUTTELAAR, M.L.; BARKEMA, L.; VELDEERS, A.; COENRAADS, P.J. **Anaphylaxis caused by topical application of a sunscreen containing benzophenone-3**. *Contact Dermatitis*, v. 59, n. 4, p.248-249, 2008.
- VALOR ECONÔMICO. "Lucro líquido da natura cai 36 em 2013 para R\$ 842,6 bilhões". Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/2014/02/lucro-liquido-da-natura-cai-36-em-2013-para-r-8426-milhoes.html>> Acesso em: 28 mar. 2014.
- VELASCO, M. R. V ; BALOGH, T.S.; PEDRIALI, C.A.; SARRUF, F.D.; PINTO, C.A.S.O. ; KANEKO, T, M.; BABY, A.R. Novas metodologias analíticas para avaliação da eficácia fotoprotetora (in vitro) – revisão. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 32, n. 1, p. 27-34, dez. 2011.
- VIOLANTE, I. M. P.; SOUZA, I. M.; VENTURINI, C. L.; RAMALHO, A. F. S.; SANTOS, R. A. N.; FERRARI, M. Avaliação in vitro da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.19, n. 2, p.452-459, jul. 2009.
- WONG, T.; ORTON, D. Sunscreen allergy and its investigation. **Clinics in dermatology**, v. 29, n. 3, p. 306-310, jan. 2011.

Recebido em 28/07/2015 e Aceito em 19/10/2015.

Conhecimento de clientes e análise de prescrições médicas de substância da lista C1 de uma drogaria do município de Santa Inês, Maranhão, Brasil

Knowledge of customers and analysis of substance prescriptions C1 list of a drugstore in the city of Santa Ines, Maranhão, Brazil

Gizelly Cristina Melo, Luana Maria Gonçalves de Sousa, Fernanda Claudia Lima Bispo, Wellyson da Cunha Araújo Firmo ⁽¹⁾

Resumo. As substâncias sujeitas a controle especial são conhecidas há milênios e têm sido frequentemente utilizados no tratamento de doenças psiquiátricas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o conhecimento de clientes e análise de prescrições médicas de substância da lista C1 de uma drogaria do município de Santa Inês, Maranhão, Brasil. Analisaram-se 2.350 prescrições de medicamentos da classe "C1" avariadas nos meses de julho a dezembro de 2013, averiguando aspectos preconizados pela Portaria nº 344/98, substância prescrita, legibilidade e especialidade do prescriptor. Tratando de um estudo documental, descritivo de abordagem quantitativa. Destas 2.350 receitas analisadas 50,46% apresentaram-se pouco legíveis e em 91,19% não apresentam identificação do usuário e data de emissão em 75,48%. Com relação à especialidade do médico, 55,91% eram de clínicos gerais e a substância mais prescrita foi a carbamazepina com 19,19%. Os clientes entrevistados tinham de 18 a 77 anos e 55% eram do sexo feminino. Pode observar um baixo nível de escolaridade com 42% com ensino fundamental e 74% com poucos esclarecimentos sobre os medicamentos. Somente 35% dos indivíduos compram e utilizam os medicamentos, 61% afirmaram que vão ao médico, 80% disseram não entender a letra do médico e 77% relatam casos de falhas nas prescrições. Nota-se ainda a necessidade que os prescritores atendam as normas da Portaria nº 344/98 e que os clientes estejam cientes do seu papel nesse aspecto.

Palavras-chave: farmácia, medicamento controlado, prescrição médica.

Abstract. *The special control the subject substances are known for thousands of years and have been frequently used in the treatment of psychiatric diseases. This study aimed to assess the knowledge of customers and analysis of substance prescriptions C1 list of a drugstore in the city of Santa Ines, Maranhão, Brazil. Analyzed 2,350 drug prescriptions class "C1" dispensed in the months July to December 2013, checking aspects recommended by the Ordinance No. 344/98, prescribed substance, readability and prescriber specialty. Dealing with a documentary, descriptive study with a quantitative approach. Of these 2,350 recipes analyzed 50.46% came barely legible and 91.19% do not have the user ID and date of issue of 75.48%. With respect to the medical specialty, 55.91% were general practitioners and the most commonly prescribed drug was carbamazepine with 19.19%. Respondents customers had 18-77 years and 55% were female. You can observe a low level of education with 42% in primary and 74% with a few clarifications about the drugs. Only 35% of people buy and use drugs, 61% said they go to the doctor, 80% said they did not understand the letter of the physician and 77% report cases of failures in prescriptions. Note also the need for prescribers to meet the standards of Decree No. 344/98 and that customers are aware of their role in this regard.*

Keywords: pharmacy, prescription drug, prescription.

1 - Faculdade de Educação de Bacabal - FEBAC

Curso de Farmácia

gizellymello@hotmail.com, sousalmg@live.com, nandanussrala@hotmail.com, well_firmo@hotmail.com

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac

ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>

E-mail: interfacehs@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

1. Introdução

Os medicamentos são considerados instrumentos indispensáveis, na maioria das situações, para a recuperação da saúde, eles não são isentos de risco e podem se tornar extremamente perigosos quando usados inadequadamente, o que os torna um grande problema de Saúde Pública mundial (OPAS, 2005).

As substâncias sujeitas a controle especial são conhecidas há milênios e têm sido frequentemente relacionados ao tratamento de doenças mentais, também denominadas de doenças psiquiátricas, atuam no sistema nervoso central e de alguma forma afetam as funções mentais e emocionais dos indivíduos (ALMEIDA, 2006). O uso excessivo e indiscriminado desses fármacos tem sido considerado um grave problema por profissionais e autoridades sanitárias devido aos sérios riscos que esta prática causa à saúde da população. Portanto sua utilização deve ser rigorosamente acompanhada e uma das principais formas de controle é à prescrição médica, esta quando realizada de forma clara e compreensiva (OMS, 1990).

A Portaria nº 344/98, aprova o regulamento técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial, sendo estabelecido um modelo padrão para receituários em que são prescritas tais substâncias, com critérios de preenchimento específicos de acordo com as listas nas quais as substâncias pertencem (BRASIL, 1998). Seja a notificação da receita "A" (cor amarela), da lista "B" (cor azul) e a lista "C" (cor branca), estas devem ser dispensadas somente mediante a retenção da mesma (ARRUDA; MORAIS; PARTATA, 2012).

A prescrição é um documento de natureza legal, e o responsável pela sua exatidão, devendo ser legível, concisa e objetiva (SILVA, 2010). Prescrições com inconformidades podem gerar interpretação equivocada tanto pelo farmacêutico, que é o profissional que o paciente terá o contato depois do médico, que pode se equivocar e ler a receita de forma errada e podendo trocar nomes de medicamentos, o paciente pode utilizar o remédio em dose diferente da prescrita por conta da ilegibilidade (ROSA et al., 2009). De acordo com Arruda, Moraes e Partata (2012) o profissional farmacêutico é o principal responsável pela disponibilização dos medicamentos de controle especial, o mesmo encontra-se habilitado a dispensar esses, de acordo com o que rege a legislação.

A prescrição médica é considerada um dos pilares cruciais que devem ser trabalhados na busca incessante do uso racional de medicamentos. Uma boa prescrição ou um tratamento bem escolhido deve conter o mínimo de medicamentos possível e estes devem ter o mínimo potencial para provocar reações adversas, quantidade de medicamento, forma farmacêutica apropriada, dosagem ou concentração, identificação do prescritor, posologia e dentre outros (GIROTTI; SILVA, 2006).

Existe um grande número de usuários que não compreende o tratamento proposto, muitas vezes por ausência de informações verbais e/ou escritas pelo prescritor durante a consulta. O conhecimento insuficiente e a carência de educação e informação dada ao paciente sobre sua medicação resultam em grandes dificuldades para a condução correta da terapêutica medicamentosa, provocando a ineficácia do tratamento ou até mesmo complicações severas (MIASSO; CASSIANI, 2004). Então para que o paciente possa receber e usar o medicamento de forma racional e ter os riscos minimizados este deve compreender a prescrição (FERNANDES; COSTA, 2013).

O erro de medicação é definido como qualquer evento que possa ser evitado e que, de fato, leve ao uso inadequado do medicamento podendo lesar o paciente. E o risco aumenta quando os profissionais não conseguem ler corretamente as prescrições, devido à letra ilegível ou à falta de informações necessárias para a correta administração dos mesmos (ARAÚJO; UCHÔA, 2011). São muitos os erros de medicação que pode comprometer a saúde do paciente, dentre eles: medicamento e dose errado, omissão de dose ou do medicamento, forma farmacêutica e via de administração errada, horário errado, paciente

errado e a falta de adesão pelo o mesmo. Todos esses itens podem ser resultantes de uma prescrição inadequada, ou omissão desta ou pela falta de prescrição de um medicamento necessário (LÓPEZ et al., 2008).

É de grande importância que o paciente seja ciente que tem um papel vital na prevenção de erros, e receber informação sobre os medicamentos que utiliza e for encorajado a perguntar e a buscar respostas satisfatórias relacionadas ao seu tratamento. Pacientes que conhecem os nomes e as doses de seus medicamentos, a razão de estar usando cada um deles, e como devem ser tomados, estão em uma excelente posição para ajudar a reduzir a chance de ocorrência de erros (ANACLETO et al., 2010). Tem-se no código de ética do médico, que fica proibido de receitar, atestar ou emitir receituários de forma ilegível, sem a devida identificação de seu número de registro no Conselho. A respeito da relação com o paciente é proibido também de deixar de esclarecer ao paciente o diagnóstico, os riscos e os objetivos do tratamento (CFM, 2010).

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o conhecimento de clientes e análise de prescrições médicas de substância da lista C1 de uma drogaria do município de Santa Inês, Maranhão, Brasil.

2. Metodologia

O presente trabalho é um estudo documental, descritivo de abordagem quantitativa. A pesquisa foi realizada em uma drogaria no município de Santa Inês-MA, localizada a 251 km de distância da capital, São Luís-MA.

Foram analisadas 2.350 prescrições de medicamentos da classe "C1" (substâncias sujeitas a controle especial) emitidas nos meses de julho a dezembro de 2013, averiguando aspectos preconizados pela Portaria nº 344/98 como: informações do prescritor e do usuário, data de emissão, Denominação Comum Brasileira (DCB), Denominação Comum Internacional (DCI), concentração, quantidade do medicamento, forma farmacêutica e a posologia, além de legibilidade, substâncias ativa e especialidade do prescritor.

Para a avaliação do conhecimento sobre medicamentos controlados, foram entrevistados 100 clientes da drogaria, sendo essa amostra por conveniência e não probabilística utilizou-se um questionário que abordavam característica socioeconômica e demográfica, conhecimento sobre sua receita e do medicamento.

O trabalho seguiu os preceitos éticos instituídos pela Resolução nº 466/12, que trata de pesquisa que envolve seres humanos. Os dados obtidos foram compilados em tabelas e gráficos através dos programas Microsoft Office Word® 2010 e Microsoft Office Excel® 2010.

3. Resultados e Discussão

Foram entrevistados 100 clientes que foram atendidos na drogaria para realizar a compra dos medicamentos sujeitos a controle especial.

Tabela 1. Características socioeconômicas e demográficas dos clientes entrevistados. Santa Inês-MA.

VARIAVEIS	FREQUÊNCIA	PERCENTAGEM
Sexo		
Feminino	55	55%
Masculino	45	45%
Faixa Etária		
18 a 28	14	14%
29 a 39	20	20%
40 a 50	17	17%
51 a 61	22	22%
62 a 72	22	22%
> 73	5	5%
Escolaridade		
Sem escolaridade	18	18%
Ensino fundamental	42	42%
Ensino médio	36	36%
Ensino superior	04	4%
*Renda Familiar		
Menos de um salário mínimo	19	19%
1 a 3 salários mínimos	78	78%
4 ou mais salários mínimos	3	3%
Estado Civil		
Solteiros	50	50%
Casados	36	36%
Viúvos	8	8%
Separados	6	6%

Salário mínimo (2013): 678,00

Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

Observa-se na Tabela 1, que 55% dos clientes são do sexo feminino e 45% do sexo masculino. Segundo Minayo e Coimbra Júnior (2002), há maior facilidade com público feminino em assumir um problema de saúde. Já, os homens evitam falar sobre o assunto, pois o preconceito não os deixa assumir que estão com algum problema e que precisam de ajuda médica. Assim, entende-se que as mulheres procuram mais o serviço de saúde.

Na Tabela 1, nota-se que a maioria dos entrevistados tinha idade entre 51 a 72 anos e relacionado à escolaridade, 42% possuem ensino fundamental e apenas 4% tem o ensino superior. É notória a disparidade existente entre os entrevistados quanto a sua formação escolar.

Pepe e Castro (2000), afirma que o baixo grau de instrução pode dificultar o entendimento das orientações relacionadas à correta utilização dos medicamentos.

Ainda na Tabela 1, em relação à renda familiar 75% da população entrevistada apresenta renda salarial familiar mensal que varia de 1 a 3 salários mínimos, seguidos de 19% com menos de um salário e 3% com quatro ou mais salários. Os dados mostram que, a carência na educação pode influenciar no valor financeiro e conseqüentemente menor conhecimento relacionado aos medicamentos. E sobre o estado civil, 50% dos entrevistados estavam solteiros.

Tabela 2. Informações sobre acompanhamento médico e compreensão da prescrição. Santa Inês-MA.

VÁRIAVEIS	SIM	NÃO
Informações Avaliadas		
Acompanhamento médico regular	61%	39%
Dificuldade em entender a letra do médico	80%	20%
A prescrição tem informações para o seu entendimento	23%	77%

Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

É possível notar na Tabela 2, informações relacionadas em ir ao médico 61% dizem que vão ao médico regularmente, e outros 39% nega afirmação. Pode observar que mais da metade dos entrevistados procura o profissional de saúde responsável pelo diagnóstico. No intuito é claro de consultar e também em receber o receituário, documento legal e essencial para a adesão do medicamento de controle especial. Nesse contexto podemos relatar a importância do profissional farmacêutico como ferramenta imprescindível na dispensação e que tem a capacidade de orientar o paciente quanto ao uso correto desses medicamentos, bem como esclarecendo todas as possíveis dúvidas quanto à prescrição.

São visíveis ainda dados na Tabela 2, que mostra falhas nos itens de legibilidade com 80%, pois os entrevistados não conseguem entender a letra do prescritor e 77% da população dizem encontrar falhas no preenchimento do documento, impossibilitando nesse caso o usuário de adquirir o medicamento tanto pela ausência de entendimento como pela falta de informações. Já que o mesmo só poderá ser dispensado mediante a receita especial, esta devendo conter todas as informações possíveis do medicamento, médico, paciente e do comprador previstas pela Portaria nº 344/98.

A prescrição é um instrumento essencial para o sucesso da terapêutica, para isso, deve ser legível e conter todas as informações necessárias para o tratamento do paciente (FARIAS et al., 2007).

Tabela 3. Informações sobre o conhecimento, compra e tempo de uso dos medicamentos. Santa Inês-MA.

VÁRIAVEIS		
Conhecimento sobre o Medicamento	N	%
Fraco	21	21%
Médio	74	74%
Alto	05	5%
Compra do Medicamento	N	%
Usuários	35	35%
Terciários	65	65%
Tempo do Uso do Medicamento	N	%
1 a 10 meses	7	7%
1 a 10 anos	23	23%
11 a 20 anos	3	3%
+ de 20 anos	2	2%

N = Frequência % = Percentagem

Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

Relacionados ao conhecimento da população sobre esses tipos de medicamentos observa-se na Tabela 3, 74% dos participantes afirma ter conhecimento médio e somente 5% identificou um percentual de conhecimento elevado. Então o paciente informado/esclarecido pode minimizar riscos inerentes ao uso de medicamentos, pode exigir do médico que forneça prescrições de maneira mais compreensiva e ciente do

controle destes tipos de medicamentos, contribuir com a legalidade e exigirá o farmacêutico uma dispensação adequada, transmitido todas as informações cabíveis.

Existe um grande número de usuários que não compreende o tratamento proposto, muitas das vezes por ausências de informações verbais e/ou escritas pelo prescritor durante a consulta. O conhecimento insuficiente e a carência de educação e informação dada ao paciente sobre sua medicação resultam também em grandes dificuldades para a condução correta da terapêutica medicamentosa, provocando ineficácia do tratamento ou até mesmo complicações severas (MIASSO; CASSIANI, 2004).

Dos 100% dos entrevistados, 35% caracterizam os usuários que vão fazer a compra do seu medicamento na drogaria e 65% representam amigos\parentes que compra os medicamentos para os usuários que se encontram muitas das vezes ocupados, receosos ou impossibilitados de realizá-lo tal atividade (Tabela 3).

Notam-se na Tabela 3, relacionados ao tempo de utilização dos medicamentos controlados de acordo com meses\anos. Pode constatar o percentual de 1 a 10 anos com valor considerável de 23% e mais de 20 anos representando 2%. De acordo com os estudiosos Duncan, Schmidt e Giugliani (2004) os pacientes que faz uso da medicação por um período acima de 49 meses, poderá desenvolver dependência química ou psíquica, pois algumas classes de medicamentos controlados possuem esse potencial.

Das 2.350 prescrições médicas sobre medicamentos de controle especial da lista "C1" analisadas dos meses de julho a dezembro de 2013, 382 foram aviadas no mês de julho, 359 em agosto, 426 em setembro, 417 em outubro, 419 em novembro e 347 no mês de dezembro.

Tabela 4. Distribuição percentual quanto à presença ou ausência de informações nas prescrições médicas. Santa Inês-MA.

INFORMAÇÕES	SIM	NÃO
Identificação do prescritor	99,53%	0,46%
Identificação do usuário	8,80%	91,19%
Data de emissão	24,51%	75,48%
Concentração	92,68%	7,31%
Forma farmacêutica	90,38%	9,61%
Quantidade do medicamento	99,14%	0,85%
Posologia	92,85%	7,14%

Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

Observa-se que na Tabela 4, que 0,46% são ausentes de informações quanto à identificação do prescritor, porém, 91,19% das receitas houve falhas no preenchimento dos dados do paciente que se mostravam incompletos. Sabe-se que a identificação do prescritor é imprescindível, uma vez que através deste, pode se tirar dúvidas ou esclarecimentos sobre a prescrição se eventuais erros surgirem no momento da dispensação do medicamento. Cabe ressaltar que o nome, endereço e telefone do prescritor possibilitam o contato com o profissional farmacêutico em caso de dúvidas ou ocorrência de problemas relacionados ao uso de medicamentos prescritos (GALATO et al., 2008).

As falhas na falta de informação na prescrição podem interferir com a comunicação entre os profissionais, prejudicando-a e levando o erro de medicação ao paciente. Prescrições incompletas impedem a eficiência do trabalho de dispensação dos medicamentos, colocando em risco a qualidade da assistência farmacêutica ao paciente (SILVÉRIO; LEITE, 2010).

Outro ponto importante encontrado nas receitas (Tabela 4) foi a data de emissão que 75,48% estavam ausentes, sabe-se da importância e necessidade para o controle do dia da consulta e até quando se seguiu a validade do seu tratamento, sabendo que a mesma pode se estender até 30 dias e além do mais poder evitar a possibilidade de rasuras e

fraudes. Segundo os estudos de Colombo et al. (2004) a data da receita fornece a possibilidade de registro e de acompanhamento do perfil fármaco terapêutica do paciente, possibilitando realizar interferências sobre o início do uso de um medicamento e o surgimento de um determinado efeito desejado ou não.

Sobre as informações do medicamento, observam-se na Tabela 4, que a concentração, forma farmacêutica e a posologia estavam presentes as informações em 92,68%, 90,38%, e 92,85% das prescrições respectivamente.

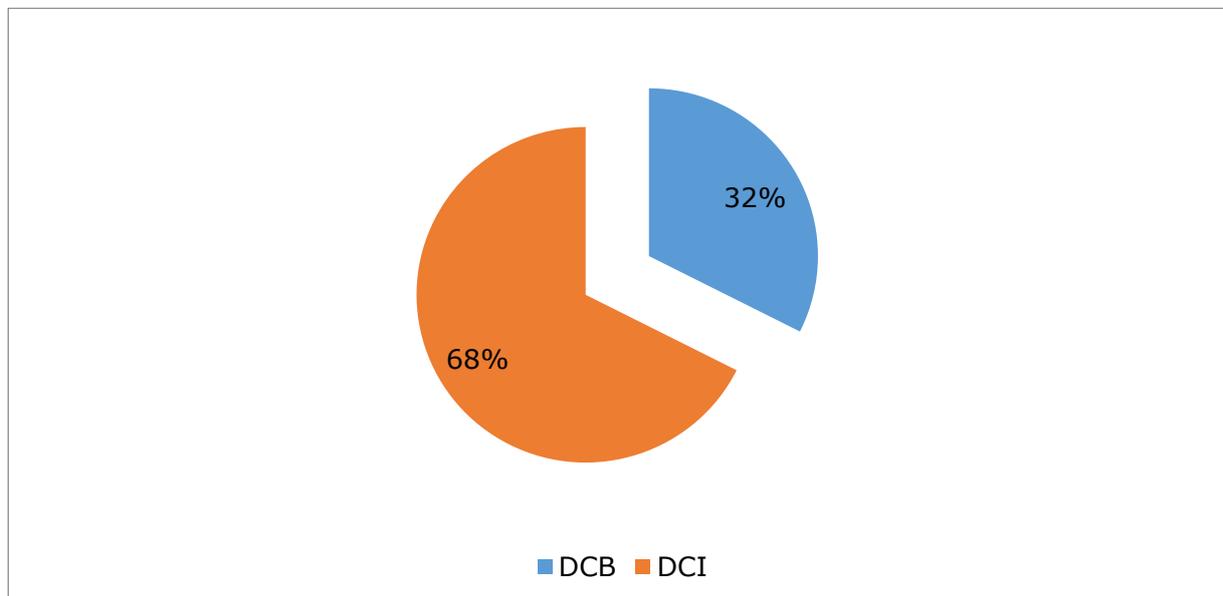
Firno et al. (2013), mostram em seu trabalho resultados menores quanto a presença das informações sobre a forma farmacêutica com 54,8% e posologia 86,3%, em comparação com o presente estudo, há um aumento no preenchimento dessas informações nas prescrições, isso identifica que o profissional prescriptor está ficando cada vez mais consciente da importância dessas informações para um tratamento adequado.

Quando relacionados os critérios de quantidade de medicamento (99,14%) e a data de emissão (24,51%) (Tabela 4), com o trabalho de Sousa et al. (2014), nota-se que a quantidade de medicamento (98%), ou seja, são dados semelhantes, entretanto, já a data de emissão (58%), nesse estudo teve maior presença de informação. Assim, ainda existe uma diferença no preenchimento de determinadas informações que pode variar de localidade e da responsabilidade do profissional prescriptor.

Falhas em alguns itens necessários na prescrição podem comprometer a saúde do paciente. Pois são comercializadas várias concentrações e diferentes formas farmacêuticas do mesmo medicamento. Por isso os profissionais que prescrevem têm que estarem muito atentos no preenchimento dos receituários, pois cada item é necessário e tem uma finalidade.

Laporta et al. (2005), aponta que por trás dessas falhas nas informações relacionadas aos medicamentos, aparentemente sem consequências, existe um problema potencial para a saúde, pois uma dose inapropriada, administrada por via inadequada ou indicação terapêutica equivocada, pode agravar o quadro e transformar-se em risco para o paciente.

Figura 1. Distribuição percentual quanto a prescrição de medicamento pela Denominação Comum Brasileira (DCB) ou pela Denominação Comum Internacional (DCI). Santa Inês-MA.



Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

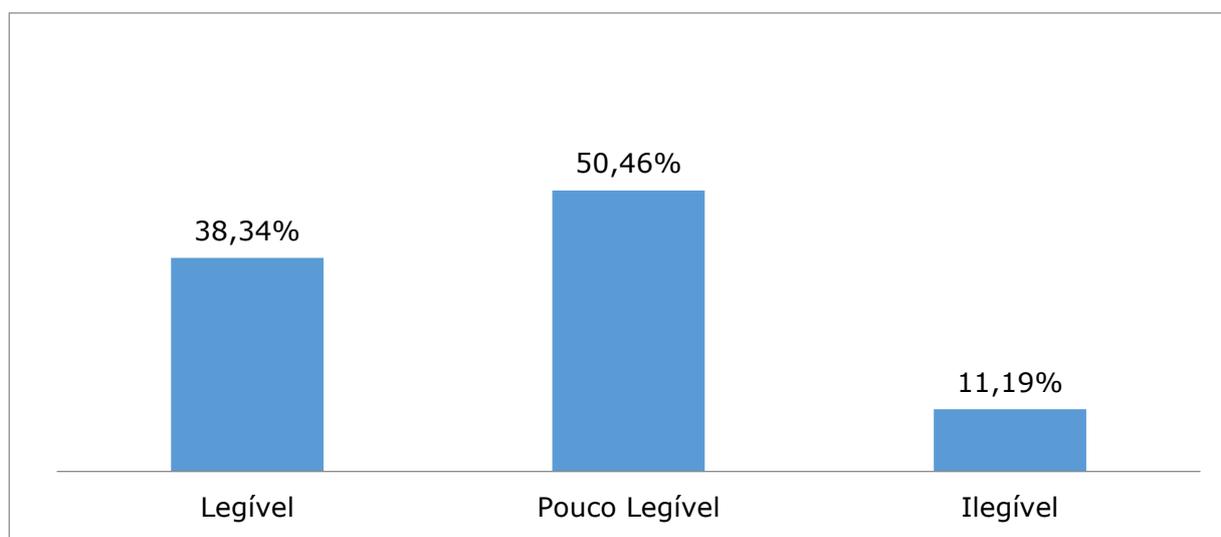
De acordo com as análises das prescrições médicas analisadas, observa-se na Figura 1, o percentual de prescrição de medicamentos sujeitos a controle especial pela DCB, com 32% e pela DCI com 68% dos receituários analisados.

De acordo com Schenkel (2013) a apresentação da DCB torna-se importante para a correta identificação do medicamento, já que, a confusão gerada pela propaganda de medicamentos, prevalecendo apenas os seus nomes de fantasia, deixando de mostrar à falta de informações sobre o medicamento para o consumidor, podendo levar a problemas graves, resultado no uso indevido de medicamentos pelo entendimento equivocado dos nomes prescritos.

A prevalência do uso da DCI (68%) está em desacordo com o preconizado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que deveria 100% de prescrições pelo nome genérico (BORGES; SILVA, 2010).

No estudo de Silvério e Leite (2010), em análise dos receituários de substâncias sujeitas a controle especial, 31% eram prescritos pelo nome genérico e 69% pelo nome comercial. Em ambas as pesquisas tiveram praticamente a mesma semelhança aos resultados, o que observa um descumprimento da legislação que preconiza a prescrição medicamentosa pela Denominação Comum Brasileira que a mesma preza.

Figura 2. Distribuição percentual quanto à legibilidade das prescrições médicas. Santa Inês-MA.



Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

A legibilidade da prescrição é imprescindível para o tratamento, nada adianta conter todas as informações necessárias e não poder interpreta-lá, assim, as prescrições médicas são consideradas legíveis, quando não há nenhum problema, para entender o que está escrito; as consideradas pouco legíveis, quando há entendimento parcial das prescrições e as ilegíveis, são aquelas em que é impossível entender o que está escrito (CRUCIOL, 2008).

Observar na Figura 2, que 38,34% das prescrições analisadas são legíveis, 50,46% pouco legíveis e 11,19% ilegíveis. Sendo, o resultado de maior frequência encontrado nesse critério de legibilidade foi o de pouco legível, que evidencia um parcial entendimento na prescrição, podendo gerar graves equívocos na interpretação, contribuindo para que o paciente utilize o medicamento de forma incorreta e muitas das vezes colaborando para a não adesão do usuário ao tratamento medicamentoso.

Segundo Lins, Cazzamalli e Zancanaro (2012), em sua pesquisa relata a ilegitimidade (45,70%) que mostrou um resultado considerável diante dos erros observados em sua pesquisa. Contudo, fazendo uma comparação com o presente estudo pode observar que a ilegitimidade (11,19%) foi menor.

Bates (2000) e Pepper (2004) descrevem que os erros mais frequentes de medicação são aqueles relacionados à prescrição e administração do medicamento.

De acordo com o estudo de Cassiani et al. (2005) o profissional tem a responsabilidade de elaborar uma prescrição que transmita de forma completa e clara as informações para todos os indivíduos que utilizam a receita médica. Principalmente quando se tratar de

medicamentos controlados, pois estes merecem atenção especial, podendo resultar sérios riscos à saúde do paciente quando não prescrito de forma adequada.

Tabela 5. Distribuição numérica e percentual da quantidade das substâncias sujeitas ao controle especial prescrita. Santa Inês-MA.

SUBSTÂNCIAS	QUANTIDADE	PERCENTAGEM
Carbamazepina	451	19,19%
Haloperidol	96	4,08%
Dissulfiram	92	3,91%
Risperidona	91	3,87%
Clorpromazina	88	3,74%
Valproato de sódio	86	3,65%
Fenitoína sódica	83	3,53%
Amitriptilina	82	3,48%
Levomepromazina	78	3,31%

Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

A Tabela 5 mostra os nove medicamentos mais dispensados, sendo a carbamazepina com 19,19%, haloperidol 4,08%, dissulfiram 3,91%, risperidona 3,87%, e com menores frequências a clorpromazina 3,74%, valproato de sódio 3,65%, fenitoína sódica 3,53%, amitriptilina 3,48% e a levomepromazina 3,31%.

O estudo de Torres et al. (2014), encontraram como o medicamento mais utilizado em seu trabalho, a clonazepan (33,82%) e o menos prescrito a levomepromazina (0,19%) confirmando com a presente pesquisa como o menos utilizado.

É preciso que os usuários tenham o devido controle na utilização desses tipos de medicamentos, seguir todo o tratamento de forma coerente, pois eles podem oferecer sérios problemas se não administrado de forma correta. E os médicos os principais responsáveis pela prescrição terem o máximo de cuidado ao preencher os receituários para seus pacientes que utiliza esses tipos de medicamentos.

Os farmacêuticos são peças fundamentais para garantir o uso racional e seguro dos medicamentos, bem como alertar quanto aos erros de medicação e como preveni-los. Dessa forma, esse profissional deve exercer com prudência, consciência e responsabilidade o papel de garantir que o tratamento esteja prescrito corretamente, beneficiando o tratamento do paciente com qualidade e segurança (OLIBONI; CAMARGO, 2009).

Tabela 6. Distribuição numérica e percentual das especialidades dos médicos encontradas nas prescrições. Santa Inês-MA.

ESPECIALIDADES DOS MÉDICOS	QUANTIDADE	PERCENTAGEM
Clínico geral	1.314	55,91%
Neurologista	728	30,97%
Ginecologista\Obstetrícia	113	4,80%
Dermatologia	50	2,12%
Ortopedia\Traumatologia	44	1,87%
Cardiologista	39	1,65%
Neurocirurgião	17	0,72%
Reumatologia	9	0,38%
Neuropediatra	9	0,38%

Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

Nota-se na Tabela 6, as especialidades dos médicos que mais prescreverão os medicamentos, sendo o clínico geral com 55,91%, neurologista 30,97%,

ginecologista\obstetrícia 4,80%, dermatologista 2,12%, ortopedia\traumatologia 1,87%, cardiologista 1,65%, neurocirurgião 0,72%, reumatologia 0,38%, neuropediatra 0,38%.

O fato da prescrição dos medicamentos constatar na lista C1 ser realizada por profissionais que não tem residência em psiquiatria e em clínico geral como relata os resultados de maior incidência na presente pesquisa pode ocasionar prescrições inadequadas para o caso clínico avaliado e/ou favorecer o mascaramento dos sintomas e, por consequência, complicar o quadro da doença.

Espera-se que os especialistas neurologistas possam ter um perfil de prescrição diferenciado, uma vez que estes devem conhecer mais as propriedades farmacológicas dos medicamentos sujeitos ao controle especial e os riscos inerentes a sua utilização (FERRARI et al., 2013).

Segundo os estudos de Cruz et al. (2006), o clínico geral é o profissional mais atuante em saúde mental não só no Brasil, mas também na Inglaterra, Estados Unidos da América e Canadá.

4. Conclusão

A prescrição médica é considerada umas das etapas primordiais na utilização de medicamentos, e é um dos principais meios de se evitar erros de medicação. Isso é claro quando realizado de forma responsável pelo profissional médico.

Pode analisar na presente pesquisa, que a grande maioria dos clientes entrevistados tinha um nível de instrução e um poder aquisitivo baixo, mas mesmo com esses indicativos desfavoráveis, pode perceber ainda um nível de informação regular a cerca desses tipos de medicamentos, em contrapartida afirmam ter dificuldade em entender a letra do médico, o que pode contribuir para o uso incorreto do medicamento, pois gera confusão na interpretação no momento da dispensação.

Há necessidade que os profissionais prescritores atendam mais afincos os aspectos legais exigidos da Portaria nº 344/98, evitando inconformidades e falhas nas informações. Verificou ainda na necessidade de conscientização quanto à prescrição de medicamentos genéricos e de mais qualificação, a fim de realizá-lo um diagnóstico mais preciso.

Referências

ALMEIDA, R.N. **Psicofarmacologia: fundamentos práticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

ANACLETO, T.A.; ROSA, M.B.; NEIVA, H.M.; MARTINS, M.A.P. Erros de Medicação. **Pharmacia Brasileira**, p.1-24, 2010.

ARAÚJO, P.T.B.; UCHÔA, S.A.C. Avaliação da qualidade da prescrição de medicamentos de um hospital de ensino. **Ciênc. Saúde coletiva.**, v.16, n.1, p. 1107-14. 2011.

ARRUDA, E.L.; MORAIS, H.L.M.N.; PARTATA, A.K. Avaliação das informações contidas em receitas e notificações de receitas atendidas na farmácia do CAPS II Araguaína-TO. **Revista Científica do ITPAC**, v.5, n.2, 2012.

BATES, D.W. Using information technology to rates of medication errors in hospitals. **BJM**, v. 320, n. 18, p. 788-91, 2000.

BORGES, L.M, SILVA, E.V. Análise dos indicadores de prescrição médica em uma unidade de saúde de Anápolis-GO. **R. Tempus Actas Saúde Col**, v.4, n.3, p.63-72. 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Portaria nº 344, de 12 de maio de 1998.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/344_98.htm>. Acesso em: 10 dez 2014.

CASSIANI, S.H.B.; TEIXEIRA, T.C.A.; OPITZ, S.P.; LINHARES, J.C. O sistema de medicação nos hospitais e sua avaliação por um grupo de profissionais. **Rev. Esc. Enferm USP**, v.39, n.3, p. 280-7, 2005.

CFM. Conselho Federal de Medicina. **Código de Ética Médica.** 2010. Disponível em: <http://www.portalmedico.org.br/novocodigo/integra_3.asp>. Acesso em: 25 nov. 2014.

COLOMBO, D.; HELENA, E.T.S.; AGOSTINHO, A.C.M.G.; DIDJURGETT, J.S.M.A. Padrão de Prescrição de Medicamentos nas Unidades de Programa Saúde da Família de Blumenau. **Rev. Bras. Cien. Farm**, v.40, n.4, 2004

CRUCIOI, S. J. M; THOMSON, J. C; CATISTI, D. G. Avaliação de prescrições medicamentosas de um hospital universitário brasileiro. **Rev. bras. educ. med**, v. 32, n. 2, p. 188-196, 2008.

CRUZ, A.V.; FULONE, I.; ALCALÁ, M.; FERNANDES, A.A.; MONTEBELO, M.I.; LOPES, L.C. Uso crônico de diazepam em idosos atendidos na rede pública em Tatuí-SP. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apli**, v.27, n.2, p.259-67, 2006.

DUNCAN, B.B.; SCHMIDT, M.I.; GIUGLIANI, E.R.J. **Medicina ambulatorial:** condutas de atenção primária baseadas em evidências. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FARIAS, A.D.; CARDOSO, M.A.A.; MEDEIROS, A.C.D.; BELÉM, L.F.; SIMÕES, M.O.S. Indicadores de prescrição médica nas unidades básicas de Saúde da Família no município de Campina Grande, PB. **Rev. bras. epidemiol**, v.10, n.2, p.146-156, 2007.

FERNANDES, S.C.; COSTA, G.S. Compreensão da prescrição médica por pacientes atendidos em pronto socorro central de Santos. **Saúde & Transformação Social**, n.4, v.1, p. 53-56, 2013.

FERRARI, C.K.B.; BRITO, L.F.; OLIVEIRA, C.C.; MORAES, E.V.; TOLEDO, O.R.; DAVID, F.L. Falhas na prescrição e dispensação de medicamentos psicotrópicos: um problema de Saúde Pública. **Rev. Cienc. Farm. Básica Apli**, v.34, n.1, p.109-116, 2013.

FIRMO, W.C.A.; PAREDES, A.O.; CUNHA, C.L.F.; TORRES, A.G.; BUCCINI, D.F. Análise das prescrições médicas de psicotrópicos de uma farmácia comercial no município de Bacabal, Maranhão. **J Manag Prim Health Care**, v.4, n.1, p.10-18, 2013.

GALATO, D.; ALANO, G.M.; TRAUTHMAN, S.C.; VIEIRA, A.C. A dispensação de medicamentos: uma reflexão sobre o processo para prevenção, identificação e resolução de problemas relacionados à farmacoterapia. **Rev. Bras. Cienc. Farm**, v.44, n.3, 2008.

GIROTTI, E.; SILVA P.V. A prescrição de medicamentos em um município do Norte do Paraná. **Rev. Bras. Epidemiol**, v.9, n.2, p. 226-234, 2006.

LAPORTA, L.V.; MARIN, E.; ESCARRONE, A.L.; BITTENCOURT, C.F.; FRIEDRICH, M. Avaliação da automedicação com antiinflamatórios não esteróides em farmácias comerciais de Santa Maria-RS. **Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde**, v.6, n.1, p.1-11, 2005.

LINS, B.G.; CAZZAMALLI, F.; ZANCANARO, V. Análises de erros nas prescrições médicas de uma Unidade Básica de Saúde de um município do Meio Oeste Catarinense. **Ries**, v.1, n.2, p.62-77, 2012.

LÓPEZ, M.J.O.; RODRÍGUEZ, B.C.; ENCINAS, M.P.; JANÉ, C.C.; ALONSO, M.J.T.; MUÑOZ, T.S. Actualización de La clasificación de errores de medicación del grupo Ruiz-Jarabo 2000. **Farm. Hosp**, v.32, n.1, p.38-52, 2008.

MIASSO, A.I.; CASSIANI, S.H.B. Conhecimento de pacientes sobre medicamentos. In: CASSIANI, S.H.B.; UETA, J. **A segurança dos pacientes na utilização de medicação**. São Paulo: Artes Médicas, n.1, p.133-144, 2004.

MINAYO, M.C.S.; COIMBRA JÚNIOR, C.E.A. **Antropologia, saúde e envelhecimento**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002, 209p.

OLIBONI, L.S.; CAMARGO, A.L. Validação da prescrição oncológica: o papel do farmacêutico na prevenção de erros de medicação. **Rev. HCPA**, v.29, n.2, p.147-152, 2009.

OMS. Organization Mondiale de La Santé. **La situation pharmaceuti que dansle monde**. Genève: OMS, 1990.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Avaliação da Assistência Farmacêutica no Brasil: estrutura, processo e resultados**. Brasília: Opas, 2005.

PEPE, V.L.E.; CASTRO, C.G.S.O. A interação entre prescritores, dispensadores e pacientes: informação compartilhada como possível benefício terapêutico. **Cad. Saúde Pública**, v.16, n.3, p.815-822, 2000.

PEPPER, G.A. Pesquisas em segurança na administração de medicamentos. In: CASSIANI, S.H.B; UETA, J. **A segurança de pacientes na utilização da medicação**. São Paulo: Artes Médicas, p. 93-107, 2004.

ROSA, M.B.; PERINI, E.; ANACLETO, T.A.; NEIVA, H.M.; BOGUTCHI, T. Erros na prescrição hospitalar de medicamentos potencialmente perigosos. **Revista de Saúde Pública**, v.43, n.3, p.490-8, 2009.

SCHENKEL, E.P. **O nome dos medicamentos**. 2013. Disponível em: <http://acd.ufrj.br/consumo/leituras/lm_schenkel_nomes.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2014.

SILVA, P. **Farmacologia**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

SILVÉRIO, M.S; LEITE, I.C.G. Qualidade das prescrições em município de Minas Gerais: uma abordagem farmacoepidemiológica. **Rev. Assoc. Med. Bras**, v.56, n.6, p.675-80, 2010.

SOUSA, L.M.G.; TORRES, M.L.D.; MELO, G.C., MAGALHÃES JÚNIOR, A.A.; FIRMO, W.C.A. 2014. Estudo de prescrições médicas de psicotrópicos de uma farmácia comercial no município de Santa Inês, Maranhão, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.19, p. 2428-2440, 2014.

TORRES, M.L.D.; SOUSA, L.M.G.; MELO, G.C.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.A.; FIRMO, W.C.A. Prescrição de psicotrópicos e especialidade médica: estudo em uma farmácia comercial no município do Maranhão. **Revista Científica do ITPAC**,v.7, n.4, 2014.

Recebido em 07/09/2015 e Aceito em 07/12/2015.

A saúde e o meio ambiente na visão do enfermeiro na atenção primária à saúde

Health and environment in the view of nurses in primary healthcare

Débora Aparecida da Silva Santos¹, Michele Salles da Silva², Jullianna Vitória Vieira de Azevedo³

Resumo. Este estudo objetivou identificar a relação entre a saúde e o meio ambiente na visão de enfermeiros atuantes na atenção primária à saúde do município de Rondonópolis, Mato Grosso. Pesquisa do tipo quantitativa, descritiva, de campo e não experimental. A coleta de dados foi realizada por meio de questionário com 28 enfermeiros do município de Rondonópolis, Mato Grosso, no ano de 2014. As respostas dos enfermeiros relacionaram-se ao tempo de atuação e a relação entre saúde e meio ambiente. Demonstrou-se que a maioria destes profissionais, são mulheres, de 20 a 29 anos, atuantes a pouco tempo nesta área, em média de 1 a 2 anos. Sobre a relação entre saúde e meio ambiente, a maioria dos enfermeiros (68%) identificou esta relação ou interferência do meio ambiente na saúde da população e a minoria (32%) destacou temas sobre qualidade de vida, conceito de saúde, resíduos de serviços e saúde e educação em saúde. Contudo destaca-se a urgente conscientização dos profissionais de saúde, para adotar práticas interdisciplinares com propósito de intervenção nos problemas ambientais, visando à promoção da saúde ambiental.

Palavras-chave: saúde, meio ambiente, enfermagem, atenção primária a saúde.

Abstract. This study aimed to identify the relationship between health and the environment in view of nurses working in primary health care in the municipality of Rondonópolis, Mato Grosso. Research of quantitative type, descriptive, field and not experimental. Data collection was conducted through a questionnaire with 28 nurses in the municipality of Rondonópolis, Mato Grosso, in the year 2014. The responses of the nurses are related to the time of work and the relationship between health and the environment. It has been shown that most of these professionals are women, 20-29 years active a short time in this area, on average 1-2 years. On the relationship between health and the environment, most nurses (68%) identified this relationship or interference of the environment on the health of the population and the minority (32%) highlighted issues about quality of life, health concept, waste services and health and health education. However there is the urgent awareness of health professionals, to adopt interdisciplinary practices for the purpose of intervention in environmental problems in order to promote environmental health.

Key words: health, environment, nursing, primary healthcare.

1, 2 Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

3 Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

deboraassantos@hotmail.com, michelesalles@hotmail.com, julliannavitorio@hotmail.com

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac

ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>

E-mail: interfacehs@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

1. Introdução

No Brasil, a responsabilidade relativa à conservação do meio ambiente tratada pela Constituição Federal Brasileira de 1988 é da esfera do poder público e da coletividade. Em seus artigos 196 a 200, destaca que a saúde é um direito de todos e dever do Estado, garantido pelas políticas públicas, através de um sistema único com uma rede regionalizada e com a participação popular, que oferecerá o acesso integral, universal e igualitário para a promoção, proteção e recuperação de saúde. Além disso, a assistência à saúde é livre à iniciativa privada e, ao SUS, cabe, além de outras atribuições, colaborar na proteção do meio ambiente, nele compreendido o do trabalho. No artigo 225, impõe ao Estado e à sociedade, o dever de preservar e proteger o meio ambiente em todas as suas dimensões espaciais e temporais. (BRASIL, 1988). A lei que regulamenta o SUS, nº 8.080/90, ao fazer menção aos fatores que determinam e/ou condicionam a saúde, inclui também o meio ambiente (BRASIL, 1990).

Em consonância, o artigo 1º, da Lei nº 12.864 de 24/09/2013, altera o artigo 3º da lei nº 8.080/90, descrevendo que a organização social e econômica do País é expressa pelos níveis de saúde tendo a saúde como determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, a atividade física, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais (BRASIL, 2013). Neste sentido, cabe aos profissionais de saúde entenderem a importância da interdisciplinaridade entre saúde e meio ambiente, na busca pela compreensão da importância que os fatores ambientais influenciam diretamente no processo saúde-doença da população.

A política de saúde no Brasil, SUS, possui em seu arcabouço os princípios de universalidade, integralidade e equidade, constituindo-se como um ponto central da preocupação com o processo gradual de melhoria da qualidade de vida da população. Este sistema busca prestar uma assistência à população a partir do modelo de promoção e prevenção da saúde, na tentativa de determinar ou condicionar o aparecimento de doenças; proteger a saúde da população, com ações específicas para prevenir riscos e exposições às doenças e agravos à saúde; e desenvolver ações de restabelecimento da saúde.

Em relação à questão ambiental destaca-se a Lei nº 6.938/81 através da Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA (BRASIL, 1981), cujos objetivos estão relacionados com a proteção do meio ambiente. Neste sentido as Políticas Públicas são diretrizes, princípios norteadores de ação do poder público; regras e procedimentos para as relações entre poder público e sociedade, mediações entre atores da sociedade e do Estado.

As práticas assistenciais do SUS devem atender adequadamente aos problemas de saúde da população, integrando todas as esferas governamentais, objetivando uma maior resolutividade dessa assistência. Desta forma, faz-se necessária a articulação das políticas públicas de habitação, saúde, meio ambiente, infraestrutura urbana e cultura com a interação e participação comunitária para o enfrentamento das necessidades e estimular as potencialidades das questões locais relativas ao meio ambiente, como por exemplo o homem no seu habitar.

Outro conceito importante, é o da Atenção Primária Ambiental (APA), ao mesmo tempo que define suas responsabilidades e deveres em relação à proteção, conservação e recuperação do ambiente e da saúde. Neste contexto, é na atenção primária à saúde, onde se pode lançar mão de estratégias e iniciativas que exigem a ação intersetorial e um olhar integral sobre o ambiente em suas dimensões físicas, socioculturais, biopsicossociais, nas quais estão inseridos os indivíduos e suas famílias. No âmbito desta atenção, as ações ambientais primárias envolvem a educação ambiental, que deve ser realizada pela equipe multiprofissional em um contexto amplo e integrado da assistência.

O enfermeiro, assim como os demais profissionais na atenção primária à saúde, precisa agregar as dimensões de saúde e meio ambiente em sua prática cotidiana de prestação de cuidado. Além disso, é de suma importância a conscientização da população sobre os riscos ambientais e as consequências de danos ambientais para a saúde, entendendo como influenciadores de doenças. Sendo assim o enfermeiro, seja pelo embasamento teórico oferecido durante a academia ou pela experiência prática que adquire com o passar dos anos de atuação na atenção primária à saúde, é um importante esclarecedor de situações ambientais a população, bem como sua relação com a saúde ambiental de maneira direta ou indireta.

Desta forma, esta pesquisa justifica-se pelo fato que os profissionais de saúde, neste nível de atenção, devem formar alianças intersetoriais, em uma visão holística, integradora e multidisciplinar, através da estratégia de promoção à saúde em espaço local. As atividades interdisciplinares precisam acrescentar o trabalho em equipe que vai apresentar de forma contextualizada a real situação dos problemas ambientais locais da população assistida e melhorar a qualidade de vida e saúde através da promoção em saúde. Neste sentido esta pesquisa teve como objetivo identificar a relação entre a saúde e o meio ambiente na visão de enfermeiros atuantes na atenção primária à saúde do município de Rondonópolis, Mato Grosso, no ano de 2014.

2. Método

Trata-se de uma pesquisa quantitativa, descritiva, de campo e não experimental. A pesquisa quantitativa é um meio para testar teorias objetivas, examinando a relação entre as variáveis (CRESWELL, 2010). É descritiva por almejar a descrição das características de determinada população (GIL, 2006).

Faz parte do projeto de pesquisa matricial intitulado "Atuação do profissional enfermeiro na relação saúde e meio ambiente na atenção básica". Os participantes foram 28 enfermeiros atuantes na atenção primária à saúde do município de Rondonópolis (MT), que concordaram em participar da pesquisa. O total da amostra era de 36 enfermeiros, sendo que três estavam de férias, uma de licença maternidade e quatro não responderam ao questionário.

A configuração da atenção primária à saúde do município estudado, apresenta 32 Unidades de Estratégia de Saúde da Família, 5 Centros de Saúde e uma Policlínica. O critério amostral definiu os seguintes parâmetros de inclusão na pesquisa: enfermeiros, de ambos os sexos e de diversas idades, que estavam atuando há pelo menos seis meses nesta área e que, no período da coleta de dados, aceitaram participar da pesquisa, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram excluídos os profissionais que estavam de licenças médica ou maternidade, férias ou afastamento.

A coleta de dados foi realizada no mês de março de 2014, por meio de aplicação de um questionário aos enfermeiros e elaborado pelas pesquisadoras com a seguinte questão: Qual a relação que você faz entre saúde e meio ambiente? As respostas foram relacionadas ao tempo de atuação neste nível de atenção de cada profissional.

Após a aplicação do questionário, as respostas foram dispostas nas seguintes temáticas: o meio ambiente interfere na saúde da população; saúde e meio ambiente relacionam-se diretamente; a qualidade de vida interfere na saúde da população; saúde é bem estar físico e está relacionada com o meio ambiente; o meio ambiente interfere na qualidade de vida do ser humano; saúde e meio ambiente são necessários para a vida; importância do armazenamento do lixo hospitalar e educação em saúde.

Os riscos relacionados com a participação dos indivíduos não foram evidentes, visto que são mínimos por ser uma pesquisa com aplicação de questionário. Os benefícios para os participantes incluíram o fornecimento de dados para a evidência da importância de uma atuação voltada para aspectos interdisciplinares entre saúde e meio ambiente, no âmbito da atenção primária deste município.

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015

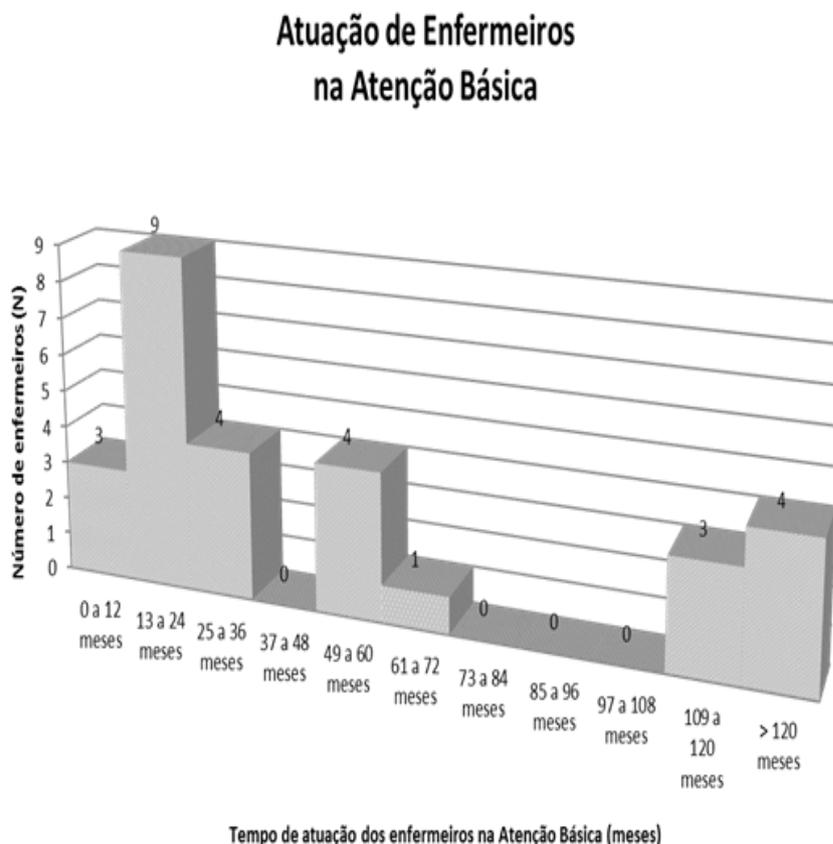
A análise dos dados foi descritiva, com uso de tabelas e gráficos para melhor exposição e interpretação dos resultados.

Os procedimentos metodológicos foram realizados conforme a Resolução nº 466/2012 para atender os aspectos éticos legais da pesquisa com seres humanos (BRASIL, 2012). Portanto, para a execução da pesquisa, este projeto foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), cujo número de protocolo é 440.386.

3. Resultados e Discussões

Foram entrevistados 28 enfermeiros atuantes na atenção primária do município em estudo. Estes corresponderam a 23 (82,14%) do sexo feminino e 05 (17,86%) do masculino, predominando a faixa etária de 20 a 29 anos com 13 (46,43%) enfermeiros, seguido de 12 (42,86%) de 30 a 39 anos, 1 (3,57%) de 40 a 49 anos, 1 (3,57%) de 50 a 59 anos e 1 (3,57%) de 60 a 69 anos. Em relação ao tempo de atuação neste nível de atenção à saúde, 3 (10,71%) trabalham de 0 a 12 meses, 9 (32,14%) 13 a 24 meses, 4 (14,29%) 25 a 36 meses, 4 (14,29%) 49 a 60 meses, 1 (3,57%) 61 a 72 meses, 3 (10,71%) 109 a 120 meses e 4 (14,29%) mais que 120 meses (Figura 1).

Figura 1. Tempo de atuação dos enfermeiros na atenção primária à saúde em Rondonópolis (MT), 2014.



Estes dados corroboram com as características da categoria de enfermagem, em que a maioria dos profissionais são mulheres, devido ao objeto de atuação ser o cuidado. Para Lopes & Leal (2005) o processo de feminização da enfermagem pode ser considerado como um fato histórico, visto que a relação existente entre as práticas médicas (tratamento) e as da enfermagem (cuidado) estão associadas com o sexo e classe. Sendo assim destaca-se que esta profissão se mantém feminina em todos os níveis, visto que se trata de uma profissão de cuidadoras, evidenciado pelos processos de recrutamento, academia e mercado e processo de trabalho. Já o tempo de atuação em que a maioria dos enfermeiros trabalha entre 13 e 24 meses, é destacado pelo próprio serviço em sua característica de ser um contrato municipal para as unidades básicas e renovado anualmente, havendo uma rotatividade entre entes profissionais.

No Brasil, após a mudança no modelo de atenção e gestão que consiste em realizar a vigilância à saúde, sendo iniciado por meio da Estratégia Saúde da Família (ESF), o enfermeiro passou a atuar nessa área como um profissional com função primordial para viabilizar as ações de promoção, prevenção e reabilitação da saúde, a partir da articulação das redes internas dos serviços e redes externas com outros serviços de saúde para a continuidade da assistência quando esta se faz necessária.

A ESF selecionando a família como foco principal da atenção e aproximando-a do ambiente onde vive, transformou-se numa ferramenta de gestão para o enfrentamento das questões ambientais. O território onde residem estas famílias não é apenas um espaço geográfico delimitado, mas um ambiente onde procuram condições mais dignas de vida, intra e extrafamiliares (ADDUM et al., 2011).

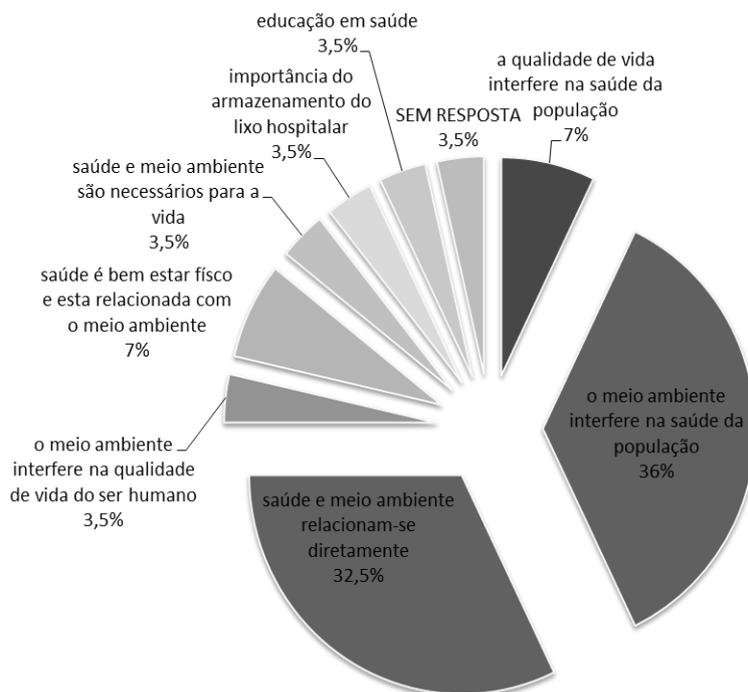
Para tanto, o enfermeiro deve identificar as dimensões de necessidades sociais, coletivas e subjetivas da saúde. Desta forma e, sabendo-se que a saúde do homem está diretamente relacionada às questões ambientais, entende-se que este profissional deve se apropriar de uma prática que garanta a integralidade da atenção à saúde, considerando indissociavelmente o contínuo saúde-ambiente.

Nesse contexto, o enfermeiro deve ampliar sua visão de assistência, considerando, portanto, não só a saúde humana, mas esta vinculada à saúde ambiental, haja vista que a Organização Mundial da Saúde (OMS) define que saúde ambiental são todos os aspectos da saúde, incluindo a qualidade de vida, e que estão determinados por fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos no meio ambiente (OMS, 1993). Também, engloba a necessidade de controlar e evitar os fatores ambientais que possam prejudicar a saúde do indivíduo e de sua família em um contexto amplo.

Neste contexto, um conceito importante é a formação e o fortalecimento dos Núcleos de Apoio à Saúde da Família (NASF) que surgiram como proposta para atender às demandas populacionais não alcançadas pelas equipes de ESF e para apoiar essas equipes na efetivação da rede de serviços. Para ampliar cada vez mais estas ações, devem ser realizadas práticas diversas, individuais, coletivas e, principalmente, multidisciplinares, no âmbito das diversas áreas da saúde coletiva na atenção primária em saúde (ANJOS et al., 2013).

Em Rondonópolis (MT), além do tempo de atuação, os participantes responderam sobre qual era a relação entre saúde e meio ambiente no contexto da atenção primária na unidade de saúde onde os mesmos atuam. As respostas foram organizadas em temáticas (Figura 2).

Figura 2. Relação entre saúde e meio ambiente pelos enfermeiros no contexto da atenção primária na unidade de saúde, 2014.



RELAÇÃO DOS ENFERMEIROS ENTRE SAÚDE E AMBIENTE

Diante da realidade encontrada, enfatiza-se nesta pesquisa, a importância do enfermeiro ter uma compreensão mais aprofundada da relação saúde-ambiente como ponto de partida para a promoção da saúde. Sendo assim, considerou-se importante destacar as vertentes, abaixo relacionadas como temáticas, para melhor discutir esta questão, haja vista que o enfermeiro deve demonstrar devida atenção para a atual problemática ambiental que tanto influencia o processo saúde-doença e a qualidade de vida da população.

O meio ambiente exerce influência direta e indireta no processo saúde e doença, além disso embora os avanços pertinentes à saúde que levaram à queda da mortalidade, ainda trata-se de um novo desafio a ser enfrentado devido ao crescimento e envelhecimento populacional. Considerando a importância das questões ambientais, os profissionais de saúde devem visar maior atenção a promoção da saúde implementando discussões sobre a temática ambiental de maneira mais atualizada (PATRÍCIO et al., 2011).

Nesta pesquisa, alguns enfermeiros (36%) destacaram a ação do ambiente sobre a saúde do ser humano, de maneira a favorecer ou prejudicar, seja através da limpeza, poluição ou do modo de como há a relação com ele, podendo ou não evitar vários tipos de doenças. A adequação desse ambiente, mesmo que seja vivido individualmente na coletividade, proporciona o surgimento de pessoas saudáveis, logo

foi concluída baseada nas respostas encontradas a seguinte temática: “o meio ambiente interfere na saúde da população”.

Dos 10 (35,71%) entrevistados que se enquadram nessa discussão, 2 (7,14%) possuem até 1 ano de experiência na atenção básica de saúde; 2 (7,14%) de 1 a 2 anos; 3 (10,71%) de 4 a 5 anos; 1 (3,57%) de 5 a 6; 1 (3,57%) de 9 a 10 e 1 (3,57%) com mais de 10 anos de atuação. O processo de graduação torna o enfermeiro conhecedor de questões relacionadas ao meio ambiente, porém dando enfoque na proteção do ambiente natural contra resíduos contaminados, gerados pelas unidades de atuação. Desta forma, o enfermeiro deixa de atuar como sanitarista e educador da saúde de forma satisfatória (VIEIRA, 2010). Assim, o enfermeiro segue sem se permitir, por meio do conhecimento mais aprofundado, lançar um olhar mais crítico a respeito de degradação ambiental e seus efeitos na saúde do homem.

Por outro lado, o que acontece é que em poucos cursos superiores das ciências da saúde discute-se a temática saúde e meio ambiente de forma oficial e sistemática, o que resulta na formação de profissionais sem uma visão global dos problemas que irão enfrentar na saúde ambiental (BRUZOS et al., 2011). Apesar dessa deficiência por parte das instituições de ensino superior, fica a responsabilidade em formar profissionais que consigam relacionar as questões de saúde às questões ambientais, de modo que na prática os mesmos possam elaborar estratégias que atendam a saúde ambiental numa perspectiva de qualidade de vida para a população, identificando aspectos interdependentes dessa relação.

Portanto, se faz necessário uma atuação nos processos de formação, que garanta ao enfermeiro e a outros profissionais da saúde, uma visão abrangente da inter-relação do processo saúde/doença por meio da educação permanente. A partir dessa visão crítica, o enfermeiro poderá fazer a identificação dos agravos ambientais e de sua relação com a saúde da população, a qual resultará numa melhor abordagem, resolução e prevenção dos riscos ambientais que afetam diretamente a saúde, considerando, ainda, a importância de levar a população a empoderar-se, também, desse conhecimento. Dentro do enfoque ecossistêmico, a saúde e o ambiente são categorias intrínsecas à sobrevivência dos seres humanos e se encontram relacionadas nos espaços concretos das ações humanas, como no espaço do trabalho em saúde (CESAR-VAZ et al., 2007).

Nessa perspectiva, a universidade como instituição de formação de profissionais críticos-reflexivos, por ser um espaço de produção de conhecimento, possui papel fundamental na articulação de saberes, devendo dar enfoque na importância da questão ambiental, levando os profissionais, e aqui destaca-se o enfermeiro, ao compromisso com a causa ambiental. Para tanto, é essencial que seja instituída a relação saúde/meio ambiente na graduação de enfermagem para que este seja um agente de mudanças sociais, atuante como educador e promotor da saúde.

No entanto, o enfermeiro também tem a responsabilidade de buscar esse conhecimento e agir como profissional crítico-reflexivo, a fim de ter condições de favorecer a transformação da realidade em que se encontram muitas populações inseridas em problemáticas ambientais, que afetam diretamente sua saúde, a partir de ações e estratégias integrativas que minimizem ou sanem estas dificuldades, numa perspectiva futura de qualidade de vida humana e ambiental.

Ainda nesta pesquisa, outra resposta dos enfermeiros, explicita a relação direta entre saúde e ambiente, através de sua dependência a fim de obtenção da promoção da saúde. A forte afinidade entre estes temas também demonstra que um ambiente com condições adequadas de vida, promove uma melhor saúde populacional, e, o inverso ocorre quando este em desequilíbrio, estimula o surgimento de agravos de saúde.

A Política Nacional de Promoção da Saúde (PNPS) tem como um de seus objetivos, complementar e fortalecer a ESF, através do desenvolvimento de práticas nas unidades e fora destes locais, atendendo indivíduos e a coletividade. Esta política

integradora e dialógica lança a importância de promover a saúde agindo sobre os determinantes e/ou condicionantes das doenças e dos agravos à saúde (BRASIL, 1998). Além disso reorienta as ações nos serviços de saúde, com ênfase na atenção básica, possibilitando a capacitação e mobilização dos profissionais para atuarem na promoção da saúde (BRASIL, 2010).

A promoção da saúde deve constituir-se em um eixo transversal para o SUS, garantindo o princípio da integralidade e entendendo uma visão ampliada da saúde como resultante de determinantes sociais que interferem nas possibilidades dos indivíduos escolherem com autonomia e alcançarem suas potencialidades. Diante das iniquidades persistentes na sociedade brasileira, a condução da promoção da saúde no sentido de uma abordagem socioambiental parece mais efetiva e em consonância com os princípios do SUS (RADDATZ et al., 2011).

Além disso, a partir das respostas de 9 enfermeiros entrevistados (32,14%), foi possível definir a seguinte temática "saúde e ambiente se relacionam diretamente", em que a faixa de atuação dos enfermeiros na atenção primária à saúde variaram de 1 a 3 anos (6- 21,42%) e mais de 10 anos (3-10,71%).

Nesse sentido, assumir o trabalho da área da saúde como campo ambiental abrangente à produção de saúde exige, da enfermagem e demais profissões interessadas nas questões referentes à saúde das pessoas, a compreensão das relações vitais do complexo ser humano/ambiente ecossistêmico e a produção de conhecimentos e adequação das diferentes práticas, a partir de estratégias abrangentes a melhora da qualidade de vida humana e sustentabilidade de biotas naturais e sociais (CESAR-VAZ et al., 2007).

Sendo assim, o conhecimento capaz de fundamentar o cuidado de enfermagem deve ser construído na intersecção entre a filosofia, que responde à grande questão existencial do homem, a ciência (inclui-se aqui a interdisciplinaridade) e tecnologia, que instrumentaliza no processo de trabalho, e a ética, isto é, numa abordagem epistemológica efetivamente comprometida com a emancipação humana (ROCHA et al., 2000).

A partir de duas respostas (7%), que abordam a qualidade de saúde relacionada com limpeza, higiene, lazer, moradia, saneamento, clima e estes interferindo de maneira positiva ou negativa na saúde da população, discutiu-se a subjetividade do termo "qualidade". Quando citado "qualidade de vida", demonstrou uma referência a "estilo de vida" associado a "ambiente em que o homem vive". Logo, pode-se ser classificada de maneira mais abrangente o seguinte conteúdo "a qualidade de vida interfere na saúde da população". Estes enfermeiros entrevistados possuem: de 1 a 2 anos e outro de 4 a 5 anos de atuação na atenção básica.

Qualidade de vida é noção prevalentemente humana, subjetiva, polissêmica e mutável com o passar dos anos. É um padrão que a sociedade determina e se mobiliza para conquistar mudanças positivas no modo e no estilo de vida, direcionado ao bem estar individual ou coletivo, através de indicadores para compreender as desigualdades, heterogeneidades e estratificações sociais (MINAYO, 2013).

O uso do termo qualidade de vida apresenta grande indeterminação em seu significado, sendo utilizado como conceito técnico, econômico, clínico, político-administrativo e subjetivo. Neste último como uma maneira de percepção e avaliação sobre o estado de saúde, serviços de cuidado à saúde e as próprias políticas públicas neste campo. A referência é que a saúde é considerada uma meta a ser alcançada e a qualidade de vida é desejada pelos indivíduos como uma finalidade de busca pelo bem-estar (GIMENES, 2013). Neste sentido é importante destacar que a ação do enfermeiro deve incluir atividades voltadas para a prevenção e promoção de saúde e da qualidade de vida do indivíduo e da coletividade, em um contexto que englobe a saúde ambiental.

Esta concepção de qualidade de vida tem sido utilizada por profissionais de diversas áreas, gestores ligados às políticas públicas, e nos diferentes campos do saber: na economia, na sociologia e na saúde. A noção de qualidade de vida mais desenvolvida é o da área de saúde, em especial da medicina, quando se refere ao conceito da OMS que determina que o bem estar deve ser avaliado por seis domínios: o físico, o psicológico, o do nível de independência, o das relações sócias, do meio ambiente e o dos aspectos religiosos (MINAYO, 2013).

Em se tratando de meio ambiente e sua relação com a qualidade de vida, é preciso analisar os valores e as percepções das comunidades, em função das consequências que esse espaço possa produzir na saúde da população. Neste contexto, a qualidade de vida é incorporada nas atividades dos serviços de saúde visto que a característica principal destes setores está relacionada à promoção de saúde. A participação de usuários em processos de ensino-aprendizagem promove bem-estar e satisfação de usuários, havendo melhoria nas condições de saúde e de vida destes e contribuindo com uma melhor qualidade de vida a nível individual e, também coletivo (DELFINO et al., 2012).

As respostas de apenas 2 entrevistados (7,14%) se assemelharam ao conceito de saúde segundo a OMS, ao declararem que saúde é bem estar físico, porém não foi complementado o conceito, ou seja, que existem outros fatores para se definir saúde. Embora o conceito da OMS seja amplamente divulgado durante e após a graduação de qualquer curso da área de saúde, os enfermeiros que citaram este tema se encontram em duas faixas de tempo de atuação bem distintas: um (3,55%) com 2 a 3 anos e outro (3,57%) de 9 a 10 anos de atuação. Isso demonstra a falta de valorização por uma representação de ordem mundial que é um ícone para a área de saúde.

Em um estudo, os profissionais de enfermagem revelaram ter uma concepção distorcida sobre o que é a promoção da saúde, influenciada pelo modelo biomédico, associando à prevenção. Por outro lado, destacaram a influência de vários aspectos além do físico e orgânico, como econômico, social e ambiental, além do papel de educador que o enfermeiro exerce, ainda que seja com enfoque exclusivamente preventivo (ROCHA et al., 2012).

É importante ressaltar que a definição do termo saúde vem sofrendo diversas alterações de acordo com o contexto histórico, político e social através da evolução das práticas assistenciais e do modelo de atenção dos serviços de saúde. A atual política de saúde entende a concepção de saúde como o resultado das condições de alimentação, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso e posse da terra e acesso aos serviços de saúde. Sendo assim, compete ao enfermeiro vincular a saúde às condições ambientais relacionadas à vida do indivíduo, numa tentativa de apreender o modo como este processo acontece, buscando conhecer novos conceitos sobre o processo saúde-doença, de modo que sua prática cotidiana tenha característica de reflexão-ação.

A promoção da saúde deve ser o primeiro objetivo da enfermagem no atendimento à população. Entretanto, para que isso ocorra de forma integral, o enfermeiro deve se apropriar de outros princípios que também se relacionam com a promoção da saúde, como a abordagem ecossistêmica em saúde, a qual rompe com o modelo unidisciplinar cartesiano hegemônico no qual ocorre um processo de dominação humana sobre a natureza, representando um entrave para o desenvolvimento sustentável e para os ecossistemas saudáveis (LOPES; XIMENES, 2011).

A promoção da saúde é resumida como mudanças do modo de vida e das condições de vida e a determina como uma estratégia mediada entre pessoas e meio ambiente, que ajusta escolhas pessoais com responsabilidade social para um futuro mais saudável. No que diz respeito à incorporação das estratégias de promoção de saúde no SUS, há a necessidade de serem superadas raízes estruturais da iniquidade na saúde, a fim de colaborar com o acesso a serviços de qualidade, com a produção de sujeitos autônomos socialmente responsáveis (CARVALHO, 2004).

Os assuntos citados somente uma vez foram: "saúde é bem estar físico e está relacionada com o meio ambiente", "saúde e ambiente são necessários para a vida", "importância do armazenamento do lixo hospitalar", talvez por falta de semelhança entre as respostas, não puderam ser associadas. Porém, é importante destacar os pontos relevantes como a importância do armazenamento do lixo hospitalar, da educação em saúde e da interferência do meio ambiente na qualidade de vida.

Afinal, entende-se que a enfermagem cuida da saúde e a saúde está ligada às condições sanitárias e do ambiente físico. A enfermagem trabalha com o meio que interfere na saúde e na qualidade de vida das pessoas. Um ambiente saudável propicia melhores condições de vida à população. A enfermagem deve estar atenta, pois não é necessário tratar só a doença, e sim tratar o meio contaminante (BRUZOS et al., 2011).

Nesse sentido, o termo meio ambiente vem sendo considerado um espaço onde estão presentes elementos bióticos e abióticos, em que um ser vive e se desenvolve a partir da troca de energia e de interações com ele, sendo transformado e transformando-o (JACOBI,1997). Apesar da importância desse aspecto para a saúde humana, o enfermeiro ainda não desenvolve de forma efetiva, em sua prática, a necessária relação entre saúde e ambiente ecossistêmico, como forma de garantir à população uma assistência integral e qualificada.

A concepção de educação em saúde presente no discurso e nas práticas dos profissionais da ESF, está embasada no modelo de transmissão do conhecimento e no modelo curativo de assistência à saúde. Tal concepção encontra-se vinculada à noção de prevenção de doenças e passagem de informação para a população, na qual a tarefa de ensinar e orientar está presente no discurso e na prática desses profissionais, sobressaindo o saber profissional sobre o conhecimento popular, na tentativa da mudança de comportamento e hábitos de vida da população (PINAFO et al., 2011).

Não obstante, pelo tempo que os enfermeiros pesquisados atuam na atenção primária à saúde, estes deveriam buscar aprofundar esse conhecimento aproximando os conceitos de saúde humana aos conceitos de saúde ambiental, considerando que existem inúmeros fatores ambientais que podem afetar a saúde e que a partir de sua identificação é possível trabalhar as interações existentes, objetivando melhorar os fatores ambientais determinantes da saúde.

Um entrevistado (3,5%) que atua na atenção básica de 9 a 10 anos afirmou que existe relação entre meio ambiente e saúde, porém não respondeu o item sobre qual relação por ele realizada. Outra questão importante é que os campos de saúde ambiental são de incertezas e conhecimentos que precisam ser repensados e discutidos, visto a multiplicidade de cenário e interações, além dos diversos atores envolvidos.

Em um artigo com objetivo de apresentar um levantamento da produção científica nacional e internacional sobre saúde e meio ambiente, o Brasil é o terceiro maior produtor, seguido dos Estados Unidos e Rússia, principalmente sobre vetores transmissores de doenças infectocontagiosas. Destaca-se ainda que poucos estudos efiletem sobre políticas públicas e meio ambiente, mostrando-se evidente que esta produção ainda é isolada e fragmentada, voltada para os problemas e não inclui a interdisciplinaridade. Sugere-se que a dimensão ambiental seja incorporada ao desenvolvimento de efetivas ações de saúde desde a formação, a fim de que haja a participação de todos atores sociais envolvidos na formulação de políticas públicas (CAMPONOGARA et al., 2008).

4. Conclusões

A pesquisa contou com 28 enfermeiros atuantes na atenção primária à saúde, sendo 82,14% do sexo feminino e 17,86% do sexo masculino; 46,43% na faixa etária

predominante de 20 a 29 anos; e, 32,14% desempenham ações neste nível de atenção à saúde entre 1 a 2 anos. Os resultados encontrados no presente estudo ao se tratar da identificação da relação entre saúde e meio ambiente, 68% dos enfermeiros perceberam a relação ou interferência do meio ambiente na saúde da população e 32% somente apresentaram citações sobre qualidade de vida, conceito de saúde segundo OMS, resíduos de serviços e saúde e educação em saúde, mas não fizeram a relação com o meio ambiente.

Ainda é incipiente a visão dos enfermeiros da pesquisa com relação a importância ao meio ambiente, possivelmente devido ao pouco tempo de atuação de um a dois anos na área e envolvimento com a realidade da área de abrangência, ficando condicionado a uma deficiência na identificação do diagnóstico situacional crítico, aprofundado e de qualidade. Para tentar minimizar essa carência é necessário incentivar a capacitação desse profissional antes e após sua formação acadêmica, com uma visão coletiva e interdisciplinar para temática ambiental.

Considerando que a maioria dos enfermeiros é subordinada a pressões políticas, sociais e econômicas para permanecerem em seus empregos, em especial os que atuam na atenção básica de saúde, é possível perceber que quando não preparados adequadamente na sua formação acadêmica, não constroem uma visão questionadora da realidade encontrada, tornando-se um profissional preocupado em resolver problemas imediatos e não se envolvendo adequadamente com a sociedade de maneira mais atuante e transformadora.

Portanto, há uma urgente necessidade de conscientização por parte dos profissionais de saúde em adotar práticas interdisciplinares com propósito de intervenção nos problemas ambientais, visando a promoção da saúde. As questões ambientais devem fazer parte da assistência e do cuidado prestados pelo enfermeiro ao indivíduo e à coletividade no âmbito da atenção básica.

Referências

1-ADDUM, F.M.; SERRA, C.G.; SESSA, K.S.; IZOTON, L.M.; SANTOS, T.B. Planejamento local, Saúde Ambiental e Estratégia Saúde da Família: uma análise do uso de ferramentas de gestão para a redução do risco de contaminação por enteroparasitoses no município de Venda Nova do Imigrante. **Physis**, v.21, n.3, p. 955-978, 2011.

ANJOS, K.F.; MEIRA, S.S.; FERRAZ, C.E.O.; VILELA, A.B.A.; BOERY, R.N.S.O.; SENA, E.L.S. Perspectivas e desafios do núcleo de apoio à saúde da família quanto às práticas em saúde. **Saúde em Debate**, v.37, n.99, p.672-680, 2013.

BRASIL. **Lei 12.864 de 24 de setembro de 2013**. Dispõe sobre a alteração do caput do art. 3o da Lei no 8.080, de 19 de setembro de 1990, incluindo a atividade física como fator determinante e condicionante da saúde. Diário Oficial da União de 25.9.2013.

BRASIL. **Portaria nº466/2012**. Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa com seres humanos. Brasília (DF): Conselho Nacional de Saúde; 2012. Diário Oficial da União de 13 de junho de 2013, Seção 1, p. 59.

BRASIL. **Política Nacional de Promoção da Saúde**. 3.ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. **Saúde da Família**: uma estratégia para a organização do modelo assistencial. Brasília: Ministério da Saúde, 1998.

BRASIL. **Lei nº 8.080 de 19 de setembro de 1990**. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Diário Oficial da União 1990; 19 set. Seção 1, p. 018055.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292p.

BRASIL. **Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1981. Diário Oficial da União de 2.9.1981.

BRUZOS, G.A.S.; KAMIMURA, H.M.; ROCHA, A.S.; JORGETTO, T.A.C.; PATRÍCIO, K.P. Meio ambiente e enfermagem: suas interfaces e inserção no ensino de graduação. **Saúde soc.**, v.20, n.2, p.462-469, 2011.

CAMPONOGARA, S.; KIRCHHOF, A.L.C.; RAMOS, F.R.S. Uma revisão sistemática sobre a produção científica com ênfase na relação entre saúde e meio ambiente. **Ciência Saúde Coletiva**, v.13, n.2, p.427-439, 2008.

CARVALHO, S.R. As contradições da promoção à saúde em relação à produção de sujeitos e a mudança social. **Ciência Saúde Coletiva**, v.9, n.3, p.669-78, 2004.

CEZAR-VAZ, M.R.; MUCCILLO-BAISCH, A.L.; SOARES, J.F.S.S.; WEIS, A.H.; COSTA, V.Z.; SOARES, M.C.F. Concepções de enfermagem, saúde e ambiente: abordagem ecossistêmica da produção coletiva de saúde na atenção básica. **Rev. Latino-am Enfermagem**, v.15, n.3, p.418-425, 2007.

CRESWELL, J.W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativos, quantitativos e misto. 3.ed. Porto Alegre: Artmed; 2010.

DELFINO, M.R.R.; KARNOPP, Z.M.P.; ROSA, M.R.Q.P.; PASIN, R.R. Repercussões do processo de ensinar-aprender em serviços de saúde na qualidade de vida dos usuários. **Trab. educ. saúde**, v.10, n.2, p.315-333, 2012.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas; 2006.

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015

GIMENES, G.F. Usos e significados da qualidade de vida nos discursos contemporâneos de saúde. **Trab. educ. saúde**, v.11, n.2, p.291-318, 2013.

JACOBI, P. **Meio ambiente urbano e sustentabilidade**: alguns elementos para reflexão. In: Cavalcanti, C. (orgs.). Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas. São Paulo: Cortez, 1997. p.384-90.

LOPES, M.J.M.; LEAL, S.M.C. A feminização persistente na qualificação profissional da enfermagem brasileira. **Cadernos Pagu**, n.24, p.105-125, 2005.

LOPES, M.S.V.; XIMENES, L.B. Enfermagem e saúde ambiental: possibilidades de atuação para a promoção da saúde. **Rev. Bras. Enferm**, v.64, n.1, p.72-7, 2011.

MINAYO, M.C.S. Qualidade de vida e saúde como valor existencial. **Ciênc. saúde coletiva**, v.18, n.7, p.1868, 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **The health of young people: A challenge and a promise**. Geneva: WHO, 1993.

PATRÍCIO, K.P.; OLIVEIRA, T.S.; RIBEIRO, J.T.R.; MEDEIROS, T.M.; CRUVINEL, M.C.F.P.; MIGUEL, M.M.; POGETTO, M.R.B.D.; SOARES, T.B.; BLASQUE, W.P. Meio ambiente e saúde no Programa PET-Saúde: interfaces na atenção básica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.35, n.3, p.341-49, 2011.

PINAFO, E.; NUNES, E.F.P.A.; GONZÁLEZ, A.D.; GARANHANI, M.L. Relações entre concepções e práticas de educação em saúde na visão de uma equipe de saúde da família. **Trab Educ Saúde**, v.9, n.2, p.201-21, 2011.

RADDATZ, A.; SCHOLZE, A.S.; DUARTE JÚNIOR, C.F.; SILVEIRA, P.A.F. Análise do discurso da Política Nacional de Promoção da Saúde. **Revista Brasileira de Promoção da Saúde**, v.24, n.3, p.191-198, 2011.

ROCHA, S.M.M.; ALMEIDA, M.C.P. O processo de trabalho da enfermagem em saúde coletiva e a Interdisciplinaridade. **Rev. latino-am. Enfermagem**, v.8, n.6, p.96-101, 2000.

VIEIRA, G.N. **Elaboração de um plano de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados em uma unidade básica de saúde** [monografia]. Ceará: Escola de Saúde Pública do Ceará; 2010.

Recebido em 29/09/2015 e Aceito em 21/12/2015.

1. INTRODUÇÃO

O estilo de vida adotado nos dias atuais tem gerado mudanças no padrão da alimentação humana, a qual foi adaptada devido às novas condições de tempo, recursos financeiros, local de trabalho, dentre outros. Essa rotina de vida tem gerado uma nova "epidemia", a obesidade. (ISOMAA *et. al* 2001; JAMES *et. al*, 2001).

A obesidade pode ser definida como doença resultante do acúmulo anormal ou excessivo de gordura sob a forma de tecido adiposo, resultando em prejuízos à saúde. Trata-se de um transtorno clínico, crônico, de difícil controle e que tem sua origem multifatorial, envolvendo diferentes aspectos na sua gênese e manutenção (RIBEIRO *et al*, 2013).

Cerca de 15% dos brasileiros e 1/3 da população do chamado Primeiro Mundo são atingidos pela obesidade. Não é um problema moral, mas sim médico, o qual envolve causas metabólicas, hormonais, comportamentais, culturais, psicológicas, sociais e, às vezes, genética (SILVA, 2005).

O significativo aumento mundial dos casos de obesidade mórbida vem resultando no crescimento das intervenções cirúrgicas para correção deste mal com a intenção de reduzir, através da perda significativa do excesso de peso, o risco de mortalidade e comorbidades - hipertensão arterial sistêmica, diabetes melito tipo 2, apnéia obstrutiva do sono, dislipidemia e doença hepática (MENEGOTTO *et al*, 2013).

Nos Estados Unidos e na Europa, elaboraram-se consensos sobre os critérios para a indicação de tratamento operatório, referendados pela Federação Internacional de Cirurgia da Obesidade, e tiveram a adesão da afiliada Sociedade Brasileira de Cirurgia da Obesidade, quais sejam: IMC (Índice de Massa Corporal) igual ou maior do que $40\text{kg}\backslash\text{m}^2$, IMC igual ou maior do que $35\text{kg}\backslash\text{m}^2$, com doença clínica importante associada, isto é, comorbidade, insucesso ou resistência ao tratamento clínico prévio, ausência de doença clinicamente severa, contraindicando um procedimento bariátrico, sabidamente de grande porte, ausência de psicopatologia grave, entendendo-se, assim, que o paciente deve ter liberação psicológica pré-operatória e capacidade, por parte do paciente, de entendimento das implicações da cirurgia (SILVA, 2005).

Uma sequela importante é o alto catabolismo. São frequentes as deficiências nutricionais decorrentes de carências de macro e/ou micronutrientes, devido à restrição alimentar (nas cirurgias restritivas e mistas) ou por déficit de absorção (nos procedimentos disaborsotivos) (SILVA e KAWAHARA, 2005).

Após a cirurgia este paciente pode melhorar a qualidade de vida, pois facilitará a locomoção corporal, diminuirá os prejuízos psicossociais e de autoestima, no entanto, o paciente que se submete a mesma deve estar preparado para uma "sequela" causada pelo emagrecimento demasiado, a flacidez tissular (LEAL *et al*, 2007).

Foram realizadas 60.000 operações no país no ano de 2010, segundo dados da Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica (SBCBM), ou seja, um aumento de 275% em relação a 2003, quando foram coletados os primeiros registros, e de 33% em relação a 2009. Pelo Sistema Único de Saúde (SUS), mesmo com filas de espera de até oito anos, o número de cirurgias cresceu 23,7% entre 2007 e 2009, chegando a 3.681 ocorrências. Os números fazem do Brasil o segundo colocado no ranking de cirurgias bariátricas, atrás apenas dos Estados Unidos, com 300.000 procedimentos em 2010 (VEJA, 2011).

1.1. OBESIDADE

O diagnóstico da obesidade pode ser estabelecido por métodos quantitativos ou qualitativos. O cálculo do índice de massa corporal (IMC) consiste em um método quantitativo utilizado para determinar o sobrepeso ou obesidade em adultos e é calculado pelo peso (Kg) dividido pela altura (m) ao quadrado ($IMC = \text{peso}/\text{altura}^2$) (LANCHA JR, 2006; REZENDE, 2011). O valor do IMC é o mesmo para ambos os sexos, embora, os pontos de cortes podem não corresponder ao mesmo grau de gordura nas diferentes populações, visto que existem diferenças corporais entre as etnias. Porém os riscos sanitários com relação ao sobrepeso e obesidade aumentam progressivamente com o aumento do IMC. Conforme a tabela abaixo, o IMC de 30 Kg/m² ou mais denota obesidade.

Tabela 1 : Classificação do estado nutricional em adulto segundo o IMC

Classificação	IMC (Kg/m²)	Risco de comorbidades
Baixo peso	< 18,5	Baixo
Peso normal	18,5 - 24,9	Médio
Sobrepeso	≥ 25	-
Pré-obeso	25,0 a 29,9	Aumentado
Obeso I	30,0 a 34,9	Moderado
Obeso II	35,0 a 39,9	Grave
Obeso III	≥ 40,0	Muito Grave

Fonte: ABESO, 2009

Segundo a ABESO (2009), o IMC é um bom indicador, mas não totalmente correlacionado com a gordura corporal, é limitada, pois não distingue massa gordurosa de massa magra, podendo ser pouco estimado em indivíduos mais velhos, em decorrência de sua perda de massa magra e diminuição do peso, e superestimado em indivíduos musculosos.

O método das dobras cutâneas pode ser aceito como indicativo da gordura corporal por duas razões: 40-60% do total da gordura corporal está localizado na região subcutânea, e a espessura da dobra cutânea pode ser diretamente mensurada usando um compasso bem calibrado (LANCHA JR, 2006).

1.2. EFEITOS COLATERAIS ESPERADOS PÓS-CIRURGIA BARIÁTRICA

De acordo com Schneider (2009), a cirurgia bariátrica promove a perda de peso e consequente perda de massa magra, massa gorda, entre outras estruturas da composição corporal. Esse fato é esperado no pós-operatório e deve ser manejado adequadamente, pois as complicações são o agravamento e descontrole desses efeitos colaterais, existindo risco para o paciente. Alguns efeitos esperados são:

- Hipoglicemias reacionais: são episódios de hipoglicemia desencadeados após 30-120 minutos da ingestão de algum alimento com alto índice glicêmico, resultando em níveis elevados de insulina e, consequente, queda abrupta de glicose;

- Queda de cabelo: frequente entre terceiro e sexto mês pós-operatório, podendo durar de 6 a 12 meses. É relacionada à perda de peso, desnutrição proteica, redução de minerais e microelementos pela área de disabsorção dos alimentos. Normalmente, com o aumento da oferta proteica, de zinco e ácidos graxos essenciais;

- Desnutrição proteica: os quadros de desnutrição proteica grave eram mais frequentes em cirurgias mal-absortivas antigas, já abandonadas (bypass jejuno ileal). Mesmo assim

ainda ocorrem principalmente nas cirurgias de derivação bileo-digestiva, sendo mais rara nas técnicas de by-pass gastrointestinal e nas técnicas puramente restritivas (banda gástrica);

- Deficiência de B12, ácido fólico e complexo B: são mais frequentes nas derivações bileodigestivas e bypass gastrointestinal. Geralmente, iniciam após o 3º mês pós-operatório, e recomenda-se dosagem trimestral de vitamina B12 e folato séricos para o diagnóstico. A prevalência observada é de 30-70%;

- Deficiência de ferro e anemia ferropriva: também são mais frequentes nas derivações bileodigestivas e bypass gastrointestinal, podendo já estar presentes no pré-operatório, devendo ser investigadas e tratadas. É mais comum em mulheres com fluxo menstrual aumentado, geralmente iniciando após o 2º mês pós-operatório e podendo persistir por mais tempo;

- Deficiência de cálcio, vitamina D e hiperparatireoidismo secundário: as alterações do metabolismo ósseo geralmente ocorrem mais tardiamente, após 1 ano de pós-operatório e também são mais frequentes nas derivações bileodigestivas, ocorrendo em cerca de 70% dos pacientes e em até 29% dos pacientes submetidos à by-pass gastrointestinal. Pode ocorrer desmineralização óssea, níveis baixos de 25-hidroxivitamina D1 ou calcidiol, cálcio e níveis elevados de paratormônio;

- Reganho de peso: ocorre devido a adaptações anatômicas e fisiológicas que ocorrem ao longo do tempo após a cirurgia, diminuindo a restrição estabelecida no início do período pós-operatório e aumentando a capacidade de absorção intestinal. Além disso, hábitos alimentares inadequados interferem no aumento do peso.

Do ponto de vista nutricional, pacientes submetidos a cirurgias bariátricas devem ser acompanhados periodicamente para a elaboração de uma dieta qualitativamente adequada. A adesão ao tratamento, com mudanças de estilo de vida e prática regular de atividade física é fundamental, assim, melhores resultados poderão ser alcançados com a cirurgia e para a manutenção de um correto estado nutricional após a perda de peso (YAMAGUCHI, 2005).

1.3. FLACIDEZ

O termo flacidez refere-se à qualidade ou estado de flácido, ou seja, mole, frouxo, lânguido. A flacidez tem relação com a diminuição do tônus muscular, estando o músculo pouco consistente. Esta situação pode apresentar-se de duas formas distintas: a flacidez muscular e tissular. É muito comum que os dois tipos apareçam associados, piorando o aspecto das partes do corpo afetadas. A falta de exercícios físicos é considerada a maior causa da flacidez, pois quando os músculos não são solicitados adequadamente, suas fibras atrofiam-se. O sedentarismo é considerado um dos fatores mais frequentes para seu aparecimento, seguido pela perda de massa muscular e aumento do depósito gorduroso (LOPES e BRONGHOLI, 2009).

A pele pode ser entendida como material biológico de comportamento viscoelástico. Quando o limite elástico da pele é ultrapassado por algum motivo, como por exemplo, um indivíduo magro que se torna obeso em um curto período de tempo e depois emagrece novamente, ao cessar o estímulo, a pele não volta ao seu tamanho original, dando origem ao "excesso de pele" denominado flacidez estética. Neste caso, apenas uma intervenção cirúrgica resolverá a questão (GUIRRO e GUIRRO, 2002).

1.3.1. Flacidez tissular e cirurgia bariátrica

A flacidez tissular após cirurgia bariátrica está associada, principalmente, à deficiência de proteínas - polímeros cujas unidades constituintes fundamentais são os aminoácidos.

De acordo com Costa (2012), a flacidez tissular decorre de alterações na estrutura do tecido conjuntivo de sustentação, representado pela matriz extracelular com as suas fibras colágenas, elásticas e reticulares, proporcionando tônus e elasticidade à pele.

Segundo Junqueira e Carneiro (1999), o colágeno é a proteína mais abundante (30% do total do organismo) e importante para a formação das fibras de sustentação da pele, apresentando composição bioquímica, morfologia e funções diferentes. Os colágenos podem ser classificados de acordo com sua estrutura e função:

- colágenos formadores de fibrilas: I, II, III, V e XI - conferem resistência ao tecido;
- colágenos que se associam a fibrilas: IX e XII - ligam as fibrilas entre si e a outros componentes da matriz extracelular;
- colágeno formador de rede: IV, confere aderência e filtração;
- colágeno de ancoragem: VII, prende as fibras colágenas à lâmina basal.

O colágeno é constituído primordialmente a partir dos aminoácidos glicina (33%), prolina (13%) e 4-hidroxiprolina (9%). A unidade molecular madura de colágeno, o tropocolágeno, contém três cadeias polipeptídicas (cadeias α), entrelaçadas entre si em tripla hélice. A possibilidade de se entrelaçar as cadeias α de várias formas distintas, justifica os diversos graus de força e de resistência. Existem vários tipos de cadeias distintas de tropocolágenos, cada uma com seus próprios genes. A sequência de aminoácidos nas cadeias de colágeno é incomum: glicina -x -prolina e glicina - x - 4-hidroxiprolina, onde x pode ser qualquer aminoácido (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 1999; SCHNEIDER, 2009).

As fibras elásticas podem ser de três tipos: as oxitalânicas, encontradas na derme papilar; as elaunínicas na junção dermoepidérmica; e as elásticas propriamente ditas, encontradas na derme reticular. Independentemente do seu tipo, as fibras elásticas são constituídas por elastina, uma proteína fibrosa, tendo muitas de suas cadeias polipeptídicas unidas por ligações covalentes. A elastina é uma proteína resistente tanto aos ácidos como às bases, e difere do colágeno, em composição, por não conter sequências repetidas de glicina -x -prolina ou, glicina - x - 4-hidroxiprolina, e nem estrutura em hélice ou super hélice (SCHNEIDER, 2009).

1.4. RECURSOS ESTÉTICOS

1.4.1. ATIVOS PARA REVITALIZAÇÃO DE FLACIDEZ TISSULAR

Para tratar a pele com flacidez tissular a indústria cosmética lança constantemente ativos, tais como:

Argila

Segundo Ribeiro (2010), as argilas são adsorventes, e dependendo da argila, podem ser utilizados como máscaras secativas, clareadores, adstringentes e antissépticas. Para Lacrimanti (2008), a argila funciona como descongestionante, auxiliando na eliminação de líquidos e toxinas, além de possuir propriedades hidratantes e tensoras.

Segundo Ribeiro (2010), para alguns estudiosos da área, as argilas adsorvem também microorganismos e impurezas (toxinas). Somadas a estas funções cosméticas, as argilas conferem textura mais agradável à pele deixando-a suave ao toque após o uso. Há vários tipos de argilas disponíveis para formulação de máscaras cosméticas e uma das características que mais chamam a atenção é a diferença de cor existente em cada um dos tipos, devido à presença de determinados minerais específicos ou materiais orgânicos.

A argila Branca ou Caulim, possui o pH muito próximo da pele, efeitos de clarear absorver oleosidade sem desidratar, suavizar, cicatrizar e catalisar reações metabólicas do organismo. A argila branca possui diversos oligoelemento. Entre os minerais encontrados, são silício (na pele é um componente dos aminoácidos presente nas proteínas cutâneas) que reduzem as inflamações e têm ações purificante, adstringente e remineralizante. É rica em nutrientes como ferro, alumínio, potássio, cálcio e enxofre. É um ingrediente com alto grau de hidratação e antioxidantes. Ajuda a eliminar toxinas da superfície da pele e ativa a regeneração celular. Seus nutrientes combatem os radicais livres, ativam a regeneração celular e fortalecem o tônus da pele. É indicada nos cuidados com gordura localizada e celulite (SOUZA e ANTUNES, 2009)

Colágeno

Ao colágeno foram atribuídos os efeitos de combate à flacidez e de rejuvenescimento da pele; no entanto, não existe comprovação científica de nenhum dos efeitos atribuídos à ele. O colágeno em pó é desaconselhado para os indivíduos que apresentem insuficiência renal ou doenças metabólicas do fígado, pois a proteína em excesso pode sobrecarregar esses órgãos (GUIRRO e GUIRRO, 2004).

O colágeno lipossomado é indicado para peles desvitalizadas e flácidas proporcionando a manutenção da firmeza cutânea e a hidratação superficial da pele. Esta macromolécula é muito importante para a sustentação da derme e da pele como um todo. Utilizado na fabricação de cremes, leites, protetores solares e géis. Seu pH de estabilidade é entre 5,5 e 6,0 e utilizado em concentrações de 2,00% a 10,00%. (SOUZA e ANTUNES, 2009)

Elastina

A flexibilidade cutânea é atribuída à elastina, evitando a formação de vincos os quais originam as rugas. O lipossoma de elastina é indicado para peles desvitalizadas e flácidas, sem elasticidade e que necessitam de firmeza. Usado em cremes, loções, leites e géis. O pH de estabilidade varia entre 5,5 e 6,0 e é utilizado em concentrações de 2,0% a 10% (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Vitamina A – Ácido retinóico

Atua evitando o adelgaçamento epidérmico e a debilitação da lâmina basal. Estimula a atividade de fibroblastos na síntese de macromoléculas, acelera o *turn over*, melhora a angiogênese (COSTA, 2012).

Pantenol

Precursor do ácido pantotênico (vitamina B5), componente da coenzima A, atuando de forma importante no metabolismo celular durante a biossíntese de ácidos graxos e na glicogênese. Solúvel em água e higroscópico, tem ação de hidratação da pele, especialmente se combinado com o glicerol, pH de estabilidade 3,5 a 7,5, concentração de uso: 0,5% a 5% (COSTA, 2012).

PCA Na (Sodium PCA)

Agente umectante natural derivado do ácido glutâmico. É encontrado de forma abundante na pele humana e um dos principais componentes do NMF (*Natural Moisturizing Factor*) auxiliando a pele cabelos a manterem uma aparência saudável e viçosa. Com efeito hidratante superior ao da glicerina, pode ser usado na pele e em mucosas por ser um ativo altamente seguro e pode ser utilizado em qualquer formulação dermocosmética. Previne o ressecamento da pele mesmo em condições de baixa umidade. Utilizado na formulação de cremes, loções e géis hidratantes corporais e faciais na concentração de 0,5 a 4,0% e seu pH de estabilidade varia entre 4,0 e 6,5 (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Lanachrys (Lanatech)

Extrato de *Chrysanthellum indicum* numa solução de propilenoglicol e água. Composto de ácidos fenólicos, cafeico, clorogênico e isoclorogênico; flavonoides, flavonas,

flavononas; chalconas; aurononas e triterpenos: saponinas. Uma combinação estimuladora da lipólise, bloqueando os receptores α_2 , aumentando a microcirculação cutânea, o aporte sanguíneo e, conseqüentemente, o percentual de nutrientes para as células, além de possuir efeito calmante e redutor de edema e antirradicais livres. Indicado para emulsões e géis anticelulite. O composto deve ser armazenado em local frio (4°C), por um período máximo de 3 meses. O pH de estabilidade varia entre 5,0 e 7,0%. Utilizado em concentrações de 1,0 a 5,0% (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Deanol – DMAE FLUID (DMAE Pidolato) (Galena)

Ativo derivado do DMAE, em cujo conteúdo estrutural está incluso o PCA, também conhecido como pidolato ou ácido carboxipirrolidônico. O PCA ajuda a regular a perda transepidérmica de água. Tem a propriedade de hidratar peles secas e flácidas, proteger peles expostas a temperaturas muito altas ou baixas, aumentar a firmeza da pele e diminuir linhas de expressão. Usado em cremes, loções, géis não iônicos e Plurigel (aniônico). Compatível com Tensine, Liftiline, Raffermin, Kinetin L, Elastinol + e Íris. Quando usado Plurigel é possível associar com Tensine e/ou Liftiline. O pH de estabilidade varia entre 4,0 e 7,5. Utilizado na concentração de 156,0%, representando 3,0% de DMAE e 4,3% de Pidolato (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Laranja amarga (Citrus Amara)

Planta nativa do extremo Oriente, é cultivada no Mediterrâneo, em Israel e na América do Sul e do Norte. Seu óleo essencial controla processos líquidos no sistema linfático auxiliando a eliminar secreções e diminuindo a retenção de água. Não existem referências bibliográficas nas quais seja citada a concentração ou pH de estabilidade deste ativo (CORAZZA, 2002).

Proteínas do trigo (Liftiline)

Liftiline® é um agente tensor de origem vegetal obtido de frações especiais de proteínas do trigo, formando um filme elástico, resistente, coesivo e contínuo na superfície da pele. Tensor de ação quase imediata, melhora a superfície da pele (maciez e firmeza), diminuindo a flacidez e as linhas de expressão. Utilizado na concentração de 3 a 5%, em géis tensores, géis-cremes corporais, faciais e para a área dos olhos. A manipulação em cremes e substâncias oleosas anula o efeito tensor, mantendo suas propriedades hidratantes. Seu pH de estabilidade é 7,0. (COSTA, 2012).

Regu-Slim (Pentapharm)

É um granulado seco e amarelado composto por substâncias naturais como o ácido cisteico, cafeína, carnitina, guaraná, Panthetin-S-Sulfonate, *Paulinea cupana*, maltodextrina e celulose microcristalina, disparando o processo de lipólise, estimulando a quebra de triglicérides no interior dos adipócitos, bem como a carnitina, responsável por promover o transporte dos ácidos graxos para a célula da mitocôndria aumentando sua oxigenação no interior da mesma. Reduz a espessura do tecido adiposo e melhora o aspecto da pele tipo "casca de laranja". Pode ser processado a uma temperatura média (inferior a 80°C), ou a frio e deve ser incorporado na fase final da formulação. Pode ser incorporado em qualquer tipo de formulação. O pH de estabilidade é entre 5,0 e 6,0. Utilizado em concentrações de 0,5 a 3,0% (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Slimbuster L (Chemyunion)

Extrato concentrado e modificado de materiais insaponificáveis e ácidos graxos poli-insaturados de póleo de café verde, livre de cafeína, e fitoesteróis vegetais estratificados de *Brassica campestris*. Usado em produtos cosméticos e cosmiátricos para aplicação tópica para o cuidado com o corpo, em produtos adelgaçantes com o foco lipolítico na gordura localizada e na celulite. Tem importância em produtos corporais cujo foco é o aumento da firmeza da pele necessário em regime de emagrecimento e na prevenção da formação de estrias em processo de crescimento corporal acelerado, típico na

adolescência, e no aumento muito rápido de massa muscular (devido a exercícios intensivos de musculação), bem como tratamento auxiliar de estrias jovens (*stria rubra*), com melhora de sua aparência. O pH de estabilidade varia entre 5,5 e 6,2. É utilizado na concentração de 3,0% (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Extrato hidrolisado da soja (Raffermine®)

É um agente firmador dérmico de origem vegetal, extrato hidrolisado da soja (*Glycine soya*), composto por glicoproteínas e polissacarídeos. Por suas características similares às das glicoproteínas dérmicas, mimetiza a estruturação fisiológica da derme, sendo capaz de regular interações entre componentes dérmicos e, em especial, facilitar a ligação dos fibroblastos às fibras colágenas. Tem ação inibitória sobre a elastase, preservando a elasticidade cutânea e estimulando diretamente a contração dos fibroblastos, reforçando a estrutura molecular da derme, aumentando a firmeza, a elasticidade e o tônus da pele. Utilizado na concentração de 2 a 5%, pode ser incorporado a qualquer produto para uso tópico, para aplicação tanto facial como corporal em loções, cremes, géis e *sérum*. Seu pH de estabilidade deve ser mantido acima de 4,0. (COSTA, 2012).

Hidroxirolisilane C (Exsymol)

Ativo composto por aspartato de hidroxiprolina-metilsilanol. Recupera a espessura e a densidade da pele. Induz a estimulação de fenômenos regenerativos, os quais se modificam durante o processo de envelhecimento. Além disso, normaliza a permeabilidade dos capilares. Previne rugas e linhas de expressão. É hidrossolúvel. O pH de estabilidade é entre 4,5 e 6,5. Utilizado na concentração de 2,50 a 6,0%. (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Caviar Extract (Alban Muller)

Produzido a partir do caviar do peixe Beluga (*Acipenser stellatus*). Ativo rico em proteínas, aminoácidos, sais minerais, vitaminas e ácidos graxos essenciais. Há duas formas do mesmo ativo: a forma hidrossolúvel e lipossolúvel. Indicado para ser usado em bases não iônicas a frio. O Caviar Extract Hidro: Apresenta-se na forma de microesferas transparentes de agar. Constitui-se de proteínas solúveis, diversos aminoácidos como ácidos aspártico, ácido glutâmico, alanina, arginina, isoleucina, lisina e serina. Apresenta também sais minerais como o sódio, potássio, fósforo, cálcio e ferro. A aplicação tópica do ativo é capaz de estimular a produção de colágeno e elastina na derme. Seu pH de estabilidade varia entre 5,8 e 6,0 para o rosto e corpo. É utilizado em concentrações de 1,0 a 4,0% em cremes e 5,0% em loções (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Fosfatidilcolina

Lipoproteína encontrada nas membranas celulares; sua concentração influi diretamente na integridade e funcionamento destas membranas (ASSUMPÇÃO, 2005).

Beta escina

Saponina de origem vegetal extraída de *Aesculus hippocastanum* com ação anti edematosa e antivariçosa (REBELO, 2004).

Argisil C©

Ativo estimulante da lipólise através de certos mensageiros endógenos e possui ação reparadora, anti envelhecimento, anti edema, remodeladora e anticelulite. Hidrossolúvel, é utilizado em cremes para massagem, loções e géis. O pH de estabilidade é entre 4,5 e 6,5. É utilizado em concentrações de 4,0 a 6,0% (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Extratos de arnica

Ativo com alta concentração de extratos florais, taninos, colina, betaína, trimetilxantina, arnicina e carotenoides. Ativo com propriedades estimulantes e cicatrizantes e antiflogísticas, preservando a maciez da pele e induz à formação de filme. Lipossolúvel, é utilizado na formulação de cremes e loções, óleos para o corpo e massagem, dentre

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – Dezembro de 2015

outros. Utilizado em concentrações de 1,0 a 3,0%. Seu pH varia entre 5,0 e 6,5 (SOUZA *et. al.*, 2009).

Centella asiática

Auxilia na melhora da circulação do retorno venoso e no fortalecimento dos capilares, combatendo processos degenerativos do tecido venoso. Auxilia na fixação de alanina e prolina cuja ação é fundamental na produção de colágeno. Age sobre edemas de origem venosa e melhoram o quadro da celulite localizada. Favorece o processo de cicatrização e age sobre fibroses de várias origens. Utilizado em concentrações de 2 a 5% e seu pH de estabilidade varia entre 5,0 e 6,5 (SOUZA *et. al.*, 2009).

Ginkgo biloba

Rico em flavonoides, biflavonoides e terpenos. Reduz a viscosidade sanguínea e melhora a perfusão sanguínea periférica nos capilares e arteríolas. Apresenta ação anti-edematosa, auxilia na melhora do retorno venoso e da circulação arterial local. Atua ainda como potente antioxidante. Utiliza-se este ativo na concentração de 1 a 3% e seu pH varia entre 5,0 e 6,0 (COSTA, 2012).

Guaraná

Composto por bases xantínicas (cafeína, teofilina e teobromina), incluindo saponinas e taninos em altas concentrações, apresenta atividade antioxidante. pH de estabilidade de 3,0 a 7,0, concentração de uso: 3% a 10% (MURAD, 2006; ESPINOLA, 1997).

Oligoelementos

Substância composta por uma associação balanceada de oligoelementos: zinco, cobre, manganês e magnésio ligados ao ácido acetilmetionínico (acetilmetionato). Essa combinação resulta em um complexo potencializador, restaurador e normalizador das atividades e reações enzimáticas celulares. É hidrossolúvel e seu pH de estabilidade varia entre 4,0 a 7,0. Utilizado em concentrações de 0,6 a 1,0% (SOUZA e ANTUNES, 2009).

Elestan® (BASF)

Consiste no extrato das folhas da árvore Africana Manilkara. Seu mecanismo de ação protege as fibras elásticas evitando a degradação excessiva por elastases além da atividade antiglicação. Possui ainda agentes estimulantes da síntese de elastina assim como as proteínas de elastina associadas a fim de garantir uma estruturação ótima para a rede de fibras elásticas. (UL Prospector, 2014)

1.4.2. ELETROTERRAPIA

A eletroterapia é um grande aliado para tratamentos de flacidez tissular, pois seus efeitos fisiológicos estão baseados no estímulo da microcirculação cutânea, com a consequente melhora na nutrição e oxigenação dos tecidos, há uma estimulação na produção de colágenos, no caso as microcorrentes (OLIVEIRA, 2011). Além disso, o transporte de ativos cosméticos através da pele poderão ser otimizados pela iontoforese pelas vias do anexo cutâneo, como folículos pilosos e glândulas sudoríparas (GRATIERI *et al.*, 2008).

1.4.2.1. MICROCORRENTES

A microcorrente é uma corrente contínua de baixa intensidade (um milionésimo de ampere correspondente a um microampère), associado com formas de pulsos alternados ou contínuos, com frequência de 0,5 a 900Hz e potência de 10 a 1000µA (microampère) (PEREIRA, 2007).

A eficácia da microcorrente, quando bem aplicada, leva à pele pequenas e insignificantes estímulos cuja atuação no metabolismo celular ativa o intercâmbio de nutrientes,

elevando a produção do ATP (trifosfato de adenosina), energias das células, completando-se a sua bioregeneração (PEREIRA, 2007).

A eletroestimulação por microcorrentes tem como principais características o fato de não atuarem no nível dos órgãos, mas sim a nível celular e de microestruturas, produzindo micro-estimulação e neuro-estimulação (STARKEY, 2001).

Sendo a frequência inversamente proporcional, ou seja, quanto mais alto menor atuação, deve-se aplicar frequências altas no início dos tratamentos (400 a 600Hz), para ativar a circulação sanguínea e elevar o intercâmbio de nutrientes e melhorar a introdução de hidrossolúveis, depois de selecionado o tipo de onda do equipamento a ser utilizado (PEREIRA, 2007).

Atualmente no mercado é possível encontrar alguns tipos de microcorrentes com formas de ondas diferentes, tais como: ondas individuais com características de pulso monofásicos retangulares, cuja polaridade é revertida periodicamente. Algumas formas de microcorrentes trazem um formato de pulso com uma rampa de amplitude automática, para a série de pulsos distribuídos. Outras trazem um formato de pulso retangular distribuído de forma monofásica. (BORGES, 2006).

Os efeitos fisiológicos terapêuticos relacionam-se ao aumento do metabolismo celular, estímulo do processo de reparo e regeneração tecidual, normalização do pH local, aumento da síntese de proteínas (colágeno e elastina) (OLIVEIRA, 2011)

Segundo Robinson e Snyder-Mackler (2001 apud BORGES, 2006) o modo normal de aplicação dos aparelhos de microcorrentes ocorre em níveis nos quais não se consegue ativar as fibras nervosas sensoriais subcutâneas e, como resultado, os pacientes não têm nenhuma percepção da sensação de formigamento tão comumente associada com procedimentos eletroterapêuticos.

Os efeitos fisiológicos da microcorrentes na pele traz uma melhora na nutrição e oxigenação do tecido, gerando um efeito revitalizante nos tecidos. Outro efeito é a estimulação dos fibroblastos (produzindo colágeno em maior quantidade e de melhor qualidade) e do sistema linfático, assim como de suas funções (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Oliveira (2011), os efeitos da estimulação por microcorrentes são, o aumento da produção de ATP em até 500%; aumento da síntese de proteínas; aumento da captação de O₂ no local em questão; aumento do transporte de aminoácidos; Aumento do transporte de membranas. A microcorrente acelera em até 500% a produção do Trifosfato de adenosina (ATP), sendo essa molécula a grande responsável pela síntese proteica e regeneração tecidual devido a sua participação em todos os processos energéticos da célula.

A indicação desta na estética deve-se basear nos seus efeitos fisiológicos e terapêuticos. Em suas aplicações, as de maior destaque são: cicatrizes; pós-operatórios; rejuvenescimento; flacidez tissular; recuperação de queimaduras; involução cutânea (aumento do número de fibroblastos e realinhamento das fibras colágenas potencializa a circulação linfática diminuindo edema); estrias (rearranjo das fibras colágenas); "cansaço" muscular facial (eliminação de metabólitos celulares, relaxamento muscular, restabelecimento da bioeletricidade tecidual); celulite (antiedematoso); pós peeling (cicatrizante, antiinflamatório, restabelecimento da bioeletricidade tecidual) (BORGES, 2006).

As principais contra-indicações são: cardíacos portadores de marca-passo, ou cardiopatias congestivas; uso de prótese metálica; portadores de neoplasia; patologias circulatórias tipo flebite, trombose; renais crônicos; gestantes em qualquer idade gestacional; processos inflamatórios e infecciosos; sobre a pele anestésica (sem

sensibilidade); epilepsia ou patologias neurológicas que contra indiquem aplicação de corrente elétrica (BORGES, 2010).

O objetivo no emprego das microcorrentes como um recurso no tratamento da flacidez tissular são: Ativar o metabolismo celular e tecidual; melhorar o tônus tecidual e muscular; acelerar a função dos fibroblastos quanto à síntese de fibras colágenas, elásticas e reticulares; intensificar a circulação veno-linfática; acentuar o mecanismo de drenagem linfática reduzindo a formação de edemas. No tratamento estético a corrente pode estar associada à massagem e à cosmetologia (OLIVEIRA, 2011).

1.4.2.2. IONIZAÇÃO

A ionização ou iontoforese é uma técnica não-invasiva, baseada na aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade para facilitar a liberação de uma variedade de ativos, carregados ou não, através de membranas biológicas. sangüínea (SINGH, *et. al.*, 2001).

A corrente necessária para a transferência de íons, a corrente galvânica direta contínua, obtida a partir de geradores padrão de baixa voltagem, a partir de unidades alimentadas por bateria atualmente disponíveis no mercado (KAHN, 2001).

A corrente elétrica é fornecida por uma fonte de energia ou bateria e distribuída com o auxílio de um eletrodo positivo (ânodo) e um eletrodo negativo (cátodo) através de uma solução eletrolítica, seguindo para a pele. (LOPEZ, *et al*, 2003). Quando a corrente é aplicada, os cátions presentes na solução em contato com o ânodo se movem em direção ao cátodo, enquanto os ânions presentes no cátodo se movem na direção oposta. A presença de cada tipo de íon (cátions e ânions) ou moléculas carregadas no sistema conduz uma fração de corrente elétrica denominada número de transporte (LOPEZ *et al*, 2001).

A razão máxima do transporte de um dado íon ocorre quando o número de transporte para o íon é igual a 1, isto é, quando o íon sozinho é capaz de conduzir 100% da corrente através da membrana (MUDRY, 2006). Para otimizar o transporte iontoforético desses íons é necessário adequar dispositivos iontoforéticos e formulações compatíveis com eles, isto porque o transporte de íons é dependente de vários fatores relacionados ao dispositivo iontoforético e à formulação utilizada. Sendo assim, o fluxo iontoforético de um ativo pode ser aumentado através da alteração de fatores elétricos, como a densidade e a natureza da corrente e o tipo de eletrodo utilizado (YOSHIDA e ROBERTS, 1992; FANG *et. al.*, 2001, PRASAD, *et. al*, 2007).

Os íons penetram no tecido pela repulsão proveniente do polo do eletrodo, de mesmo sinal do princípio ativo, soluções aquosas dissociam em íons. Estes são reabsorvidos pela rede local. A profundidade de penetração depende da circulação e da velocidade de absorção do íon pelo tecido (GUTMANN, 1991).

A importância de cada via de permeação depende das propriedades físico-químicas do ativo e das características da membrana. Em condições normais, ou seja, na ausência de corrente elétrica, a penetração transdérmica de substâncias ativas se restringe a poucas moléculas, devendo ser necessariamente potentes (capazes de atingir o efeito terapêutico em baixas concentrações), pequenas (Massa Molar < 400 g/mol) e ligeiramente lipofílicas (para se partilharem através das camadas da epiderme). Na iontoforese, no entanto, o transporte de substâncias através da pele sob condições moderadas (0,1 mA/cm²) ocorre principalmente via anexos cutâneos, como folículos pilosos e glândulas sudoríparas. Esses anexos atuam como vias alternativas de baixa resistência ao transporte de substâncias exógenas (SCHUETZ, *et. al*, 2006). Assim, na iontoforese, o estrato córneo deixa de ser a principal barreira relevante à penetração, uma vez que as moléculas atravessam a epiderme por "vias alternativas", sendo então

possível a liberação de macromoléculas e moléculas polares, ampliando as possibilidades terapêuticas utilizando a via transdérmica (CULLANDER, *et. al*, 1991).

As indicações desta eletroterapia deve se basear nos seus efeitos fisiológicos e terapêuticos. As aplicações de maior destaque são destinadas para: Inflamação; espasmo muscular; isquemia; depósitos de cálcio; tecido cicatricial; hiperidrose; herpes; rinite alérgica; gota; queimaduras; distrofia simpática-reflexa (GUIRRO e GUIRRO, 2002).

As principais contra-indicações são: Reações de sensibilidade na pele; sensibilidade à aspirina (salicilatos); Gastrite ou úlcera estomacal ativa (hidrocortisona); Asma (mecolil); Sensibilidade à metais (zinco, cobre, magnésio) (PRENTICE, 2004).

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Realizar uma revisão de literatura dos aspectos fisiológicos, nutricionais e psicológicos relacionados a obesidade e a flacidez tissular de paciente submetida a cirurgia bariátrica.

Criar um protocolo de tratamento estético para a melhoria da qualidade nutricional, viço e elasticidade da pele e, conseqüentemente, da flacidez tissular decorrente da perda de peso utilizando os ativos existentes no mercado, bem como, a associação destes dermocosméticos com a eletroterapia, no caso a microcorrente e a ionização. Vale ressaltar, o aumento significativo de cirurgias bariátricas realizadas e a precariedade de estudos nessa linha de pesquisa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A participante do estudo é mulher adulta de 36 anos de idade, pesando atuando 82 Kg, 1,66 m de altura, fototipo IV (classificação de Fitzpatrick), professora e biomédica, não fumante, não etilista, assinou o termo de consentimento livre e esclarecido, concordando plenamente com a pesquisa.

Realizou a cirurgia bariátrica em 12 de julho de 2012 quando pesava 132 Kg, tendo uma perda ponderal de 50 Kg. Na avaliação declarou nunca ter realizado tratamento estético, faz periodicamente exames médicos para avaliação da saúde pós-cirurgia. Faz uso de suplemento vitamínico por indicação da nutricionista. Não é sedentária, faz musculação em academia 4 a 5 vezes por semana.

Indagada se utiliza algum cosmético corporal, informou a utilização de hidratante corporal comum sem ativos específicos duas vezes ao dia (manhã e noite) e não utiliza protetor solar corporal, somente o facial.

Após avaliação da pele foi constatado que a pele é corporal é fina, decorrente da perda de peso, seu biótipo é ginóide, com alterações vasculares na região poplíteia e coxa. Presença de fibro edema gelóide (FEG) em grau I na região do abdome, grau II na região de glútea e interno de coxas e grau III na região posterior de coxa; presença de estrias nacaradas na região do cóccix (crescimento), região abdominal e região anterior dos braços decorrente do aumento de peso. Presença de lipodistrofia flácida em região de glúteo, abdome, subescapular e bíceps e tríceps. Flacidez tissular generalizada, porém, concentrada na região do abdome, coxas, glúteos.

As suas medidas são: 98 cm de busto, 35 cm de braço esquerdo, 36 cm de braço direito, 86 cm de supra umbilical, 98,5 de cintura umbilical, 104,5 cm de infra umbilical, 120 cm de quadril, 67 cm de coxa esquerda, 69 cm de coxa direita, 42 cm de perna esquerda e 43 cm de perna direita.

No adipômetro as dobras cutâneas com seguinte medidas: 20 de bíceps, 14 de tríceps, 16 de axilar, 31 de subescapular, 24 supra íliaca, 26 abdominal e 35 de coxa.

São indicados os seguintes produtos disponíveis no mercado para tratamento estético em cabine e *home care* contendo os seguintes ativos na sua formulação:

Ativos	Ação Esperada
Cafeína, fostatidilcolina, beta escina, Lanachrys®, Argisil C®, extratos de arnica, centella asiática, ginkgo biloba, guanarâ e oligoelementos	Auxilia na quebra de gordura e reduz sua capacidade de armazenamento; melhora o aspecto de casca de laranja, diminuindo a celulite: ação antiedematosa; sistema lipossomado, favorecendo a mobilização de lipídeos. Ionizável
DMAE (10%), Elastan®	A combinação de ativos atua na melhora da resistência, firmeza e elasticidade cutânea com propriedades antiglicantes
DMAE (10%), cafeína, Raffermine®, Regu-slim, Lanachrys®, PCA-Na, óleo essencial de laranja amarga	Hidratante firmador

O tratamento deve ser iniciado com esfoliação a base de semente de apricot e desintoxicação com argila para a preparação da pele antes de iniciar o protocolo de tratamento propriamente dito. A partir da segunda sessão, iniciar o tratamento eletroterápico, assim aconselha-se duas sessões por semana, sendo uma de iontoforese ou ionização e outra de microcorrentes. A ionização com os ativos acima indicados, propiciando uma melhoria da elasticidade e firmeza desta pele, na região do abdome, interno de coxas, com polaridade bipolar, não podendo ultrapassar a 500 μ A com duração de 10 minutos em cada região. Para não expor a cliente à um excesso de corrente elétrica.

Como a microcorrente penetra nas camadas mais profundas do tecido estimulando a atividade celular, aumenta a produção de colágeno e elastina promovendo uma pele mais firme, intensifica a circulação aumentando a oxigenação celular clareando a pele e tonifica o tecido melhorando assim a flacidez, para otimizar o tratamento, considerando a presença de fibroedema gelóide, é indicado a associação de produtos contendo DMAE e Elastan®, na região do abdome e interno de coxas, sendo 50 a 100 μ A na 1ª fase, 100 a 200 μ A na 2ª fase e 300 a 500 μ A na 3ª fase, com duração de 10 minutos por região. O tratamento consistirá em 20 sessões, sendo 10 sessões de iontoforese ou ionização e 10 sessões de microcorrentes, com intervalos de 2 a 3 dias entre as sessões, onde os dois tratamentos previamente citados serão intercalados.

Para o *home care*, a voluntária deverá aplicar em todo corpo, principalmente, no abdome, costas, coxas e braços, 2 vezes ao dia o hidratante firmador contendo os seguintes ativos: DMAE (10%), cafeína, Raffermine®, Regu-slim, Lanachrys®, PCA-Na, óleo essencial de laranja amarga, e protetor solar FPS 30 nas áreas expostas.

4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Após o tratamento estima-se uma melhora da flacidez tissular, nota-se uma pele revitalizada com melhora na coloração, na circulação sanguínea, textura, porém, os resultados são acentuados. De fato essas melhorias serão a longo prazo, mas no decorrer do tratamento, os benefícios tornam-se mais duradouros. Esses benefícios não são definitivos, uma vez que, os efeitos do tempo continuarão a incidir sobre o organismo. Assim, recomenda-se reavaliações periódicas e manutenções das sessões uma vez ao mês.

A associação da eletroterapia ao tratamento acarreta na potencialização da permeação de ativos, atuando na melhora da flacidez tissular quando comparado à sua utilização tópica por meio de difusão passiva. Embora os resultados do tratamento não sejam definitivos, os efeitos dos ativos e da corrente aplicada na eletroterapia continuam atuando no tecido mesmo após a aplicação. A utilização adequada dos produtos indicados para o tratamento *home care* complementarão o tratamento e, portanto, melhores resultados.

5. CONCLUSÃO

O intuito do tratamento estético não é eliminar a flacidez tissular, porém ajudar a minimizá-la, propiciando nutrição e tônus à pele. Devido à escassez de trabalhos científicos abordando a eficácia e a importância de procedimentos estéticos na flacidez tissular no pré e pós-operatórios de cirurgia bariátrica, é interessante que mais estudos sejam desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

ABESO – Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica, **Diretrizes Brasileiras de Obesidade**, Itapevi/SP, 2009.

ALMEIDA, Sebastião Sousa. ZANATTA, Daniela Peroco, REZENDE, Fabiana Faria. Imagem corporal, ansiedade e depressão em pacientes obesos submetidos à cirurgia bariátrica. **Estudos de Psicologia**, 17(1), 153-160, jan-abr2012.

ASSUMPTÃO, R. T. M. D.; MACHADO FILHO, C. D. S. Uso dermatológico da fosfatidilcolina. **Arq Med ABC.**, v. 31, n. 1, p. 41-45, 2005.

BORGES, Fábio S. **Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas**. São Paulo: Editora Phorte, 2006.

CORAZZA, Sonia. **Aromacologia: uma ciência de muitos cheiros**, São Paulo, Senac, 2002.

COSTA, Adilson. **Tratado Internacional de Cosmecêuticos**, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2012.

COUTINHO, W. **Consenso Latino-Americano de Obesidade**. Arq Bras Endocrinol Metab 43: 21-67, 1999.

CULLANDER, C. GUY, R. H.. *J. Invest. Dermatol.* 1991, 97, 55.

ESPINOLA E. B.; DIAS R. F.; MATTEI R.; CARLINI, E. A. Pharmacological Activity of Guarana (*Paullinia cupana* Mart.) in Laboratory Animals. *Journal of Ethnopharmacology*; 35:223-9. 1997.

FANG, J. Y. SUNG, K. C. HU, O. Y. CHEN, H. Y. **Arzneim. Forsch.** 2001, 51, 408.

FRANQUES, A.R..M., In Garrido Jr, A B , **Participação do psiquiatra e do psicólogo na fase perioperatória, a participação do psicólogo** Cirurgia da Obesidade, São Paulo, Atheneu, 75-79, 2002.

GRATIERI, Taís. GELFUSO, Guilherme Martins, LOPEZ, Renata Fonseca Vianna. Princípios básicos e aplicação da iontoforese na penetração cutânea de fármacos, **Quím. Nova**, Vol. 31, No. 6, 1490-1498, 2008.

GUIRRO, Elaine. GUIRRO, Rinaldo. **Fisioterapia dermatofuncional - fundamentos e recursos patológicos**. São Paulo, Manole, 2002.

GUTMANN, A. Zauner. **Fisioterapia Atual**. Barcelona, Pancast editora, 1991.

ISOMAA B, HENRICSSON M, **Almgren P**, TUOMI T, TASKINEN MR, Groop L. The metabolic syndrome influences the risk of chronic complications in patients with type II diabetes. **Diabetologia**. 2001 Sep;44(9):1148-54.

KAHN, Joseph. **Princípios e prática de Eletroterapia**. São Paulo, Santos, 2001.

JAMES PT, LEACH R, KALAMARA E, SHAYEGHI M. The worldwide obesity epidemic. **Obes Res**. 2001 Nov;9 Suppl 4:228S-233S.

J JUNQUEIRA, Luiz; CARNEIRO, José. Histologia Básica. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1999. LACRIMANTI, Lígia Marini. **Curso Didático de Estética**, Volumes 2, São Paulo, Yendis, 2008.

LANCHA, Antonio Herbert. **Obesidade uma abordagem multidisciplinar**, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2006.

LEAL CW, BALDIN N. O impacto emocional da cirurgia bariátrica em pacientes com obesidade mórbida. **Rev Psiquiatr Rio Grande do Sul**. 2007; 29(3): 324-7.

LOPEZ, R. F. V. BENTLEY, M. V. L. B. DELGADO-CHARRO, M. B. SALOMON, D.; VAN DEN BERGH, H LANGE, N. GUY, R. H. **Photochem. Photobiol**. 2003, 77, 304.

LOPEZ, R. F. V. BENTLEY, M. V. L. B. DELGADO-CHARRO, M. B. GUY, R.

LOPES S.C.; BRONGHOLI K. A utilização da corrente russa no tratamento da flacidez muscular abdominal. 2009. Disponível em: <<http://www.fisio-tb.unisul.br/Tccs/04a/cristiana/artigocristinasouza.pdf>>. Acesso em: 17 outubro 2014

MENEGOTTO, Ana Luiza Savaris. CRUZ, Magda Rosa Ramos. SOARES, Fernando Lucas. NUNES Mario Gilberto Jesus. BRANCO-FILHO, Alcides, José. Avaliação da frequência em consultas nutricionais dos pacientes após cirurgia bariátrica. **ABCD Arq Braqs Cir Dig**, 2013; 26(2):117-119.

MUDRY, B. GUY, R. H. DELGADO-CHARRO, M. B. **J. Pharm. Sci**. 2006, 95, 561.

MURAD, H. A solução para a celulite. Um programa médico para prevenir e eliminar nódulos, saliências, estrias e muito mais. Prestígio Editorial, 211p., 2006.

OLIVEIRA, Verence Martins de. LINARDI, Rosa Cardelino. AZEVEDO, Alexandre Pinto de. Cirurgia bariátrica – aspectos psicológicos e psiquiátricos. **Rev. Psiq. Clin**. 31 (4); 199-201, 2004.

OLIVEIRA, Vanessa Carvalho. **A Eletroestimulação Por Microcorrentes Na Revitalização Facial**. Faculdade Redentor Instituto Itesa, São Paulo 2011. Link em: <http://www.redentor.inf.br/arquivos/pos/publicacoes/20032012tcc%20Vanessa.pdf>, acesso em 11/10/2014.

PEREIRA, Franklin. **Eletroterapia sem Mistérios – Aplicações em estética Facial e Corporal**. Rio de Janeiro, Editora Rubio, 2007.

PRASAD, R. Koul, V.; ANAND, S. KHAR, R. K. **Int. J. harm**. 2007, 333, 70.

PRENTICE, W. E. **Modalidades Terapêuticas para Fisioterapeutas**. São Paulo, Artmed, 2004.

PROSPECTOR. Elestan@LS 9913. Informação encontrada em: <<http://www.ulprospector.com/pt/la/PersonalCare/Detail/1960/117066/Elestan-LS-9913>>. Acesso em 23/09/2014.

REBELLO, Tereza. Guia de produtos cosméticos. São Paulo: Senac, 2004.

REZENDE, Fabiana Faria. **Percepção da Imagem Corporal, resiliência e estratégia de coping em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica**, dissertação de Mestrado pela Faculdade de Filosofia, ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, 2011.

RIBEIRO Claudio. **Cosmetologia Aplicada a Dermoestética**. São Paulo, Pharmabooks, 2010.

RIBEIRO, Graziela A. Nogueira de Almeida. GIAMPIETRO, Helenice B. BARBIERI, Lídia B. PACHECO, Rita Guardini. MOSIROZ Rosana. CENEVIVA Reginaldo. Percepção corporal e cirurgia bariátrica: o ideal e o possível. **ABCD Arq Bras Cir Dig**, 2013; 26(2): 124-128.

ROBINSON, A. J.; SNYDER-MACKLER, L. **Eletrofisiologia Clínica. Eletroterapia e teste eletrofisiológico**. Porto Alegre, Artes Mediciniais, 2002.

SCHNEIDER, A. P. **Nutrição Estética**. São Paulo: Editora Atheneu, 2009.

SCHUETZ, Y. B. CARRUPT, P. A. NAIK, A. GUY, R. H.; KALIA, Y.N. **Eur. J. Pharm. Sci.** 2006, 29, 53.

SILVA, Renato Sousa da; KAWAHARA, Nilton Tokio. **Cuidados Pré e Pós Operatórios na Cirurgia da Obesidade**. Porto Alegre: Age Editora, 2005.

SINGH, J.; GROSS, M.; SAGE, B.; Davis, H. T.; MAIBACH, H. I.; **Food Chem. Toxicol.** 2001, 39, 1079.

SORIANO, M.C.D.. PÉREZ, S.C.; BAKUÉS, M.I.C. **Eletroestética Profissional Aplicada: Teoria e prática para a utilização de correntes em estética**. Saint Quirze Del Valles: Sorisa, 2002.

SOUZA, Valeria Maria de. ANTUNES Júnior, Daniel. **Ativos dermatológicos**, São Paulo, Pharmabooks, 2009.

STARKEY, C. **Recursos Terapêuticos em Fisioterapia**, São Paulo: Manole, 2001.

VEJA, Cirurgia de redução de estômago cresce junto com o peso do brasileiro, <http://veja.abril.com.br/noticia/saude/cirurgia-de-reducao-de-estomago-cresce-junto-com-peso-do-brasileiro>, acesso em 11/11/2014.

YAMAGUCHI, C. **Procedimentos Estéticos Minimamente Invasivos**. Santos, Livraria Santos, 2005.

YOSHIDA, N. H. ROBERTS, M. S. **Adv. Drug. Del. Rev.** 1992, 9, 239.

Recebido em 29/09/2015 e Aceito em 07/12/2015.

Proposta de fórmula vegetal para desodorante líquido

Proposal for a herbal formula for liquid deodorant

Ariel Gustavo Ferrari¹, Letícia Libanio Vicente¹, Marcela Aparecida Poloni¹, Juliana Barbisan¹, Silvia Elisa Acedo Menin², Iara Lúcia Tescarollo²

Resumo. Desodorantes são produtos de uso tópico que podem atuar inibindo o odor sudoral. No mercado atual de produtos cosméticos, a utilização de matérias-primas de origem vegetal tem sido crescente pela preferência dos consumidores por produtos naturais, devido a tendência à redução do consumo de energia e recursos e o aumento na busca por novas tecnologias e matérias-primas. O objetivo do presente trabalho consistiu no desenvolvimento e avaliação de fórmula vegetal para desodorante líquido à base de oleoresina (OR) de copaíba associado aos óleos essenciais (OE) de melaleuca, petigrain e limão siciliano. Para a produção dos desodorantes o OR de copaíba e OE foram diluídos em glicerina e álcool de cereais a 70%. Foram preparadas 7 formulações variando as concentrações de OR de copaíba e OE e a seguir avaliadas quanto as propriedades organolépticas, densidade, pH e controle microbiológico. Apenas a amostra F7, constituída por 0,05% de OR de copaíba; 0,05% de OE de melaleuca; 0,05% de OE de limão siciliano; 0,05% de OE de petigrain; 15% de glicerina, 0,15% de polissorbato em veículo hidroalcoólico, demonstrou qualidade aceitável para desodorante. O OR de copaíba associado aos OE de melaleuca, petigrain e limão siciliano configura alternativa passível de ser empregada com sucesso em formulações desodorantes comparadas aos produtos sintéticos.

Palavras-chave: Desodorantes, fitocosméticos, ativos naturais.

Abstract. Deodorants are topical products that can act inhibiting sudoral odor. In today's market of cosmetic products, the use of raw materials of plant origin has been growing by consumer preference for natural products, because of tendency to reduce energy and resource consumption and the increase in the search for new technologies and raw materials. The aim of this work was the development and evaluation of natural deodorant based oleoresin (OR) copaiba associated with essential oils (EO) melaleuca, petigrain and lemon. For the production of the OR copaiba deodorants and EO were diluted in glycerine and alcohol 70%. Seven formulations were produced varying OR concentrations of copaíba and OE and following assessed the organoleptic properties, density, pH and microbiological control. Only sample F7 consisting of 0.05% OR copaíba; 0.05% EO melaleuca; 0.05% lemon OE; 0.05% OE petigrain; 15% glycerin, 0.15% polysorbate in the hydroalcoholic vehicle, showed acceptable quality for deodorant. The OR copaíba associated with EO melaleuca, petigrain and lemon alternative sets that can be successfully employed in deodorant formulations compared to synthetic products.

Key words: Deodorants, phytocosmetics, natural active.

¹Alunos do Curso de Farmácia, Universidade São Francisco -USF - Campinas.

²Professores do Curso de Farmácia, Universidade São Francisco -USF - Campinas - Grupo de Pesquisas em Meio Ambiente e Sustentabilidade (GPMAS).
iara.dias@usf.edu.br

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade
Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>
E-mail: interfacehs@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

1. Introdução

Historicamente o ser humano sempre recorreu aos cuidados com a beleza e higiene, logo, o uso de produtos cosméticos é tão antigo quanto a própria civilização (PRISTA *et al.*, 1995). Com o advento da era industrial a fabricação de cosméticos evoluiu, acabando por transformar-se no que hoje se denomina de indústria cosmética. Esta evolução pode ser atribuída ao aumento natural da população, às necessidades do mercado, exigências do consumidor, à evolução cultural e tecnológica, mas sem dúvida, a diversificação dos produtos contribuiu de forma marcante nesse processo (GARCILLÁN, 2008).

O segmento de cosméticos se firma como uma das áreas mais bem sucedidas da atualidade. Lançamentos constantes de novos produtos têm contribuído para que a Indústria Brasileira de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos venha apresentando excelente crescimento nas últimas décadas (ABIHPEC, 2012). Neste campo algumas definições têm sido propostas para cosméticos produzidos exclusivamente com matérias-primas de origem vegetal. Lyrio *et al.* (2006) definem biocosméticos como produtos elaborados com ingredientes vegetais, sem conservantes artificiais e nem substância de origem animal. Issac *et al.* (2008) apresentam a definição de fitocosméticos como sendo produtos que contém ativo natural, de origem vegetal, seja um extrato, óleo ou óleo essencial, cuja ação define a atividade do produto.

Diante das tendências atuais, do desenvolvimento sustentável e da valorização dos recursos naturais, pesquisas tem se concentrado na busca de alternativas visando reduzir os impactos ambientais e o uso de recursos não renováveis. Assim é possível observar um crescente aumento na substituição de matérias-primas, alteração no processo de produção, como também uma intensificação na área de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nas diversas fases da cadeia produtiva que envolve tanto as etapas de cultivo de plantas que oferecem insumos para indústria, como o desenvolvimento de produtos e processos até o crescente esforço na regulação dos padrões de qualidade e certificação requeridos para o produto final. No que tange aos produtos cosméticos e de higiene pessoal, a competência científica tem sido estratégia determinante na busca de novas soluções para antigas fórmulas, como também no desenvolvimento de produtos inovadores e diferenciados.

Hoje, os cosméticos fazem parte dos meios que propiciam saúde e qualidade de vida. Contribuem não apenas para o asseio e higiene, mas também para o embelezamento da pessoa e valorização da auto-estima. A opção pelo desenvolvimento e avaliação de cosméticos empregando a biodiversidade vai ao encontro dos atuais esforços da sociedade na busca de tecnologias "limpas" também denominadas "verdes", que possam minimizar o impacto ambiental no setor produtivo. O emprego de matérias-primas de fontes renováveis busca preservação do meio ambiente, e conseqüente elevação da qualidade de vida da população como um todo. O desafio, entretanto, está na seleção das matérias-primas já que ainda há falta de fornecedores especializados em produtos certificados permitidos para esta linha cosmética além de um painel limitado de matérias-primas aprovadas para uso.

Entre os produtos para higiene pessoal, os desodorantes e antitranspirantes ocupam um papel de destaque no mercado brasileiro e crescem cada vez mais, o que tem favorecido o aperfeiçoamento destes produtos e melhoria em suas propriedades sensoriais (ABIHPEC 2012). O país ocupa atualmente a terceira posição no mercado mundial de cosméticos e é o primeiro mercado em perfumaria e desodorantes (ABIHPEC, 2014).

Desodorantes são constituídos por veículos (líquidos, sólidos, pastosos ou fluidos) contendo bactericidas ou bacteriostáticos. Ao limitar o desenvolvimento das bactérias à superfície da pele, estas não podem degradar os derivados proteicos e amidas do suor, portanto pode-se evitar a formação do odor sudoral ou ainda mascarar as

substâncias odoríferas presentes no suor (Ribeiro, 2010). Antiperspirantes são produtos aplicados topicamente que restringem a quantidade de secreção das glândulas sudoríparas na zona tratada, evitando os efeitos desagradáveis do suor (ESCUDEIRO, 2011). Atuam, limitando a quantidade de suor liberado na superfície da pele, logo o mecanismo de ação pode envolver um decréscimo na produção de suor em nível glandular, pela formação de um tampão no ducto, alteração na permeabilidade do ducto aos fluidos, ou algumas das outras várias teorias, envolvendo conceitos, como potencial eletrofisiológico ao longo do ducto sudoríparo (RIBEIRO, 2010). Entretanto, o processo exato de redução do suor ainda não foi completamente definido (PRISTA *et al.*, 1995). Derivados de alumínio constituem as principais substâncias empregadas em formulações antiperspirantes (HAUSNER, 1993; NASCIMENTO *et al.*, 2004; RIBEIRO, 2010).

A tendência de formulações desodorantes e antiperspirantes concentrou sua mira principalmente na proteção contra o odor (ABRUTYN, 2011). Um dos possíveis motivos para essa tendência está relacionado à demanda dos consumidores pela diferenciação na disponibilidade de produtos oferecidos, sobretudo, os de origem vegetal cujas características atendem ao movimento em prol do "natural" (RIBEIRO, 2010). Observa-se, portanto que no mercado atual de produtos cosméticos, a utilização de matérias-primas de origem vegetal tem sido crescente. Este fato pode ser explicado por diversos motivos, entre os quais estão à preferência dos consumidores por produtos naturais e a tendência à redução do consumo de energia e recursos e o aumento na busca por novas tecnologias e matérias-primas (HIGUCHI *et al.*, 2012).

Desodorantes são formulados com substâncias antissépticas, como triclorcarban, triclosan, cloreto de benzalcônio, cloreto de benzetônio, cloreto de metil benzetônio, clorexedina e farnesol, bastante empregadas neste tipo de produto (BRASIL, 2012). Outros componentes possuem ação antisséptica e podem fazer parte das fragrâncias, dentre as substâncias de origem natural figuram: álcool benzílico; benzoato de benzila; cinamato de benzila; salicilato de benzila, cinamal, álcool cinamílico, citral, citronelol, cumarina, eugenol, farnesol, geraniol, isoeugenol, limoneno e linalol (SELL, 2006). Dentre os compostos sintéticos usados como fragrância e com potencialidade antisséptica estão: amil cinamal, álcool amil cinamílico, butilfenil metilpropional, hexil cinamal, hidroxicitronelal, 3-ciclohexeno-1-carboxaldeído, alfa-isometilionona, metil-2-octionato (BASER, 2010; SELL, 2006). Em desodorantes, estes compostos devem ser indicados na rotulagem do produto pela nomenclatura INCI (*International Nomenclature of Cosmetic Ingredient*) quando sua concentração exceder 0,001 % nos produtos sem enxágue e 0,01 % em produtos com enxágue (BRASIL, 2012). Especificamente o triclosan, amplamente utilizado em desodorantes como antisséptico, tem sido destacado pelo seu efeito xenobiótico no ambiente aquático podendo causar efeitos adversos em diferentes níveis de organização biológica (indivíduo, população, comunidade), portanto pode apresentar efeito de ecotoxicidade (CARVALHO *et al.*, 2011).

No que diz respeito ao desenvolvimento de desodorantes, várias pesquisas descrevem o emprego de compostos de origem natural como alternativa disponível para aplicações em tratamento de odor corporal (CHACHA *et al.*, 2005; CUSHINE; LAMB, 2005; SMITS *et al.*, 2012). Tem sido relatado o emprego de extratos vegetais de diversas espécies com atividade antimicrobiana e potencialidade para uso cosmético como também o uso de óleos essenciais com propriedades antissépticas (KANLAYAVATTANAKUL; LOURITH, 2011).

Os óleos essenciais são complexos naturais de moléculas voláteis e odoríferas que estão presentes nas plantas aromáticas e, além de possuírem diversas propriedades, são responsáveis pelos diferentes odores que emanam das plantas (NOVACOSK; TORRES, 2006; LUIZ; PACKER, 2007). Muitos óleos essenciais, ou seus constituintes isolados, possuem propriedades antimicrobianas, portanto apresentam potencialidade de uso em formulações desodorantes (KANLAYAVATTANAKUL; LOURITH, 2011). O

farnesol, por exemplo, faz parte da composição do óleo essencial de plantas como a camomila (*Matricaria recutita*), citronela (*Cymbopogon nardus*), laranja (espécies do gênero *Citrus*), tília (*Tilia L.*) e sândalo (*Santalum album*), é um ativo usado em desodorante na concentração de 0,1 a 0,3 % (KROMIDAS *et al.*, 2006; RIBEIRO, 2010).

Dentre os óleos essenciais, o de *Melaleuca alternifolia*, Tea Tree ou árvore do chá, também foi empregado em formulações desodorantes em virtude do terpinen-4-ol, que apresenta atividade antimicrobiana nas concentrações de 0,5% a 2% (v/v) (HAMMER *et al.*, 1996). Atividade antimicrobiana sinérgica entre óleos essenciais de lavanda (*Lavandula officinalis*), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), cedro (*Juniperus virginiana*), tomilho (*Tymus vulgaris*) e cravo (*Eugenia caryophyllat*) também foi reportada (NOVACOSK; TORRES, 2006).

Pesquisas empregando óleo essencial de coentro (*Corriandrum sativum*) na concentração de 0,1% demonstraram efeito antimicrobiano por causa de seus terpenóides oxigenados. Nessas pesquisas, extratos de líquen (0,1 a 3,0 %, p/p) e óleo de coentro (1,0 a 6,0%, p/p) foram incorporados em desodorantes tipo *stick*. Na mesma formulação desodorante, extratos de hamamélis, babosa e camomila foram adicionalmente incorporados, pertimindo inibição ao desenvolvimento de microrganismos (CHAPPELL *et al.*, 1993).

Os óleos essenciais também podem mascarar odores inesperados além de exercerem efeito bactericida (SWAILE *et al.*, 2008; RIBEIRO, 2010; KANLAYAVATTANAKUL; LOURITH, 2011). Opcionalmente podem ser utilizados como fragrância natural (SELL, 2006; RIBEIRO, 2010).

Como incentivo às pesquisas envolvendo a produção de formulações baseadas na crescente utilização da biodiversidade, o objetivo deste trabalho consistiu no desenvolvimento e avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de desodorantes produzidos com oleorresina de copaíba associados a óleos essenciais como melaleuca, limão siciliano e petigrain.

2. Metodologia

Ao projetar as composições-teste, foi considerado importante o uso de matérias-primas de origem vegetal com qualidade certificada, origem identificada e composição conhecida. Para o desenvolvimento dos desodorantes foram empregados o oleorresina (OR) de copaíba e diferentes óleos essenciais (OE) na composição da fragrância e como reforço anti-séptico:

- OR de Copaíba (*Copaifera Reticulada*). Fornecedor: Laszlo. Origem: Brasil. Extração: com trado. Cultivo: Selvagem. Composição: β -cariofileno 50 a 60%; γ -muuroleno 6 a 12%; α -selineno 1 a 8%; copaeno 3 a 7%; cadineno 3 a 6 %; β -bisaboleno 2 a 6 %; elemeno 1%; ácido oléico-linoleico < 1%; cubeneno < 1%.
- OE de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*). Fornecedor: Laszlo, Lote: 1290, Origem: Brasil. Extração: a vapor das folhas. Cultivo: orgânico certificado. Composição: terpinen-4-ol 40 a 52%; γ -terpineno 6 a 20%; α -terpineno 11 a,16%; 1,8-cineol 1 a 2%; α -terpineol 5%; limoneno 3 a 4%; pineno 3 a 5%; terpinoleno 1 a 5%.
- OE de Limão Siciliano (*Citrus Limon*). Fornecedor: Laszlo, Origem: Brasil. Extração: Prensa frio das cascas. Cultivo: Convencional. Composição: d- limoneno 60-70%; α -pineno e β -pineno 10-15%; γ -terpineno 7-10%; p-cimeno 2-3%; mirceno 1-3%; canfeno < 1%; felandreno < 1%.
- OE de Petigrain (Laranja amarga - *Citrus aurantium*). Fornecedor: Laszlo, Lote: 01363, Origem: Paraguai. Extração: a vapor das folhas. Cultivo: convencional. Composição: linalol 40-45%; terpine-4-ol 2 a 4%; mirceno 1 a 2%; acetato de linalina 40-45%; acetato de nerila 1 a 2%; antranilato de metila 2 a 3%; limoneno 3 a 5 %.

Como veículo foi utilizado diferentes composições contendo: glicerina vegetal; álcool de cereais; polissorbato 80 (Tween® 80 USP) e água destilada. Os OE foram utilizados puros ou em diluições a 10% (v/v) em glicerina vegetal. A Tabela 1 apresenta as concentrações dos componentes nas formulações desenvolvidas.

Tabela 1 Concentrações dos componentes nas formulações desenvolvidas.

Componentes	Porcentagens % (v/v)						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
OR de copaíba	0,5	1,0	2,0	-	-	-	-
OR de copaíba 10%	-	-	-	1,0	1,5	0,5	0,5
OE de melaleuca 10%	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5
OE de limão siciliano 10%	-	-	-	0,25	0,25	0,1	0,5
OE de petigrain 10%	-	-	-	0,25	0,25	0,1	0,5
Glicerina vegetal	10,0	10,0	10,0	20,0	20,0	15,0	15,0
Polissorbato 80	-	-	-	0,25	0,35	0,17	0,15
Álcool de cereais 70% qsp*	100	100	100	100	100	100	100

*qsp – quantidade suficiente para

Técnica de produção

Os desodorantes foram produzidos pela dissolução a frio (FERREIRA; BRANDÃO, 2008). Os óleos essenciais foram incorporados na glicerina vegetal e polissorbato 80, a seguir no álcool. As preparações foram armazenadas sob temperatura de 5° a 10°C durante uma semana para a incorporação do óleo essencial no veículo e a seguir avaliadas quanto as propriedades organolépticas, densidade, pH e avaliação microbiológica seguindo os parâmetros descritos na literatura (BRASIL, 2004; BRASIL, 2007; MOUSSAVOU; DUTRA, 2012).

Análise das formulações-teste

As formulações-teste apresentando sinais de instabilidade (precipitação ou turvação) adicionalmente às propriedades organolépticas consideradas inadequadas, segundo critérios do formulador e também referendadas pela literatura, como aspecto, cor e odor, subjetivamente desagradáveis, foram rejeitadas pelo estudo do desenvolvimento das formulações.

Ensaio organolépticos

Nos ensaios organolépticos para os desodorantes foram analisados as características detectáveis pelos órgãos dos sentidos verificando os seguintes parâmetros: aspecto, cor e odor. As amostras foram mantidas em condições ambientais controladas (25°C ± 1°C), para evitar modificações nas propriedades organolépticas.

Aspecto

O teste foi realizado através da comparação por meio de observação visual analisando se a amostra em estudo apresentou alterações nas características macroscópicas ou se ocorreram alterações do tipo separação de fases, precipitação, turvação.

Cor

O teste foi realizado através da análise visual (colorimetria visual) realizada comparando visualmente a cor da amostra.

Odor

A caracterização do odor foi realizada subjetivamente por meio do olfato, analisando se a amostra em estudo apresentou alteração significativa.

Determinação potenciométrica do pH

As amostras foram avaliadas com potenciômetro de bancada tipo digital da marca Qualxtron, modelo 8010, empregando-se eletrodo de vidro sensível ao pH, devidamente calibrado e mergulhado diretamente nos desodorantes de cada lote produzido.

Densidade

O ensaio foi realizado em picnômetro limpo e seco com capacidade para 25 mL. A amostra foi transferida cuidadosamente para o picnômetro. A temperatura foi ajustada para 20 °C, o excesso da solução foi removido, a seguir o conjunto foi pesado em balança analítica. O peso da amostra foi obtido através da diferença de massa do picnômetro cheio (M1) e vazio (M0). O mesmo procedimento foi realizado com água destilada (M2). A densidade relativa foi calculada determinando a razão entre a massa da amostra líquida e a massa da água, ambas a 20°C a partir da fórmula: $d = (M1 - M0)/(M2 - M0)$. A densidade relativa foi utilizada para calcular a densidade de massa através da fórmula: $D \text{ esp } 20^{\circ}\text{C} = (0,99703x \text{ d rel}) + 0,0012$.

Teste Contagem de Microorganismos

Foi realizado com objetivo de avaliar a qualidade microbiológica das preparações testadas e para quantificar o total de microorganismos aeróbios mesófilos totais. A análise foi realizada pelo método de contagem padrão em placas utilizando a técnica de semeadura em profundidade (*Pour plate*), determinando-se assim o número de unidades formadoras de colônias (UFC). O método para Contagem de microorganismos aeróbios totais foi destinado a quantificar o número de unidades formadoras de colônias (UFC) da amostra. A amostra foi diluída em meio de cultura sendo 1,0 mL semeado em placas com o agar TSA (recomendado para o cultivo de microorganismos Aeróbicos Totais) e agar HC (recomendado para o cultivo de bolores e leveduras), podendo assim abranger o maior número de espécies de microorganismos (ABC, 2008). Incubaram-se as placas de TSA em posição invertida a 30-35 °C durante 4 dias e as placas de HC sem inverter a 20-25°C durante 3 a 5 dias. O teste foi realizado em duplicata (ABC, 2008).

Teste Pesquisa de Microorganismos Patogênicos

Esta metodologia analítica teve como objetivo detectar a presença ou ausência de microorganismos patogênicos específicos em meio de cultura Vogel Johnson e Agar Cetrimide. O teste foi realizado no fluxo laminar, onde transferiram-se 10 mL da amostra em um frasco estéril de 100 mL, a seguir, transferiram-se 90 mL de Caldo Lethen com o auxílio de uma proveta, para o frasco com a amostra e incubou-se a amostra a 30-35 °C por 24 horas (ABC, 2008).

3. Resultados e Discussão

Neste trabalho, optou-se em desenvolver formulações desodorantes pela relevância mercadológica, focando principalmente o uso de recursos naturais. Foram empregadas misturas de oleorresinas e diferentes óleos essenciais, a fim de obter um novo produto, de sensorial agradável e com potencialidade antimicrobiana, sendo escolhidos para este fim o OR de copaíba e os OE de melaleuca, limão siciliano e

petigrain em virtude de suas propriedades odoríferas e antimicrobianas. Dos óleos utilizados, o OR de copaíba foi obtido a partir do extrativismo, o que dificulta o uso deste insumo na área industrial, o OE de melaleuca, com certificação orgânica e os OE de limão siciliano e petigrain, oriundos do cultivo convencional.

O OR de copaíba foi eleito para ser incorporado na formulação desodorante por se tratar-se de um exsudado vegetal constituído por ácidos resinosos e rico em diterpenos e sesquiterpenos, com efeito anti-inflamatório e cicatrizante (VEIGA *et al.*; 2007), como também atividade antimicrobiana, tendo sido destacado inclusive com potencialidade para o tratamento da acne (PINTO, 2002; VEIGA *et al.* 2002; RIGAMONTE-AZEVEDO *et al.*, 2004; VEIGA *et al.* 2007; PIERI *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2012).

O OE de melaleuca foi selecionado pelo fato de possuir comprovada ação bactericida e antifúngica contra vários patógenos humanos, sendo utilizado também em muitas formulações tópicas (CARSON, *et al.*, 2006; BARBIZAN *et al.*, 2013). Dados da literatura apontam que, dependendo da concentração utilizada, o OE de melaleuca apresenta ação antibacteriana (CARSON *et al.*, 2006), antifúngica (OLIVA *et al.*, 2003; MONDELLO *et al.*, 2006), antiviral (CARSON *et al.*, 2005), anti-inflamatória (HART *et al.*, 2000) e analgésica (CARSON *et al.*, 2006).

Os óleos essenciais de limão siciliano e petigrain foram empregados por conferirem odor agradável e refrescante à formulação, adicionalmente pelas suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e repelentes (BASER, 2010).

Além das propriedades apresentadas pelos óleos utilizados no desodorante, os mesmos contribuíram na composição da fragrância das formulações testadas (SELL, 2006). As fragrâncias são formadas por misturas de substâncias químicas aromáticas. Notas aromáticas são importantes em cosméticos pelo efeito psicológico que podem provocar no consumidor, além de mascarar odores de certas matérias-primas, tornando o produto final mais aceitável (SELL, 2006; RIBEIRO, 2010). Na formulação proposta a mistura entre os óleos essenciais utilizados conferiu uma fragrância com classificação olfativa de amadeirada-cítrica, sendo agradável e refrescante ao uso.

Em relação à solubilidade, os óleos essenciais são insolúveis na água, necessitando, portanto, de um tensoativo que permita a incorporação do mesmo em soluções hidroalcoólicas. Para este trabalho, utilizou-se o polissorbato 80 (Twenn® 80), que é um tensoativo hidrofílico não iônico e um agente emulsificante, utilizado para obter emulsões do tipo óleo/água. Também é empregado como agente solubilizante para várias substâncias incluindo óleos essenciais. A presença de grupos hidrofílicos na molécula do polissorbato 80 promove a redução da tensão superficial entre os componentes da formulação, favorecendo assim a incorporação da fase oleosa representada pelos óleos essenciais com a fase hidroalcoólica do veículo do desodorante (ROWE *et al.*, 2009).

O álcool de cereais (álcool etílico) a 70% foi utilizado como veículo do desodorante além de reforço antisséptico. Em concentrações apropriadas, o álcool é um antisséptico de baixo custo, rápido e eficaz na redução do número de microorganismos encontrados na pele (LTAMEIER, 1991). O álcool está entre os antissépticos mais seguros, não só por possuir baixa toxicidade, mas também pelo seu efeito microbicida sendo também de fácil aplicação (YOSEF, 2000). Quando associado a algum emoliente, o álcool tem sua atividade bactericida prolongada, por meio do retardamento da sua evaporação, com diminuição também do ressecamento e irritação provocadas na pele pelo uso repetido (ROTTER, 1997). A concentração 70% em peso garante maior eficácia microbicida, mas as concentrações entre 60% e 95% também são efetivas (YOSEF, 2000).

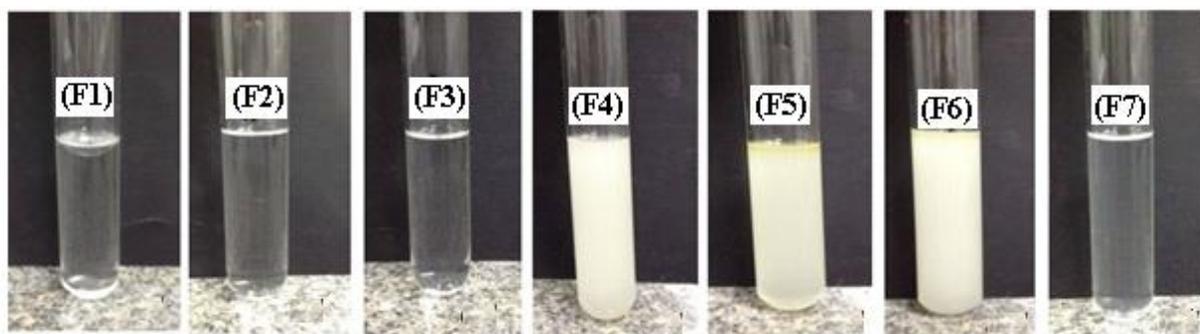
A glicerina é utilizada em preparações farmacêuticas e cosméticas por conferir propriedades emolientes e umectantes (ROWE *et al.*, 2009). Os umectantes são substâncias higroscópicas que em preparações tópicas tem o objetivo de reduzir a o

ressecamento superficial da pele pela formação de uma película que permanece sobre esta após a aplicação do produto favorecendo a hidratação (RIBEIRO, 2010). Neste caso foi empregada com o objetivo de retardar a evaporação da fase alcoólica do desodorante, ampliando o poder antimicrobiano do álcool, conforme descrito por Yosef (2000) e reduzir o ressecamento e irritações provocadas na pele pelo uso repetido. Por apresentar hidroxilas alcoólicas em sua molécula, a glicerina também pode ser usada como fixador. Os fixadores atuam retardando a evaporação de materiais voláteis, apresentando um alto ponto de ebulição que, quando adicionado a uma mistura mais volátil, promove redução da pressão de vapor. A polaridade prevista nos fixadores permite formação de pontes de hidrogênio fixando os componentes voláteis (FERREIRA; BRANDÃO, 2008). Optou-se em utilizar a glicerina vegetal, em virtude de ser um produto de origem natural além de apresentar propriedades emolientes e umectantes e baixa toxicidade.

Os produtos foram formulados intencionalmente sem conservantes sintéticos, considerando a possibilidade de efeito conservante sinérgico entre todos os componentes escolhidos para compor a formulação. Acrescenta-se que os óleos essenciais são alternativas naturais empregadas com ação conservante (RIBEIRO, 2010). Os testes microbiológicos deste estudo demonstraram essa potencialidade.

A fim de se obter um produto com características aceitáveis, as formulações propostas foram analisadas previamente em relação ao aspecto, homogeneidade, odor e pH. Apenas a Formulação 7 foi avaliada visto que as formulações F1, F2 e F3 não se apresentaram homogêneas sendo que os óleos incorporados permaneceram no sobrenadante. As formulações F4, F5 e F6 se apresentaram turvas e com sinais de separação de fases. Logo, as amostras de F1 a F6 foram consideradas inadequadas, sendo rejeitadas pelo estudo do desenvolvimento das formulações (Figura 1).

Figura 1. Aspecto das formulações desodorantes.



Fonte: Própria.

A rejeição das amostras de F1 a F6 foi atribuída à composição qualitativa e quantitativa das fórmulas propostas, à técnica de preparo para a incorporação dos óleos e tipo de sistema solvente empregado na produção dos desodorantes. Apenas a amostra F7, constituída por 0,5% das diluições dos óleos a 10% (v/v); 15% de glicerina vegetal; 0,15% de polissorbato 80 em veículo hidroalcoólico (70%) foi submetida aos testes de qualidade. Os resultados encontram-se na Tabela 2 sendo considerados satisfatórios diante dos parâmetros exigidos para desodorantes (FERREIRA; BRANDÃO, 2008; MOUSSAVOU; DUTRA, 2012).

Tabela 2 - Resultados obtidos na avaliação das características da formulação F7.

Amostra	Descrição	Odor	pH	Densidade (g/mL)	Contagem de micro-organismos	Micro-organismos patogênicos
7	Homogênea, incolor, translúcida e límpida	Cítrico levemente amadeirado	7,0	1,06	< 10 UFC/g (Ausência de colônias)	Não obteve crescimento

4. Conclusão

Nas condições experimentais em que o trabalho foi realizado conclui-se que o objetivo proposto foi atingido, sendo possível desenvolver uma fórmula vegetal para desodorante líquido, onde a concentração dos componentes e a técnica de preparo influenciaram decisivamente na obtenção do produto final. Os testes realizados foram relevantes para avaliar a melhor opção tecnológica e estabelecer o perfil das características do desodorante obtido.

A formulação F7 apresentou propriedades satisfatórias em relação aos resultados, principalmente no que tange ao aspecto, pH, densidade, odor e qualidade microbiológica. Entretanto, para trabalhos futuros estão sugeridos testes mais específicos para assegurar a estabilidade, eficácia e segurança do produto final, bem como atestar sua aceitabilidade comercial. Nesse estudo ficou evidenciado que o OR de copaíba associado aos óleos essenciais de melaleuca, petigrain e limão siciliano ofereceram alternativas naturais, passíveis de serem empregadas com sucesso em formulações desodorantes comparados aos produtos sintéticos.

5. Referências

ABC. Associação Brasileira de Cosmético. Guia ABC: **Controle Microbiológico na Indústria de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes**, 2008.

ABIHPEC. Associação Brasileira das Indústrias de Higiene Pessoal e Cosméticos. **Panorama do Setor – 2014**. Disponível em: <<http://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2014/04/2014-PANORAMA-DO-SETOR-PORTUGU%C3%8AS-21-08.pdf>>. Acesso em 20 de dez. 2014.

ABIHPEC. Associação Brasileira das Indústrias de Higiene Pessoal e Cosméticos. **Anuário – 2012**. Disponível em <http://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2012/12/ABIHPEC_2012_internet.pdf>. Acesso em 16 de dez. de 2014.

ABRUTYN, E.S. Princípios para formulação de desodorantes e antiperspirantes. **Cosmetics & Toiletries (Brasil)**, n.23, p.25-30, 2011

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos (2004)**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/series/cosmeticos.pdf>>. Acesso em 24 de jan. de 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos/** Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2007). Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/material/guia_cosmetico.pdf>. Acesso em 16 de dez. de 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 03/2012. **Aprova as listas de substâncias que os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes não devem conter exceto nas condições e com as restrições estabelecidas.** Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/f3234d804aee3e39b747bfa337abae9d/Resolu%C3%A7%C3%A3o+RDC+N%C2%BA+03+de+20+de+janeiro+de+2012.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em 24 de jan. de 2015.

BARBIZAN, F.; FERREIRA, H.C.; DIAS, I.L.T. Sabonete em barra produzido com de óleo de oliva (*Olea europaea* L.) como proposta para o desenvolvimento de cosméticos orgânicos. **Biofar: Revista de Biologia e Farmácia**, n.9, p.146-157, 2013.

BASER, K.H.C. **Handbook of essential oils: science, technology, and applications.** CRC Press: London, 2010, 975p

CARSON, C.F.; HAMMER, K.A.; RILEY, T.V. **Compilation and Review of Published and Unpublished Tea Tree Oil Literature (2005).** Australian Government. Disponível em: <<https://rirdc.infoservices.com.au/items/05-151>>. Acesso em 24 de jan. de 2015.

CARSON, C.F.; HAMMER, K.A.; RILEY, T.V. *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. **Clinical Microbiology Reviews**, n.19, p.50-62, 2006.

CARVALHO, M.; ANDRADE, D.C.; CORTEZ, F.S.; CESAR, A.; SANTOS, A.R.; BOHER-MOREL, M. B.; PEREIRA, C.D.S. Avaliação ecotoxicológica do fármaco triclosan nodesenvolvimento embriolarval do mexilhão pernaperna (*Linnaeus*, 1758). **Revista Ceciliana**, v.3, n.2, p.27-30, 2011.

CHACHA, M.; BOJASE-MOLETA, G.; MAJINDRA, R.R.T. Antimicrobial and radical scavenging flavonoids from the stem wood of *Erythrina latissima*. **Phytochemistry**, n. 66, p.99-104, 2005.

CHAPPELL, K.C.; SCHEELER, P.A.; RITTERSHAUS, G. **Herbal Deodorant. US patent 5 256 405.** Tom's of Maine, Maine, 1993.

CUSHINE, T.P.T.; LAMB, A.J. Antimicrobial activity of flavonoids. **Int. J. Antimicrob. Agents**, n. 26, p.343-356, 2005.

ESCUDEIRO, C.C. Eficácia desodorante e antiperspirante. **Revista de Cosmetologia e Ingredientes Cosméticos**, n.37, p.10-14, 2011.

FERREIRA, A. O; BRANDÃO, M. **Guia prático da Farmácia Magistral**, 3ª. Ed. São Paulo, SP: Pharmabooks, Vol. 2, p.311-315, 2008.

GARCILLÁN, M. **Marketing para cosméticos: uma abordagem internacional.** São Paulo: Thomson Learning, 2008, 194 p.

HAMMER, K.A.; CARSON, C.F.; RILEY, T.V. Susceptibility of transient and commensal skin flora to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). **Am. J. Infect. Control.**, n.24, p.186-189, 1996.

HART, P.H.; BRAND, C.; CARSON, C.F. RILEY, T.V.; PRAGER, R.H.; FINLAY-JONES, J.J. Terpinen-4-ol, the main component of the essencial oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), supresses inflammatory mediator production by ctivated human monocytes. **Inflammation Research**. n. 49, p.619-626, 2000.

HAUSNER, B. Desodorantes e Antiperspirantes. **Cosmetics & Toaletries (Ed. português)**, v. 5, p. 28-32, 1993.

HIGUCHI, C.T.; DIAS, L.C.V.; TENGUAN, R.H. Regulamentação de cosméticos Orgânicos no Brasil: Apelo sustentável à pele. **Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 7, n. 1, p.82-83, 2012.

ISAAC, V.L.B.; CEFALI, L.C.; CHIARI, B.G.; OLIVEIRA, C.C.L.G.; SALGADO, H.R.N.; CORRÊA, M.A. Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada* n. 29, p.81-96, 2008.

KANLAYAVATTANAKUL, M.; LOURITH, N. Body malodours and their topical treatment agents. **Int. J. Cosmet. Sci.**, v.33, n.4, p. 298-311, 2011.

KROMIDAS, L.; PERRIER, E.; FLANAGAN, J.; RIVERO, R.; BONNET, I. Release of antimicrobial actives from microcapsules by the action of axillary bacteria. **Int. J. Cosmet. Sci.** Apr., v.28, p.2, p.103-8, 2006.

LTAMEIER, W.A. Surgical antiseptics. Block SS. **Disinfection, Sterilization, and Preservation**, 4ed. Philadelphia: Lea & Febiger, p.493-504, 1991.

LUIZ, M.M.S.; PACKER, J.F. Método para Avaliação e pesquisa da atividade antimicrobiana de produtos de origem natural. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, p. 103-105, 2007.

LYRIO, E.S.; FERREIRA, G.G. ZUQUI, S.N.; SILVA, A.G. Recursos vegetais em biocosméticos: conceito inovador de beleza, saúde e sustentabilidade. **Natureza on line**, n.9, p.47-51, 2011.

MONDELLO, F.; DE BERNARDIS, F.; GIROLAMO, A.; CASSONE, A.; SALVATORE, G. In vivo activity of terpinen-4-ol, the main bioactive component of Melaleuca alternifolia Cheel (tea tree) oil against azole-susceptible and resistant human pathogenic Candida species. **BMC Infect. Dis.** n.6, p.158-65, 2003.

MOUSSAVOU, U.P.A.; DUTRA, V.C. **Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos**, Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro – REDETEC, 2012, 35p.

NASCIMENTO, L.P.; RAFFIN, R.P.; GUTERRES, S.S. Aspectos atuais sobre a segurança no uso de produtos antiperspirantes contendo derivados de alumínio. **Infarma**, v.16, p.7-8, 2004.

NOVACOSK, R.; TORRES, R.S.L.A. Atividade antimicrobiana sinérgica entre óleos essenciais de lavanda (*Lavandula officinalis*), Melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), Cedro (*Juniperus virginiana*), Tomilho (*Tymus vulgaris*) e Cravo (*Eugenia caryophyllat*). **Revista Analítica**, p. 36-39, 2006.

OLIVA, B.; PICCIRILLI, E.; CEDDIA, T.; PONTIERI, E.; AURELI, P.; FERRINI, A.M. Antimycotic activity of Melaleuca alternifolia essential oil and its major components. **Lett. Appl. Microbiol.** n.37, p.185-7, 2003.

PIERI, F.A.; MUSSI, M.C.; MOREIRA, M.A.S. Óleo de copaiba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Rev. Bras. Plantas Medic**, v. 11, n.4, p. 465-472, 2009.

PRISTA, L.N.; BAHIA, M. F. G.; VILAR, E. **Desodorizantes e antiperspirantes**. In: Dermofarmacia e Cosmética. Porto, Portugal: Ed. Associação Nacional de Farmácias, 1995, v. II, p. 425-473.

RIBEIRO, C. **Cosmetologia Aplicada a Dermocosmética**. 2ª. Ed. São Paulo: Pharmabooks Editora, 2010, p.53-75; p.369-388.

RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; WADT, P.G.S.; WADT, L.H.O. **Copaíba: ecologia e produção de óleo-resina**. Embrapa: Acre, Rio Branco. 28p. 2004. Disponível em: <<http://catuaba.cpaafac.embrapa.br/pdf/doc91.pdf>. Acessado em 12 de janeiro de 2015.

ROTTER, M.L. **Hand washing, hand disinfection and skin disinfection**. In: Wenzel RP, Baltimore: Ed. Williams & Wilkins, 1997, p.691-709.

ROWE, RC.; SHESKEY, P.J.; QUINN, M.E. **Handbook of Pharmaceutical Excipients**. 6th ed. London: APhA Pharmaceutical Press, 888p. 2009.

SELL, C. (Ed.) **The Chemistry of Fragrances - From Perfumer to Consumer**, 2nd Edition Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 329p. 2006.

SILVA, A.G.; PUZIOL, P.F.; LEITÃO, R.N.; GOMES, T.R.; SCHERER, R.; MARTINS, M.L.; CAVALCANTI, A.S.; CAVALCANTI, L.C. Application of the essential oil from copaiba (*Copaifera langsdorfi* Desf.) for *acne vulgaris*: a double-blind, placebo-controlled clinical trial. **Altern. Med. Rev.**, v.17, n.1, p.69-75, 2012.

SMITS, J.; SENTI B.; HERBST, N. usNeoTM - a Naturally Effective Deodorant and Antibacterial Active. **Cosmetic Science Technology**, p.1-8, 2012.

SWAILE, D.F., SCAVONE, T.A.; MODAFARL, B.M. Deodorant **composition comprising linalool and dihydromyrcenol**. US patent 0 050 326 A1. Procter & Gamble Co., Ohio, 2008.

VEIGA JUNIOR, V.F.; PINTO, A.C.O. Gênero *Copaifera* L. **Quím. Nova**, v.25, n.2, p.273-286, 2002.

VEIGA JUNIOR, V.F.; ROSAS, E.C.; CARVALHO, M.V.; HENRIQUES, M.G.M.O.; PINTO A.C. Chemical composition and anti-inflammatory activity of copaiba oils from *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke, *Copaifera reticulata* Ducke and *Copaifera multijuga* Hayne: a comparative study. **J. Ethnopharmacol.**, v. 112, n.2, p.248-254, 2007.

YOSEF, A. Alcohols. in Block, S.S. **Disinfection, Sterilization, and Preservation**, 5ed. Philadelphia: Lea & Febiger, p. 229-253, 2000.

Recebido em 19/05/2015 e Aceito em 21/12/2015.

Conhecimento dos acadêmicos em relação a biossegurança em um laboratório de anatomia humana

Academics knowledge with regard biosafety into Human Anatomy Laboratory

Cristina dos Santos Clausen¹, Simone dos Santos Clausen¹, Dulcinéia Ghizoni Schneider², Celino Dias Ferraz³, Paulo Roberto Kechele⁴, Fabiana Oenning da Gama⁵

Resumo. A biossegurança tem a finalidade de prevenir e controlar os riscos que possam causar danos aos seres humanos e ao meio ambiente. Aferir o conhecimento dos acadêmicos que frequentam um Laboratório de Anatomia Humana (LAH), no que concerne as normas de biossegurança, se torna importante para que possam ser orientados, pois sabe-se que os cadáveres, mesmo estando conservados, apresentam microorganismos e ainda há exposição dos acadêmicos a acidentes com produtos químicos, perfurocortantes e com material biológico. Foi expressivo como os participantes apresentavam conhecimento restrito das normas de biossegurança e dos riscos potenciais à saúde inerentes aos frequentadores do LAH. Há necessidade de um programa de ensino continuado em biossegurança para os frequentadores do LAH no intuito de atualizá-los quanto à postura ideal, visto que há risco de contrair diversos patógenos e danos biológicos, físicos, ergonômicos ou sequelas graves. Estas noções básicas devem ser ministradas antes de adentrarem ao LAH, de forma que os danos potenciais sejam minimizados e a prevenção efetiva durante uso do LAH seja alcançada.

Palavras-chave: biossegurança, risco, acadêmicos, anatomia.

Abstract. *The biosafety has for purpose prevention and control the risks that can cause damage to the human being and to the environment. Evaluate the knowledge of academics that go into Human Anatomy Laboratory (HAL), what concerns about regulatory biosecurity, became important, because the dead bodies have microorganisms, even though they are preserved, and still has the exposian to accidents with chemicals, with piercing and lacerating wounds and biological material. It was expressive academics who presented limited knowledge regarding biosafety and about the potencial health risks. There is a need for teaching endorsed in biosafety for the academics in order to update them concerning the ideal posture within the HAL, seen theres risk of containg pathogens and biologicals, physicals, ergonomics damages or severes sequels. That basic notions should be taught before get into de HAL, with finality of potential harm can be minimized and the efective prevention become reach.*

Keywords: *biosafety, risk, academics, anatomy.*

¹ Enfermeiras. Pós-graduandas em Gestão e Auditoria em Serviços de Saúde pela Faculdade Venda Nova do Imigrante (FAVENI) e graduadas pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). {cris.clausen@gmail.com, santmone19@gmail.com}.

² Enfermeira. Professora Doutora em Enfermagem da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

³ Farmacêutico Bioquímico. Professor Doutor em Ciências Empresariais Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL).

⁴ Médico. Professor Doutor em Ciências Médicas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

⁵ Enfermeira. Professora Mestre em Psicopedagogia da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL).

InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade
Vol. 10 no 2 – Dezembro de 2015, São Paulo: Centro Universitário Senac
ISSN 1980-0894

Portal da revista InterfacEHS: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/>

E-mail: interfacehs@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

1. Introdução

Os acadêmicos dos cursos da saúde necessitam de aulas práticas de anatomia sendo o uso do Laboratório de Anatomia Humana (LAH) indispensável para isso (MACHADO, GUIMARÃES, SILVA, 2012). As atividades de ensino realizadas no LAH abrangem as diferentes áreas do conhecimento da anatomia humana, bem como o da Biossegurança. O ensino da Biossegurança é importante para todos os segmentos das ciências da saúde auxiliando, desta forma, no controle e prevenção dos riscos presentes no LAH.

Na década de 1980, a Organização Mundial da Saúde (OMS) classificou a biossegurança em quatro grupos de riscos nos quais estão inclusos os riscos químicos, ergonômicos, físicos, radioativos para os sujeitos expostos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004). Biossegurança ou segurança biológica refere-se à aplicação do conhecimento, técnicas e equipamentos com a finalidade de prevenir a exposição do trabalhador, laboratório e ambiente a agentes potencialmente infecciosos ou bioriscos. O termo biossegurança engloba o uso de equipamentos de proteção individual (EPI's), como luvas e máscaras, que formam uma barreira primária entre os trabalhadores e os materiais acarretadores de perigo, diminuindo-os (MASTROENI, 2006), minimizam a exposição dos trabalhadores aos riscos que ameacem sua segurança e saúde, de uso individual, porém cabe ao profissional usá-los e conservá-los. (CURIA, CÉSPEDES, NICOLETTI, 2012).

Dentre os vários riscos presentes em um LAH, destacam-se o biológico e o químico. O risco biológico ocorre quando qualquer ser humano entra em contato ou manuseia animais ou materiais biológicos contendo micro-organismos patogênicos/infectantes capazes de produzir efeitos nocivos no organismo (LIMA, 2011). Em uma revisão de literatura (DEMIRYÜREK, BAYRAMOGLU, USTAÇELEBI, 2002) foi verificado que os cadáveres, mesmo depois de fixados, apresentam potencial infectocontagioso, como *Mycobacterium tuberculosis*, vírus da hepatite B e C, HIV e príons. Os materiais conservantes possuem uma debilidade no potencial de inativar microrganismos patogênicos; com isso, os cadáveres são considerados potencialmente lesivos. As doenças ocupacionais são resultantes da exposição a agentes químicos, físicos ou biológicos; por isso é necessária a imunização preventiva dos profissionais (TEIXEIRA, VALLE, 2010). Pelo potencial contaminante dos cadáveres, é indicada a vacina contra Hepatite B e Tétano, ofertadas à população através do Sistema Único de Saúde (SUS) pelo Plano Nacional de Imunização (PNI) (BRASIL, 2014).

Riscos químicos são representados por substâncias, em seus diferentes estados físicos, que podem penetrar no organismo e quando absorvidas produzir reações tóxicas e problemas de saúde. São absorvidas pelas vias respiratória, cutânea e digestiva (CURIA, CÉSPEDE, NICOLETTI, 2012). Os produtos químicos usados para conservação de cadáveres são formol (VAVRUK, 2012), glicerina e álcool (CARVALHO, et al, 2013). O formaldeído tem potencial tóxico quando excedido o tempo de exposição e a concentração adequada de dissolução. A exposição contínua gera proliferação celular maior como processo de recuperação do ressecamento e das lesões que foram geradas pela inalação ou contato com o formaldeído (KIM, JAHAN, LEE, 2011). A glicerinação apresenta vantagens em relação à formolização na conservação de peças cadavéricas: baixo custo, longa durabilidade da peça conservada, menor ocupação do espaço por não precisar conservar as peças em imersão, menores danos à saúde por exposição a produtos químicos (KIMURA, CARVALHO, 2010). Além disso, gera desidratação das células, possui ação rápida na fixação e preservação das peças (SILVA, et al, 2011).

O trabalho de monitoria no LAH evidenciou descuido dos acadêmicos com os riscos biológicos e químicos. Atitudes tais como: não usar luvas ao manusear os cadáveres, utilizar objetos para manusear estruturas anatômicas e depois levá-los à boca, falta de conhecimento quanto à conduta adequada perante acidentes, desconhecer a presença de fungos em cadáveres e estruturas ósseas, foram determinantes para averiguar a necessidade de expandir os conhecimentos que pudessem esclarecer as dúvidas e

minimizar os riscos inerentes aos frequentadores do LAH. Este artigo tem como objetivo verificar o conhecimento e a aplicação de normas de biossegurança no LAH pelos acadêmicos da área da saúde, esclarecendo os pontos que são de desconhecimento da grande maioria dos seus frequentadores.

2. Método

Tratou-se de um estudo transversal, descritivo, de abordagem quantitativa, por meio da aplicação de um questionário construído pelos pesquisadores e aplicado pelos mesmos, com a abordagem dos participantes durante a aula de anatomia humana, fechado, supervisionado pelos pesquisadores, de autopreenchimento com 15 questões relativas ao conhecimento e aplicação de normas de biossegurança (EPI's, vacinação contra tétano e hepatite B, antisepsia das mãos), riscos químicos (formol, álcool e glicerina) e riscos biológicos (existência de micro-organismos patogênicos no LAH). Participaram da pesquisa apenas os acadêmicos frequentadores do LAH, de uma universidade situada na Grande Florianópolis em Santa Catarina, abrangendo os cursos de graduação: Enfermagem, Educação Física, Fisioterapia, Medicina, Naturologia Aplicada, Nutrição, Odontologia e Cosmetologia e Estética totalizando 8 (oito) cursos e 251 acadêmicos que concordaram em participar da pesquisa de um total de 280 alunos matriculados na disciplina de Anatomia Humana, excluiu-se professores e outros funcionários do LAH. A pesquisa foi realizada no período de agosto de 2013 até junho de 2014. Os resultados obtidos originaram o Trabalho de Conclusão de Curso em Graduação em Enfermagem das autoras.

Os dados coletados foram registrados no Programa Excel e analisados de forma descritiva por meio do programa estatístico SPSS 16.0 (*Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Version 16.0..[Computer program].* Chicago: SPSS Inc.; 2008).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade do Sul de Santa Catarina- UNISUL sob parecer consubstanciado nº 492.995.

3. Resultados

Evidenciou-se que foram 251 entrevistados. A Tabela 1 apresenta o número de entrevistados pertinentes a cada curso de graduação da área da saúde presentes nesta pesquisa.

Tabela 1 – Número de entrevistados de cada curso de graduação da área da saúde no primeiro semestre de 2014. Palhoça, SC, Brasil, 2014.

Cursos de graduação	N		%	
	Entrevistados	Entrevistados	Entrevistados	Entrevistados
Enfermagem	11		4,4	
Educação física	49		19,5	
Cosmetologia e estética	15		6	
Fisioterapia	30		12	
Medicina	74		29,5	
Naturologia aplicada	18		7,2	
Nutrição	19		7,6	
Odontologia	35		13,9	

Fonte: Dados de pesquisa, 2014.

Destes, 182 (72,5%) eram do sexo feminino e 69 (27,5%) do sexo masculino. A faixa etária mostrou-se de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Faixa etária dos entrevistados no primeiro semestre de 2014. Palhoça, SC, Brasil, 2014.

Faixa etária	18-23	24-29	36-41	42-47	48-53
Número de alunos	187	44	1	2	1
Porcentagem	74,5%	17,53%	0,4%	0,8%	0,4%

Fonte: Dados de pesquisa, 2014.

A Tabela 3 apresenta dados em relação a fase do curso dos alunos colaboradores da pesquisa.

Tabela 3 – Fase do curso de graduação dos alunos colaboradores da pesquisa no primeiro semestre de 2014. Palhoça, SC, Brasil, 2014.

Fase do curso de graduação dos alunos	1	2	3	4	6	7	8	9
Número de alunos	148	59	35	2	2	3	1	1
Porcentagem	59%	23,5%	13,9%	0,8%	0,8%	1,2%	0,4%	0,4%

Fonte: Dados de pesquisa, 2014.

Na 1ª questão, sobre ser a primeira vez que frequenta um LAH, 147 (58,6%) disseram não, 103 (41%) declararam que sim. Quando questionados se receberam alguma instrução de como comportar-se e/ou quais EPI's devem usar, questão número dois, 246 (98,4%) foram instruídos e 5 (1,6%) relataram não ter sido orientados.

A 3ª questão, sobre o conhecimento do significado do termo biossegurança, 120 (47,8%) conheciam seu conceito, 102 (40,6%) afirmaram que o compreendem em parte, 28 (11,2%) negaram conhecer. Na questão número quatro, 184 (73,3%) afirmaram que sabem o que significa EPI (equipamentos de proteção individual), enquanto 65 (25,9%) não sabiam o que significa.

Na 5ª questão, foram listados EPI's para que o acadêmico assinalasse os que devem ser utilizados no LAH. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Itens considerados EPI's segundo os alunos da graduação da área da saúde no primeiro semestre de 2014. Palhoça, SC, Brasil, 2014.

Equipamentos de proteção individual	N		%	
	Sim	Não	Sim	Não
Jaleco manga longa	245	6	97,6	2,4
Luva	242	9	96,4	3,6
Calça comprida	232	19	92,4	7,6
Calçado fechado	230	21	91,6	8,4
Máscara	137	114	54,6	45,4
Óculos de proteção	82	169	32,7	67,3
Sapatilha	12	239	4,8	95,2
Jaleco manga curta	2	249	0,8	99,2
Short/bermuda/saia	0	251	0	100

Fonte: Dados de pesquisa, 2014.

Na questão número seis, 228 (90,8%) declararam que os professores cobram o uso de EPI's, 17 (6,8%) afirmaram que existe cobrança parcial.

Questões concernentes à vacinação dos alunos, 73,7% realizaram imunização contra o tétano e somente 45% dos alunos realizou a imunização contra hepatite B. Os dados são demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Índice de alunos vacinados contra Tétano e Hepatite B para o primeiro semestre de 2014. Palhoça, SC, Brasil, 2014.

Valores numéricos	Vacina contra Tétano			Vacina contra Hepatite B			
	Sim	Não	Não sei	Sim	Não	Não sei	Não respondeu
Número de alunos	185	34	32	113	71	66	1
Porcentagem	73,7%	13,5%	12,7%	45%	28,3%	26,3%	0,4%

Fonte: Dados de pesquisa, 2014.

Ao ser questionado se os entrevistados conheciam os riscos presentes no LAH, 129 (51,4%), pouco mais da metade dos frequentadores, responderam positivamente.

Alguns riscos presentes no LAH foram elencados pelos acadêmicos na questão 10, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Riscos existentes no LAH, pela visão dos acadêmicos, no primeiro semestre de 2014. Palhoça, SC, Brasil, 2014.

Riscos	N		%	
	Sim	Não	Sim	Não
Químico	190	61	75,7	24,3
Biológico	146	105	58,2	41,8
Físico	101	150	40,2	59,8
Ergonômico	38	213	15,1	84,9
Outros	6	245	2,4	97,6

Fonte: Dados de pesquisa, 2014.

A 11ª questão relativa à lavagem das mãos após o manuseio das peças anatômicas, a 12ª questão relativa ao uso do álcool em gel após a lavagem das mãos e a 13ª que questiona se os acadêmicos passam as mãos com as luvas de procedimento no rosto, cabelo e material de aula durante ou após os estudos com as peças anatômicas foram agrupadas na Tabela 7.

Tabela 7 -Lavagem das mãos, uso de álcool em gel, manuseio de peças anatômicas com luvas sujas pelos acadêmicos no primeiro semestre de 2014. Palhoça, SC, Brasil, 2014.

Questões	Respostas			
	Sim	Não	Às vezes	Não responderam
Hábito de lavar as mãos após o manuseio das peças anatômicas, mesmo tendo usado luvas de procedimentos	90%	2%	6,8%	1,2%
Hábito de utilizar álcool em gel após a lavagem das mãos	32,7%	34,7%	32,7%	-
Passar as mãos com as luvas de procedimento no rosto, cabelo e material de aula durante ou após os estudos com as peças anatômicas	35,1%	51%	13,1%	0,8%

Fonte: Dados de pesquisa, 2014.

A 14ª questão se referiu ao que deve ser feito após ferir-se com as peças anatômicas. Verificou-se que 172 (68,5%) não sabiam o que deve ser feito e 79 (31,5%) confirmaram saber o que fazer. Em sequência, a questão número 15, perguntou se saberiam o que fazer caso substâncias químicas respingassem nas mucosas ou na pele: 175 (69,7%) admitiram não saber, enquanto 76 (30,3%) disseram saber o que deve ser feito.

4. Discussão

Os resultados demonstraram que o conhecimento dos acadêmicos no que se refere à biossegurança, risco químico e risco biológico presentes no LAH não são adequados, sendo abaixo do esperado. Isso representou a necessidade premente de expandir os conhecimentos. O conceito de biossegurança é abrangente, mas particularmente a noção

de riscos deve ser observada por todos os frequentadores do LAH. Esse conceito precisa ser aplicado pelo acadêmico em toda sua vida: na graduação e profissional. Portanto, é impreterível que as noções básicas sejam ministradas nas primeiras aulas de anatomia humana para que os acadêmicos possam ter conhecimento dos riscos potenciais no LAH e entendam a importância da prevenção.

No presente estudo, uma parcela dos entrevistados conhecia o significado da sigla EPI (equipamentos de proteção individual) sendo considerado um bom resultado e espera-se que isto reflita no uso adequado de EPI's na prática. De acordo com a NR 06 são EPI's: capacetes, capuz, óculos, protetor facial, máscara de solda, protetor auditivo, respirador purificador de ar não motorizado, respirador de ar motorizado, respirador de adução de ar tipo linha de ar comprimido, respirador de adução de ar tipo máscara autônoma, respirador de fuga, vestimentas (proteção de tronco e braços, inclui jalecos), colete à prova de balas de uso permitido para vigilantes que trabalhem portando arma de fogo, luvas, creme protetor, manga, braçadeira, dedeira, calçado (proteção do pés), meia, perneira, calça (proteção das pernas), macacão, vestimenta de corpo inteiro, cinturão de segurança com dispositivo trava-queda, cinturão de segurança com TALABARTE (CURIA, CÉSPEDES, NICOLETTI, 2012). Um estudo realizado em Goiás (SOUZA, et al, 2008) questionou os acadêmicos quanto ao conhecimento do significado de EPI, apenas 8,9% dos pesquisados responderam que estavam cientes, resultado considerado ruim pelos pesquisadores devido a importância dos EPI's na área da saúde.

Quanto aos itens listados para serem assinalados como EPI na 5ª questão, foi de grande valia que todos os pesquisados afirmaram que short/bermuda/saia não são EPI. Dos equipamentos descritos na questão, estão inclusos como EPI's: óculos de proteção, luvas, vestimentas (proteção de tronco e braços, inclui jalecos de manga longa), calçado para proteção dos pés, máscaras, calça para proteção das pernas (BRASIL, 2010). Além dos EPI's citados, inclui-se ainda os seguintes EPI's para frequentar um LAH: luvas de nitrilo, avental impermeável, luvas grossas e longas de borracha e protetor facial (SAN FRANCISCO STATE UNIVERSITY, 2007).

Mesmo confirmando que máscara e óculos de proteção são EPI, a frequência de aderência ao uso foi baixa. No período da coleta de dados, observou-se que foram raros os alunos que utilizaram a máscara para proteger-se do cheiro do formol ou utilizaram os óculos de proteção para evitar a irritação ocular pelos gases exalados. Portanto, a orientação e correção das distorções são fundamentais através de um programa de educação ampliada e continuada dos frequentadores do LAH. As sapatilhas ainda são um problema de conscientização das acadêmicas, é difícil fazê-las compreender que o dorso do pé também é uma região exposta aos riscos do ambiente e ainda foi possível constatar, durante o período de observação, que existia um pequeno número de acadêmicos que tentaram frequentar as aulas práticas e/ou que em dia de prova vestiam bermudas, chinelos, sapatilhas ou estavam sem jaleco. Um processo de educação em saúde ainda se faz necessário para adequar os acadêmicos às Boas Práticas de Laboratório (BPL's) e conscientizá-los que o uso de EPI é um fator de proteção a sua saúde. Ao se considerar a realidade do LAH, local do estudo, e relacionar com a literatura e a Norma Regulamentadora Nº 6 (BRASIL, 2010), os EPI's mais indicados e de fácil acesso para os alunos seriam: jaleco de manga longa, máscara, óculos de proteção, luvas de procedimento, calça, calçado fechado (SAN FRANCISCO STATE UNIVERSITY, 2007).

Tratando-se da imunização contra o tétano, o resultado encontrado foi insatisfatório, pois apenas pouco mais da metade dos entrevistados confirmaram estar imunizados contra a bactéria *Clostridium tetani*, considerando-se que a maioria está na 1ª fase do seu Curso. A situação é ainda mais preocupante quanto a imunização de Hepatite B. É de extrema importância a vacinação para frequentar o LAH, pois permite que o acadêmico esteja protegido contra o potencial infeccioso dos cadáveres, devido a existência de microrganismos que resistem até mesmo aos processos de fixação e a conservação dos

cadáveres que ainda possuem a capacidade de gerar doenças infectocontagiosas tais quais: hepatites virais, HIV, tuberculose, encefalopatias (DEMIRYÜREK, BAYRAMOGLU, USTAÇELEBI, 2002). Devido ao risco biológico presente no LAH, para melhor efetuar a proteção ao acadêmico, ressalta-se a necessidade do uso adequado de EPI's que buscam prevenir a contaminação por esses microrganismos, dentre eles a máscara.

A baixa aderência à vacinação dos entrevistados é preocupante. Um outro estudo concluiu que os acadêmicos de medicina não estão devidamente imunizados contra a Hepatite B, pois apenas 43,3% possuem a vacina (ARENT, CUNHA, FREITAS, 2009). É imprescindível a vacinação para todos os acadêmicos e os resultados da atual pesquisa geram um alerta para a necessidade de informação quanto a esse item e orientação para adequar a caderneta de vacina, pois serve para toda a vida acadêmica e profissional.

Foi possível notar que os acadêmicos não possuíam conhecimento completo dos riscos presentes no LAH. Quanto ao Risco Químico a resposta foi satisfatória, é um risco de fácil assimilação pelos acadêmicos, principalmente devido ao odor desagradável do formol. O Risco Biológico é desconhecido por um percentual considerável. A percepção deles quanto a esse risco está relacionada à falta de conhecimento em relação à capacidade dos conservantes (formol e glicerina) em inativar os agentes patológicos presentes nos cadáveres, além da proliferação de microrganismo provenientes da respiração, saliva e mãos dos acadêmicos que podem se desenvolver no LAH quando em ambiente favorável. Inclui-se o fato que a goma de mascar, uso de lentes de contato, e batom podem agravar a absorção tóxica do formaldeído, devendo; por isto, ser avaliadas com muito cuidado (SAN FRANCISCO STATE UNIVERSITY, 2007). O formaldeído é causador de toxicidade, irritação ocular e de mucosas tendo elevado potencial carcinogênico (BAIRD, CANN, 2011). Alunas gestantes necessitam de cuidados especiais ao frequentar o LAH devido a ação teratogênica do formaldeído (KIM, JAHAN, LEE, 2011).

Os Riscos Físico e Ergonômico foram pouco assinalados, durante o processo de aprendizagem é notável a confusão que o conceito desses riscos pode gerar. Há desconhecimento do significado de risco ergonômico, ignorando sua importância. Quando assinalados outros riscos, é provável que os acadêmicos ainda não saibam observar um ambiente para identificar os riscos que ali se encontram. É importante salientar que durante o período de coleta de dados no LAH, foi possível identificar os riscos: químico, biológico, ergonômico, físico e o mecânico. O Risco Químico estava na presença de formol, glicerina e álcool para uso de fixação e conservação dos cadáveres e peças anatômicas. O Risco Biológico estava presente na colônia de fungos em cadáveres em conservação por formol e glicerina e nos ossos. Pesquisas demonstraram (DEMIRYÜREK, BAYARAMOGLU, USTAÇELEBI, 2002; PRZYBYSZ, et al, 2009) que há presença de microrganismos em laboratórios de anatomia e pela revisão de literatura conseguiram isolar e identificar vários tipos de patógenos, dentre eles fungos, vírus e bactérias.

Os dados relativos à lavagem das mãos foram adequados, pois 225 (90%) dos entrevistados a aderiram como prática habitual. Mostraram a preocupação da maioria dos acadêmicos em lavar as mãos após seus estudos com as peças anatômicas, vista a importância da higienização das mãos para reduzir o número de microrganismos presentes. É consenso que essa é a forma mais simples e fácil de prevenir contaminações num ambiente de saúde ou alimentar. Resultados diferentes foram obtidos em outro estudo (PINTO, BAPTISTA, 2010) em que os acadêmicos reconheceram a importância, mas houve baixa adesão à técnica de lavagem das mãos.

É preconizado o uso do álcool em gel após a utilização da luva (BRASIL, 2007) para evitar a transmissão de microrganismos, mesmo tendo usado o EPI em questão. A luva pode apresentar microfuros ou se desintegrar permitindo a contaminação das mãos. No presente estudo, observou-se que muitos acadêmicos passavam as mãos com as luvas sujas no material de aula, caneta, caderno talvez ultrapassando o percentual de acadêmicos que responderam "sim" quando questionados sobre essa ação. Também têm

aqueles que usam diversos utensílios inadequados para tal, como canetas e lápis para manipular as peças anatômicas conservadas no formol, álcool e glicerina e não utilizando normas de higienização para a sua posterior utilização segura. Essas atitudes aumentam a exposição aos riscos biológicos e químicos.

Em relação aos acidentes com material biológico, no LAH da presente pesquisa, notou-se o desconhecimento prático em relação ao assunto. Quando ocorriam acidentes, os alunos costumavam recorrer ao professor, monitor ou técnico do laboratório, pois não sabiam que procedimentos realizar. Nos casos ocorridos em que solicitaram auxílio às pesquisadoras, normalmente chegavam espremendo o local da lesão o que é contraindicado pelo MS, pois aumenta a área de contato com o material biológico potencialmente contaminado. Uma pesquisa de levantamento bibliográfico verificou que a preocupação com acidentes com material perfurocortante vem aumentando devido ao fato de se conhecer os danos causados à saúde provenientes da possível contaminação com agentes biológicos (MARZIALE, 2002).

A falta de percepção quanto aos perigos dos produtos químicos, encontrado numa pesquisa (COSTA, FELLI, 2004) corrobora o resultado obtido na atual. Isso reflete a realidade a qual os acadêmicos estão inseridos. Quando se fala em biossegurança e BPL's, está incluso o conhecimento das substâncias químicas as quais estão sendo utilizadas no laboratório. Na observação dos acadêmicos no LAH, foi verificado que, mesmo com orientações quanto aos perigos dos produtos utilizados, ainda ocorriam casos em que, propositalmente, entravam em contato com o produto químico. Isso acontece nos casos apontados na questão 13 que interrogou se os acadêmicos passam as mãos com as luvas de procedimento no rosto, cabelo e material de aula durante ou após os estudos com as peças anatômicas. No LAH, não existe nenhum material informativo quanto ao procedimento a ser tomado quando ocorre um acidente, seja com perfurocortantes ou com produtos químicos. Se algum aluno se ferir com agulha, bisturi ou tesoura, imediatamente buscavam perguntar ao monitor, técnico do laboratório e professores sobre o que deveriam fazer. O principal ponto observado foi a imensa necessidade em instruí-los quanto aos riscos de um LAH, quais as noções básicas de biossegurança necessárias para frequentar um LAH a fim de melhorar as práticas e conscientizá-los. É uma necessidade urgente e premente de manter-se um conhecimento e divulgação dinâmicos aos frequentadores do LAH, visto que a prevenção dos acidentes e riscos biológicos e físicos que possam comprometer a saúde do indivíduo não estão adequadamente esclarecidos.

5. Conclusão

Verificou-se que os acadêmicos possuem pouco conhecimento das normas de biossegurança, bem como de sua adequada aplicação prática. As orientações oferecidas no início de cada semestre no LAH são pouco esclarecedoras a ponto de serem incorporadas à prática. Os alunos possuem muitas dúvidas, o que gera preocupação devido ao fato que para frequentar o LAH são necessárias medidas específicas diante dos inúmeros riscos lá existentes. Por meio dos dados apresentados nesta pesquisa, constatou-se que há necessidade de adequar a vacinação dos acadêmicos a fim de melhorar a cobertura vacinal e instruí-los que a prevenção se faz para o transcorrer da vida acadêmica e profissional.

O estudo levou à reflexão de que o LAH é uma estrutura complexa, tanto do ponto de vista estrutural, quanto das atividades realizadas. A prática se torna tão natural que os cuidados são esquecidos e os riscos se tornam invisíveis aumentando a exposição a eles.

O esforço para melhorar as questões de segurança no laboratório deve estar na conscientização do fator humano. O ensino continuado é a melhor estratégia para alcançar

a adequação da postura dos acadêmicos do LAH através de um programa de educação. Todos que o frequentam precisam estar devidamente informados quanto às normas de biossegurança e atualizados quanto ao porquê da necessidade de medidas de controle dentro do LAH.

Referências

ARENT, Patrícia Mendes; CUNHA, Luissaulo; FREITAS, Paulo Fontoura. Situação vacinal dos estudantes de medicina da Universidade do Sul de Santa Catarina no período prévio ao internato. **Rev. Ciênc. Méd.**, Campinas, 18(1):13-20, jan./fev., 2009. Disponível em:

<<http://periodicos.puccampinas.edu.br/seer/index.php/cienciasmedicas/article/viewFile/650/630>>. Acesso em: 09 dez. 2015.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Higienização das mãos em serviços de saúde**. 2007. Disponível em:

<http://www.anvisa.gov.br/hotsite/higienizacao_maos/manual_integra.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2014.

_____. Ministério da Saúde. **Calendário Nacional de Vacinação**. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/197-secretaria-svs/13600-calendario-nacional-de-vacinacao>>. Acesso em: 30 jul. 2014.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **NRº06: Equipamento de Proteção individual – EPI, atualizada**. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812CB90335012CCC356A9B1B75/NR-06%20\(atualizada\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812CB90335012CCC356A9B1B75/NR-06%20(atualizada).pdf)>. Acesso em: 7 set. 2013.

CARVALHO, Yuri K. et al. Avaliação do uso da glicerina proveniente da produção de biodiesel na conservação de peças anatômicas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, jan. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pvb/v33n1/21.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2013.

COSTA, Taiza Florêncio; FELLI, Vanda Elisa Andres. Acidentes do trabalho com substâncias químicas entre os trabalhadores de enfermagem. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 57, n. 3, 2004. Disponível em: InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – Dezembro de 2015

<<http://www.scielo.br/pdf/reben/v57n3/a02v57n3.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2014.

CURIA, Luiz Roberto; CÉSPEDES, Livia; NICOLETTI, Juliana. **Segurança e medicina do trabalho**. 9. ed. atual. São Paulo: Saraiva, 2012.

DEMIRYÜREK, Deniz; BAYRAMOGLU, Alp; USTAÇELEBI, Semsttin. Infective Agents in Fixed Human Cadavers: A Brief Review and Suggested Guidelines. **The Anatomical Records**, v.269, p.194 – 197, 2002. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ar.10143/pdf> >. Acesso em: 28 mai. 2014.

LIMA, Tânia Mara Azevedo de. **Exposição aos agentes químicos, físicos e biológicos**. 2011. Disponível em: <[http://www.caunesp.unesp.br/eventos/Palestra_Agentes_jun_2011/Exposicao\(RH\).pdf](http://www.caunesp.unesp.br/eventos/Palestra_Agentes_jun_2011/Exposicao(RH).pdf)>. Acesso em: 19 set. 2013.

KIM, Ki-Hyun; JAHAN, ShaminAra; LEE, Jong-Tae. Exposure to formaldehyde and it's potential human health hazards. **Journal of Environmental Science and Health: Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews**, v. 29, p. 277-299, nov. 2011. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10590501.2011.629972#.UjX8MMZ6ay5>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

KIMURA, Adriana Kimie; CARVALHO, Wanderson Luís de. **Estudo da relação custo x benefício no emprego da técnica de glicerinação em comparação com a utilização da conservação por formol**. 2010. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso de Extensão (Título de Higienista Ocupacional) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araquara, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.unesp.br/pgp/pdf/formol.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2013.

MACHADO, Hosani Aleixo; GUIMARÃES, Lamartine de Paula; SILVA, Mário Souza Lima e. Preparação de peças anatômicas através da dissecação de cadáveres do laboratório de anatomia do ITPAC - Araguaína. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v.5, n.3, jul., 2012. Disponível em: <<http://www.itpac.br/arquivos/Revista/53/1.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2013.

MARZIALE, Maria Helena Palucci; RODRIGUES, Christiane Mariani. A produção científica sobre os acidentes de trabalho com material perfurocortante entre trabalhadores de enfermagem. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 10, n. 4, Jul. 2002. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rlae/v10n4/13370.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2014.

MASTROENI, Marco Fábio. **Biossegurança aplicada a laboratórios e serviços de saúde**. São Paulo: Atheneu; 2006.

PINTO, Fernanda A. O.; BAPTISTA, Margarete A. Higienização das mãos: hábitos, obstáculos e a técnica desenvolvida por pelos discentes do 6º ano de medicina e do 4º ano de enfermagem de um hospital escola. **Revista Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 17, n. 3, p. 117-121, jul./set., 2010. Disponível em:

< http://repositorio-racs.famerp.br/racs_ol/vol-17-3/IDP%201.pdf >. Acesso em: 30 mai. 2014.

PRZYBYSZ, Carlos Henrique; et al. Avaliação do possível crescimento e resistência de espécies fúngicas ao formol. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 02, n.03, p. 325-331, set/dez. 2009. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/1116/892>>. Acesso em: 26 jul. 2013.

SAN FRANCISCO STATE UNIVERSITY. **Anatomy lab safety plan**. 2007.

Disponível em:

<http://www.sfsu.edu/~safety/Web_documents/files_biosafety/AnatomyFinal%20Plan_07.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2014.

SILVA, Nathalia Alves; et al. Comparative study between two techniques using a glycerin in the conservation of central nervous system. **Journal of Morphological Science: functional anatomy and cell biology**, v. 28, n. 04, p. 280 - 282, 2011. Disponível em: <<http://jms.org.br/PDF/v28n4a13.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2013.

SOUZA, Adenícia Custódia Silva e; et al. O uso de equipamentos de proteção individual entre graduandos da área da saúde e a contribuição das instituições formadoras. **Ciência, Cuidado e Saúde**, v.7, n.1, p.27 - 36, Jan./Mar, 2008. Disponível em:

<<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/CiencCuidSaude/article/viewFile/4893/3206>>. Acesso em: 31 mai. 2014.

TEIXEIRA, Pedro; VALLE, Silvio. **Biossegurança uma abordagem multidisciplinar**. 2. ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2010.

VAVRUK, José William. A importância do estudo da anatomia humana para o estudante da área da saúde. **O Anatomista**: Revista de divulgação científica da sociedade brasileira de anatomia, v. 02, abr. jun., p. 04 - 35, 2012. Disponível em: <<http://www.sbanatomia.org.br/arquivos/a3v2.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Laboratory Biosafety Manual**.2004.

Disponível em:

<<http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/Biosafety7.pdf?ua=1>>
. Acesso em: 18 fev. 2014.

Recebido em 30/09/2015 e Aceito em 21/12/2015.