

uerr.edu.br/remgads



Revista Eletrônica

Ambiente

Gestão & Desenvolvimento



Vol. 7 - 2015 • ISSN: 1981-4127

EDITORIAL

A Revista Ambiente, Gestão e Ambiente foi criada em 2008, dois anos após a criação da UERR, com a finalidade de servir como instrumento de difusão de pesquisas voltado para professores e alunos de um programa de pós-graduação, que por problemas administrativos, viu-se obstado em sua continuidade. Com a ambição de tornar-se mais abrangente, a Revista assumiu características multidisciplinares, publicando artigos periódicos até sua interrupção definitiva, em 2012, para outra vez ser retomada para o que veio a ser sua última edição, em 2013. Lança-la outra vez torna-se um desafio, dada a dificuldade permanente em manter a constância das edições e a qualidade editorial daquela que, até o momento, é única revista de cunho científico da UERR.

A Revista retorna à edição com um novo formato, não só em seu design, mas principalmente na sua administração, a cargo da Professora Marcia Teixeira Falcão, que com sua bonomia estóica propôs ficar à frente desse instrumento de divulgação científica, não só da pós-graduação, mas de toda a pesquisa realizada na UERR.

Combinada com a proposta da Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação de reforçar e ampliar a pós-graduação e pesquisa através de Dinters e acordos de cooperação acadêmica, com conceituadas instituições de Ensino e Pesquisa do Brasil, que deverá definitivamente institucionalizar a UERR como universidade de fato, a Revista cumpre papel fundamental para o amadurecimento desse processo.

Por esse novo quadro, a Revista envida, não só a professores e alunos da UERR, mas todos aqueles dedicados à ciência, que queiram submeter artigos para a apreciação de avaliadores e posterior publicação. Nossa expectativa é a de que com essa nova fase, a Revista se consolide e seja referência para a criação de outros revistas, que de igual modo serão parte da história da UERR.

Prof. Dr. Carlos Alberto Borges da Silva

REVISTA ELETRÔNICA AMBIENTE, GESTÃO E DESENVOLVIMENTO. V.7, n.1, ago. 2015, Boa Vista (RR): UERR, 2015,

Semestral

ISSN 1981-4127

Revista Eletrônica

Ambiente
Gestão & Desenvolvimento

CONSELHO EDITORIAL

Editora - Chefe

Márcia Teixeira Falcão
remgads@uerr.edu.br

Ana Paula Joaquim

Carlos Eduardo Moura da Silva

Ismar Borges Lima

Ivanise Maria Rizzatti

Josimara Cristina de Carvalho Oliveira

Juliane Marques de Souza

Leovergildo Rodrigues Farias

Lúcio Keury Almeida

Galdino

Osvair Mussato

Rita de Cássia Ferreira

Rosa Maria Cordovil

Benezar

Sandra Kariny Saldanha de Oliveira

Tatiane Marie Martins

Gomes de Castro

Capa e Diagramação

Abraão Batista

contato@abraobatista.com



Régys Odlare Lima de Freitas

Reitor da UERR

Carlos Alberto Borges da Silva

Pró-Reitor de Pesquisa

André Faria Russo

Pró-Reitor de Extensão

Elemar Kleber Favreto

Pró-Reitor de Ensino

Ênia Maria Ferst

Pró-Reitora de Desenvolvimento Social

Mariano Terço de Melo

Pró-Reitor de Financeiro

**LICENCIAMENTO AMBIENTAL E AS
ATIVIDADES ECONÔMICAS
NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS – SC NO
PERÍODO DE 2011 a 2013**

Danielly Borguezan // Leandro do Prado

PAG

05

**FLUOROSE ENDÊMICA NA AMÉRICA LATINA
ENDEMIC FLUOROSIS IN LATIN AMERICA**

*Lia Silva de Castilho // Efigênia Ferreira e Ferreira
Leila Nunes Menegase Velásquez // Lúcia Maria Fantinel // Edson Perini*

PAG

15

**VANTAGENS DA CICLODEXTRINA FIXADA
NA POLIAMIDA 6
ADVANTAGES OF THE FIXED CYCLODEX-
TRIN POLYAMIDE 6**

Nilton Cesar Pasquini

PAG

33

LICENCIAMENTO AMBIENTAL E AS ATIVIDADES ECONÔMICAS NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS – SC NO PERÍODO DE 2011 a 2013

Danielly Borguezan

Advogada OAB/SC 27409, Professora de Direito; Mestranda do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da Universidade do Contestado. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas – Cnpq; Membro do Grupo de Estudo em Giorgio Agamben – Universidade do Contestado e bolsista do Programa do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – FUMDES.

dany.borguezan@hotmail.com

Leandro do Prado

Bacharel em Administração pela Universidade do Contestado - UnC Canoinhas/SC, e-mail:

leandro_do_prado@hotmail.com

LICENCIAMENTO AMBIENTAL E AS ATIVIDADES ECONÔMICAS NO MUNICÍPIO DE CANOINHAS – SC NO PERÍODO DE 2011 a 2013

RESUMO

ABSTRACT

Licenciamento ambiental é um procedimento administrativo que objetiva a preservação do meio ambiente que assegure o desenvolvimento socioeconômico. O licenciamento é exigido para atividades que causem alteração no meio ambiente, avaliando os seus efeitos, autorizando ou não a construção ou iniciação do empreendimento os quais dependerão de aprovação por órgão estadual competente. O licenciamento ambiental é composto por duas ferramentas que são importantes no seu processo, o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Com todos os requisitos cumpridos o empreendimento poderá iniciar as suas atividades. Nota-se a importância dos empreendedores conhecerem as leis que regem o licenciamento ambiental para terem um suporte legal, que oriente e auxilie nas tomadas de decisões, sob pena de responderem por consequências penais, civis e administrativas. Este estudo tem como objeto de análise o município de Canoinhas – SC, no período de 2011, 2012 e 2013, em função da capacidade econômica que vem aumentando e impactando diretamente no meio ambiente, por isso a importância do estudo para que se conheça o cenário do município e o desenvolvimento aconteça com a devida qualidade ambiental. A pesquisa é exploratória e bibliográfica e foi realizada na biblioteca da UnC Canoinhas, com aportes em pesquisas em artigos, periódicos, dissertações, monografias, teses, bem como a internet relacionadas ao tema explorado, a coleta de dados foi realizada na Prefeitura Municipal de Canoinhas – SC.

Environmental licensing is an administrative procedure that aims to preserve the environment to ensure the socio-economic development. Licensing is required for activities that cause changes in the environment, assessing their effects, authorizing or not the construction or initiation of the project which will depend on approval by the appropriate state agency. Environmental licensing consists of two tools that are important in the process, the Environmental Impact Assessment - EIA and the Environmental Impact Report - RIMA. With all requirements met, the undertaking could begin its activities. Note the importance of entrepreneurs know the laws governing the environmental licensing to have a legal framework which will guide and assist in decision making, failing to account for criminal, civil and administrative consequences. This study is analysis on the municipality of Canoinhas - SC, from 2011, 2012 and 2013, due to the economic capacity is increasing and direct impact on the environment, so the importance of the study so that they know the scenario the municipality and the development happen with proper environmental quality. The research is exploratory and literature and was held in the library of UNC Canoinhas, with investments in research articles, journals, dissertations, monographs, as well as internet-related theme explored, data collection was held at City Hall Canoinhas – SC.

Key words: Environmental licensing, Environment, Business environmental management

Palavras chaves: Licenciamento ambiental, Meio ambiente, Administração.

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente é patrimônio de toda a nação brasileira. Sendo um bem público o poder da União é competente para manter a proteção do bem comum. Assim, foi legislado sobre o meio ambiente articulando formas de proteção, sem que o desenvolvimento da nação fosse prejudicado, ao contrário possibilitando de forma sustentável. Atualmente, temos o Código Florestal Lei Nº 12.651/2012 que rege as áreas de preservação e a lei da Política Nacional do Meio Ambiente nº 6938/81 que determinam as ferramentas de execução desta política de meio ambiente.

Sendo assim, para que um empreendimento seja construído é necessário um licenciamento ambiental, o qual é composto de diversas fases de avaliação, para dinamizar o efetivo do desenvolvimento e seus possíveis impactos ambientais. Nesse sentido, com o crescimento na região do Planalto Norte Catarinense, o município de Canoinhas vem se destacando em crescimento econômico e conseqüentemente o meio ambiente sofre alterações. De forma controlada deve-se incentivar o desenvolvimento atentando-se ao impacto ambiental causado. Assim levanta-se a seguinte questão problema: “Quantas empresas há em Canoinhas/SC nos períodos 2011, 2012 e 2013 e dentre estas quantas necessitaram de licenciamento ambiental, em função dos danos ambientais provocados?”.

O artigo tem como objetivo discutir a importância do licenciamento ambiental para a preservação do meio ambiente, tendo como objeto de estudo o município de Canoinhas/SC, sendo os objetivos específicos: Realizar uma pesquisa para compreender a legislação vigente que rege o licenciamento ambiental; Identificar o perfil econômico de Canoinhas – SC no que tange a constituição de empresas constituídas no período de 2011 a 2013; Verificar a sistemática para conseguir

o licenciamento ambiental nas empresas e Analisar o crescimento empresarial canoinhense e setores que mais crescem no período de 2011 a 2013.

De outro norte, é de fundamental importância que os empreendedores conheçam as leis que regem o licenciamento ambiental para terem suportes legais, bem como orientações que os instrua nas tomadas de decisões e afastem por consequência responsabilidades como as civis, criminais e administrativas.

O licenciamento ambiental nesse sentido acaba ajudando e contribuindo direta e indiretamente, para o bem de toda a nação, pois obriga que as empresas tenham um controle sobre as ações que altere o meio ambiente. Assim menos empresas poluidoras se instalarão, e conseqüentemente a degradação ambiental será menor.

2 REFERENCIAL

2.1 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Licenciamento ambiental é um procedimento administrativo estabelecido pela Política Nacional do Meio Ambiente, que objetiva a preservação, melhoria e recuperação do meio ambiente de forma que assegure o desenvolvimento socioeconômico compatibilizando com a preservação do equilíbrio ecológico.

O licenciamento é exigido para atividades que causem alteração no meio ambiente, sendo uma ferramenta utilizada pelo poder público para examinar projetos, verificar sua adequação em relação à localização, instalação, ampliação e operação, assim avaliando os efeitos ao meio ambiente, autorizando ou não a construção do empreendimento, auxiliando em medidas para diminuir os impactos ambientais causados. Referido licenciamento é exigido para todos empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos naturais, que forem considerados potencialmente poluidoras ou

aquelas que podem causar degradação ambiental. Estes dependerão de prévio licenciamento por órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

O licenciamento ambiental tem, portanto, duas ferramentas diferentes e com fins diversos que são importantes no seu processo, sendo o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.

Antônio Inagê de Assis Oliveira (1999, p. 215) faz uma nítida distinção entre os dois:

Os denominados estudos de impacto ambiental, muitas vezes designados pela sigla EIA, são apresentados sobre a forma de relatório(s) vazado(s) em linguagem técnica, sendo destinado(s), principalmente, aos analistas ambientais para esclarecimento de pontos obscuros ou preenchimento de lacunas de conhecimento.

(...)

O RIMA é a condensação das conclusões técnicas contidas no EIA em linguagem comum, destinado ao público leigo e devendo apresentar claramente as vantagens e desvantagens do empreendimento, tanto do ponto de vista ambiental como de suas implicações socioeconômicas.

O EIA – estudo de impacto ambiental, é apresentado em forma de relatório em linguagem técnica destinada a analistas ambientais, que fixam uma análise ambiental do projeto considerando o aspecto físico, biológico e socioeconômico e que será utilizado para monitorar e acompanhar o desenvolvimento do projeto.

O RIMA- relatório de impacto ambiental, por sua vez, é um documento público, que expõe as conclusões técnicas sintetizadas presentes no EIA, em linguagem comum destinado ao público leigo. Estas informações devem ser apresentadas de forma que ocorra o entendimento da população interessada e envolvida direta ou indiretamente pelo projeto.

Após a conclusão do EIA, haverá a publicação que é exigida e apresentada através de audiências públicas. O RIMA, apresentará a conclusão dos estudos realizados sob a forma de relatório ambiental à população interessada, uma vez que

o licenciamento é um ato político-administrativo, procedimento este que antecede a primeira das três etapas dos licenciamentos a Licença Prévia (LP), a Licença de Instalação (LI) e a Licença de Operação (LO).

2.1.1 Licença Prévia

O processo do licenciamento se inicia quando o empreendedor solicita a licença prévia, mediante o recolhimento da taxa de licença, de projetos, de estudos que devem obrigatoriamente acompanhar o projeto. Através desta primeira licença o administrador atesta a viabilidade ambiental do empreendimento, o qual contém requisitos básicos como localização, instalação e operação, observando os planos municipais, estaduais ou federais e uso do solo.

O empreendedor por sua vez, deve analisar minuciosamente o local onde pretende implantar o projeto, para que conheça as vulnerabilidades do ambiente e saber a capacidade de regeneração quando do dano, para que assim perceba a importância de sua ação no ambiente quanto o fator social. Somente conhecendo a essência do empreendimento é que se poderá antever as consequências da atividade, e desta forma agir de forma a amenizar os danos causados, avaliando se o custo/benefício da execução é viável.

Assim, nota-se que a licença prévia em outras palavras é a averiguação do local do futuro empreendimento. Cabe ressaltar que a licença prévia não autoriza a instalação do empreendimento e sim da um parecer se o projeto é ambientalmente viável.

No artigo 18, inciso I da Resolução CONAMA 237/81, define o prazo de validade desta licença:

No mínimo, o estabelecido pelo programa de elaboração dos planos, programas e projetos relativos ao empreendimento, não podendo ser superior a 05 (cinco) anos.

É de suma importância que o administrador

faça um acompanhamento, para realizar o gerenciamento do uso dos recursos naturais, pois se trata de um bem comum, que deverá ser mantido no presente e futuro.

2.1.2 Licença de Instalação

Após aprovada a licença prévia, o administrador solicitará ao órgão competente a licença de instalação. Esta é a fase em que são analisadas as medidas ambientais propostas no estudo ambiental que acompanhou o processo de aprovação da licença prévia.

No Caderno de Licenciamento Ambiental, do Ministério do Meio Ambiente – MMA (2009, p.64) cita “o prazo de 06 (seis) meses desde a data do ato de protocolar até o deferimento ou indeferimento”. Cabe ressaltar que nesta etapa do processo ocorre o ressarcimento por parte do administrador, referente às despesas realizadas pelo órgão ambiental responsável.

De acordo com a Resolução CONAMA, nº 237/97, este “autoriza a instalação do empreendimento, de acordo com o plano de especificações constantes no projeto aprovado, descrevendo as medidas de controle ambiental e demais requisitos previstos na licença prévia, da qual constituem motivo determinante”. Depois de expedida a licença de instalação pelo órgão competente, dar-se-á início para a próxima etapa que é a licença de operação.

2.1.2 Licença de Operação

Tem como principal objetivo autorizar ou não o início das atividades do empreendimento determinada pelo órgão fiscalizador. Deve ser realizada uma vistoria antes do funcionamento para comprovar se todas as exigências foram cumpridas conforme o projeto, como a verificação do efetivo cumprimento das licenças anteriores

e as medidas de controle ambiental, controle de poluição e outras determinações para a operação do empreendimento. Caso haja inobservância de algum ponto fundamental no processo de licenciamento este poderá acarretar em responsabilidade civil, administrativa e em alguns casos até responsabilidade criminal.

No artigo 19 da Resolução CONAMA 237/97 apresenta três hipóteses de cancelamento da licença ambiental, “quando ocorrer a violação ou inadequação das condições ou normas legais, omissão ou falsa descrição de informações relevantes para a liberação da licença, e após o início das atividades desencadeie graves riscos ambientais e a saúde”.

Tendo em vista que o fornecimento de informações falsas acarretará em sanções jurídicas, que poderão gerar a parada das atividades do empreendimento e seu responsável responderá por sua ação fraudulenta.

Após todos os requisitos cumpridos o empreendimento poderá iniciar as suas atividades, de forma que o poder público possa controlar a atividade poluidora, assim administrando de forma efetiva o bem comum.

A Resolução CONAMA nº 237/97, artigo 18, III, “(...) fixa o prazo da licença de operação em um prazo mínimo 04 (quatro) e no máximo 10 (dez) anos, podendo ser renovada”.

3. DAS RESPONSABILIDADES

Na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, em seu artigo 3 que dispõe sobre as sanções penais e administrativas oriundas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, assim menciona:

As pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei, nos casos em que a infração seja cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade. Parágrafo único.

A responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, coautoras ou partícipes do mesmo fato.

Tendo em vista que pessoa jurídica e pessoa física são passíveis de sanções administrativas, criminal e administrativa, necessário esclarecer ainda que sucintamente cada uma destas.

3.1 RESPONSABILIDADE CIVIL

Após o reconhecimento de danos ambientais causados, visa-se reparar o dano provocado, justamente em função do seu comportamento que violou um dever legal (ato ilícito). De forma geral a responsabilidade civil, objetiva-se na reparação dos prejuízos causados, restabelecendo-se uma situação de equilíbrio.

A responsabilidade civil envolve o dano, o prejuízo, a um indivíduo ou mais indivíduos, no coletivo. Pode ser através da ação ou omissão, dolosa ou culposa, na qual gera a consequências e prejuízos. Sem o dano não há responsabilidade civil, pois o autor de um prejuízo tem a obrigação de repará-lo, quer em natura, quer em algo equivalente.

Na Lei nº 7.804/89, artigo 4º, § 2º “Em danos ambientais o poluidor é obrigado, independentemente da existência da culpa, a reparar e/ou indenizar os danos causados ao meio ambiente.” Sendo assim, toda ação danosa que cause prejuízos ao meio ambiente deverá ser reparada, mediante projeto de recomposição.

3.2 RESPONSABILIDADE ADMINISTRATIVA

No Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008, o art. 2º, define a infração administrativa ambiental como sendo: “A ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, proteção e recuperação do meio ambiente”.

O empreendimento que não tenha os licenciamentos em suas atividades são ilegais,

portanto, atividades que impactem no meio ambiente, pressupõe que a mesma está operando em desconformidade com as normas ambientais, e sua ausência será considerada como infração administrativa.

A responsabilidade administrativa ambiental, segundo Cabral, citado por Imperiano (2007, p.149):

É o resultado de prática de infração a normas administrativas sobre o meio ambiente, sujeitando os infratores a sofrer punições de natureza administrativa emanadas do Poder Público, que as imputa nos limites de sua competência, por meio do poder administrativo manifestado na forma do poder de polícia.

A aplicação de sanção administrativa deve ser precedida de processo administrativo, onde haverá contraditória e ampla defesa, para somente após apenar.

3.3 RESPONSABILIDADE CRIMINAL

As penas sob a ótica penal podem ser restritivas de direito, privativas de liberdade ou prestação de serviços para pessoas jurídicas que cometam crimes ambientais. A responsabilidade penal envolve, portanto, também um dano. De acordo com Stoco:

Quando atinge a paz social, embora atinja muitas vezes um só indivíduo. Mas a ação repressiva não tem por objetivo o dano causado ao particular, como tal, mas como integrante do grupo. Ela abrange uma área muito restrita, visto compreender apenas as pessoas físicas, os indivíduos, posto que as pessoas jurídicas – privadas ou públicas – não são passíveis de penação no âmbito criminal (2001, p.92).

O Dr. Rogério Marrone de Castro Sampaio (2002, p.70) sintetiza a responsabilidade criminal de forma clara e objetiva, quando afirma que: “a conduta humana (dolosa ou culposa) constitui fato definido por lei como crime ou contravenção. E este mesmo comportamento, por representar um desvalor

à sociedade, justifica a aplicação de uma sanção penal”. É possível reconhecer a responsabilidade penal da pessoa jurídica, desde que também se inclua na denúncia a pessoa física responsável pelo ato.

4 PERFIL DAS EMPRESAS DO MUNICÍPIO DE CANOINHAS – SC

O município de Canoinhas se localiza na região do planalto norte do estado de Santa Catarina, e apresenta uma grande diversidade étnica. Conforme dado apresentado no site na Prefeitura Municipal de Canoinhas – SC, acessado em 30 de setembro de 2014, o qual detalha sobre a história do município, como sendo:

O município foi roteiro de expedições no século XVIII e rota de tropeiros no século XIX; as primeiras etnias foram de paulistas, incluindo portugueses, espanhóis e caboclos. Depois de certo tempo a região ficou mais conhecida e após chegaram os alemães, poloneses, ucranianos e, posteriormente, sírio-libaneses e italianos.

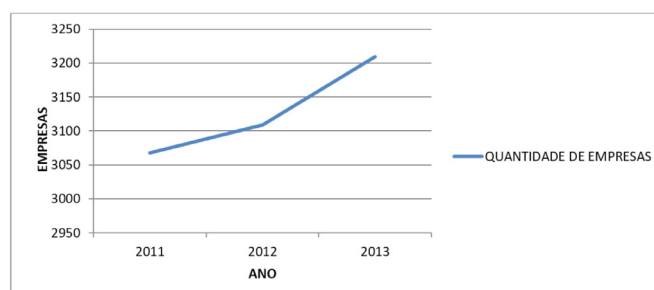
Do ponto de vista econômico, o município vem diversificando suas atividades, sendo no passado sua principal atividade baseada no extrativismo de madeira nativa da região e há algumas décadas o município vem alterando seu cenário, com mais empresas de comércio e atividades prestadoras de serviços, ainda com pouca diversificação de empresas de atividade industrial.

4.1 LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM CANOINHAS – SC

O município de Canoinhas – SC atualmente consta com 53.969 habitantes, segundo dado apresentado no site da Prefeitura Municipal, acessado no dia 30 de setembro de 2014. De acordo com o setor de Tributação e Meio Ambiente do município, observa-se que a quantidade de empresas

no município vem aumentando paulatinamente, nos anos de 2011, 2012 e 2013 com 3068, 3109 e 3209, respectivamente.

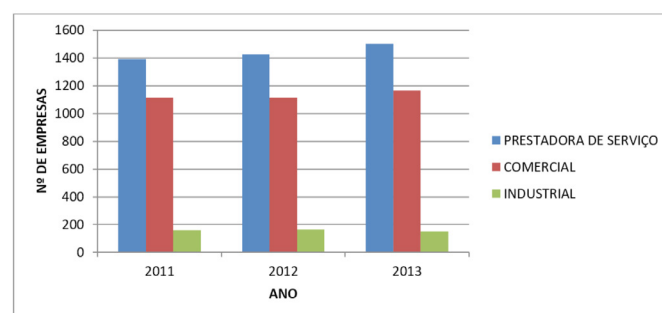
GRÁFICO 1 – Quantidade de empresas no município



FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE CANOINHAS – SC, 2014.

Dentre as empresas constituídas os setores que mais se destacam são as prestadoras de serviço, tendo em 2011, 1391 empresas, em 2012, 1425 empresas e 2013 1500 empresas. No setor comercial em 2011, 1.115 empresas, em 2012 1.112 empresas e em 2013, 1164 empresas. Com menor expressão tivemos o setor industrial em 2011, 160, em 2012 162 e em 2013 teve uma redução para 153 empresas, conforme se depreende do gráfico abaixo:

GRÁFICO 2 – Quantidade de empresas conforme atividade econômica

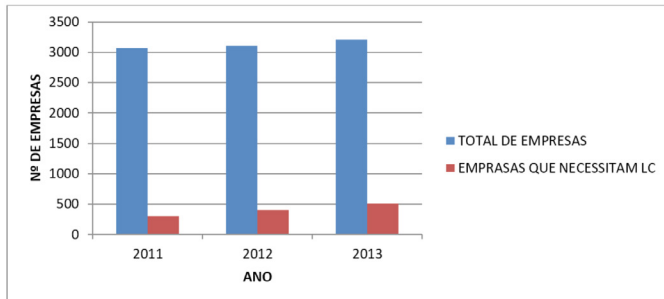


FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE CANOINHAS – SC, 2014.

Percebe-se que todas as atividades cresceram com exceção da indústria, que teve um declínio no último ano analisado. Por sua vez, dentre o total de empresas constituídas no período de 2011 a 2013,

que necessitaram de licenciamento ambiental foram 300, 400 e 510, respectivamente, conforme o gráfico a baixo:

GRÁFICO 3 – Relação total de empresas com as que necessitam de licenciamento ambiental.



FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE CANOINHAS – SC, 2014.

No total de empresas que necessitaram de licenciamento ambiental houve um aumento considerável, sendo em 2011 em 9,78%, 12,87% em 2012 e 15,89% em 2013 em relação ao total de empresas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da pesquisa realizada, pode-se observar a importância do licenciamento ambiental para a preservação do meio ambiente, bem como a responsabilidade que o administrador e a pessoa jurídica estão circunscritos, podendo responder por sanções sobre as ações realizadas que influenciam diretamente meio ambiente.

Durante este estudo, foi descrito o conceito de licenciamento ambiental, sua importância e finalidade, bem como os procedimentos para a liberação do empreendimento, verificando as licenças - prévia, de instalação e de operação. Importante ressaltar que as informações prestadas nas licenças devem ser corretas e representar a veracidade da atividade e também dos impactos, pois o contrário haverá a possibilidade da responsabilização pela participação por eventuais infrações ambientais, sendo elas civis, administrativas e criminais.

Oportuno frisar também, que com relação a atividades empresariais estas representaram pouca atividade industrial no período observado entre 2011 a 2013, demonstrando inclusive declínio no período, a saber: 160 em 2011 para 153 em 2013, o que resulta em menos impacto em função da redução das atividades.

Por outro lado, conforme dados apontados no trabalho, foi possível verificar que a economia do município é aquecida pelo setor comercial devido à quantidade de empresas neste setor. As atividades de prestação de serviço e as atividades de comércio, detiveram sensíveis aumentos no período, bem como as licenças ambientais assim ocorrera (300 em 2011 para 510 em 2013).

Durante a pesquisa de campo houve a busca de informações como a Prefeitura municipal de Canoinhas – SC, Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina – FATMA, Centro Empresarial de Canoinhas – CEC e Secretaria de Desenvolvimento Regional – SDR. Na coleta de dados não foi possível obter a informação do número de empresas por atividade, que necessitam de licenciamento ambiental. Contabilizou-se apenas o total de empresas no município e o total de empresas que necessitam de licenciamento ambiental. Conclui-se que estas instituições não realizaram a tabulação dos dados das empresas que necessitam licenciamento ambiental, portanto dificultando uma conclusão mais concreta das atividades empresariais vinculadas ao meio ambiente e seus impactos.

Infelizmente o que o trabalho não pode responder foi o número de licenças expedidas no período observado em função das atividades empresariais, e isso impede uma leitura fiel das atividades econômicas no município e os impactos ambientais. Outrossim, muito embora ausente de respostas precisas o trabalho proporcionou uma reflexão necessária e urgente para o município, no sentido de concentrar e coletar informações sobre o objeto em questão.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto Constitucional de 5 de outubro de 1988 com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nº 1q92 a 31/00 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nº 1 a 64/94. Brasília: Senado Federal, Secretaria Especial de Editoração e Publicações, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2001.
- _____. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1982**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- _____. **Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008**. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
- _____. **Lei n. 9605/98**, de 12 Fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- _____. **Lei 7804/89**, Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências
- CONAMA. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e estabelece critérios para o exercício da competência do licenciamento ambiental, e dá outras providências.
- IMPERIANO. BOISBAUDRAN O. **Direito e gestão ambiental. O que as empresas devem saber**. João Pessoa: Sal da Terra, 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno de Licenciamento Ambiental**. – Brasília: MMA, 2009.
- OLIVEIRA, Antônio Inagê de Assis. **O licenciamento ambiental**. São Paulo: Iglu, 1999.
- SAMPAIO, ROGÉRIO MARRONE DE CASTRO. **Direito civil: responsabilidade civil**, 3 ed. São Paulo: Atlas, 2003, 148 p.
- STOCO, Rui. **Tratado de Responsabilidade Civil: Responsabilidade Civil e sua Interpretação Doutrinária e Jurisprudencial**, 5 ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2001, 1853 p.



FLUOROSE ENDÊMICA NA AMÉRICA LATINA ENDEMIC FLUOROSIS IN LATIN AMERICA

Lia Silva de Castilho

Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais. liacastilho@ig.com.br

Efigênia Ferreira e Ferreira

Departamento de Odontologia Social e Preventiva da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais. efigenia@gmail.com

Leila Nunes Menegase Velásquez

Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais. menegase@yahoo.com.br

Lúcia Maria Fantinel

Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais. luciafantinel@gmail.com

Edson Perini

Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais.
edson@farmacia.ufmg.br

FLUOROSE ENDÊMICA NA AMÉRICA LATINA ENDEMIC FLUOROSIS IN LATIN AMERICA

RESUMO

A distribuição da fluorose endêmica na América Latina foi investigada e os diferentes efeitos sobre a saúde humana foram relacionados aos teores naturais de fluoretos acima de 1,5 mg/L na água de abastecimento, nível máximo de fluoretos preconizado pela OMS. Realizou-se uma busca nos bancos de dados Medline, Lilacs e BBO. A revisão da literatura buscou a complementação com dados geográficos, geológicos e hidrogeológicos. O México é o país mais afetado pelo problema. Os resultados demonstram que a fluorose dentária é a anomalia mais frequentemente descrita, embora existam trabalhos que estudam o osso afetado pelo flúor, efeitos no aparelho reprodutor masculino e efeitos na cognição humana. A captação de águas de fontes apropriadas é uma preocupação para as autoridades sanitárias, mas a restauração cosmética das lesões não é prioridade aparente para os serviços de saúde pública.

Palavras Chave: Envenenamento por flúor; toxicidade de fluoretos; Epidemiologia da Fluorose; Flúor.

ABSTRACT

The distribution of endemic fluorosis in Latin America was investigated and the different effects about the human healthy were correlated with the natural fluoride concentration higher than 1,5 mg/L in consumed water, maximum level of fluoride allowed by the WHO. We conducted a search in databases Medline, Lilacs, BBO. During the revision of the literature about the subject, the geological, geographic and hydrogeological data were

Revista Eletrônica Ambiente - Vol. 7 // ISSN: 1981-4127

investigated. Mexico is the country most affected by fluorosis. The results show that dental fluorosis is the most frequent anomaly described, although there are works that study the bone affected by Fluor, effects on the male reproductive system and effects on human cognition. The sanitary authority was worried to find an appropriated source of water supply, but the cosmetic restorations of severe lesions was not a priority of public health services.

Key-Words: Fluoride poisoning; fluorides toxicity; fluorosis epidemiology; fluorine

RESUMEN

Se investigó la distribución de la fluorosis endémica en América Latina y los diferentes efectos en la salud se relacionan con los niveles naturales de fluoruro superiores a 1,5 mg / L en el agua potable, nivel máximo recomendado por la OMS. Se realizó una búsqueda en Medline, Lilacs y BBO. La revisión de la literatura buscó la complementación con datos geográficos, geológicos e hidrogeológicos. México es el país más afectado por el problema. Los resultados demuestran que la fluorosis es la anomalía más a menudo se describe. Hay trabajos que estudian el hueso, efectos en el tracto reproductivo masculino y los efectos sobre la cognición humana. La captación de agua de fuente apropiada es una preocupación para las autoridades de salud. La restauración estética dental no es prioridad para los servicios de salud pública.

Palabras clave: Envenenamiento por flúor; toxicidad del fluoruro; Epidemiología de la fluorosis; fluor.

INTRODUÇÃO

A fluorose dentária é uma lesão de hipomineralização do esmalte causada pela ingestão contínua de doses elevadas de fluoretos durante a formação dentária na infância, podendo causar deformidades anatômicas e perda dos dentes em casos mais graves, causando constrangimentos para quem a possui. O seu tratamento odontológico é complexo e caro (FEJERSKOV *et al.*, 1994; WHO, 2008; CANGUSSU *et al.*, 2002).

A relação de causa e efeito entre fluoretos na água e a fluorose dentária estabeleceu-se na década de 30 (PAIVA *et al.*, 1993). Paralelamente, os clássicos estudos de Dean demonstraram que o fluoreto na água de abastecimento, até um limite, relaciona-se a uma menor prevalência de cárie dentária (ROJAS *et al.*, 2004). Esses estudos estabeleceram limites de concentração de fluoretos na água para consumo humano, variando em função do clima. Permite-se uma concentração máxima de 1,5 mg/L para a ocorrência natural de fluoretos e de 0,5 a 1,0 mg/L para a fluoretação artificial (WHO, 2006).

A fluorose esquelética também é descrita na literatura. As formas graves de fluorose dentária podem ser consideradas como uma indicação de possíveis problemas esqueléticos (LOYOLA-RODRIGUEZ *et al.*, 2000), principalmente nas populações que ingerem água com teores acima de 6,0 mg/L (WHO, 2006).

Em regiões com fluorose endêmica, a principal fonte de fluoretos costuma ser a água de abastecimento. Os fluoretos na água provêm da dissolução da fluorita presente nas rochas calcárias (FERREIRA *et al.*, 2010) ou da água contaminada por rochas vulcânicas, ricas em fluoretos (HURTADO-JIMENEZ e GARDEA-TORRESDEY, 2005).

Este estudo é uma revisão narrativa da literatura que descreve a prevalência dos agravos à saúde decorrentes da ingestão crônica dos

fluoretos em locais que são abastecidos por fontes de abastecimento que contêm naturalmente teores excessivos deste elemento (fluorose endêmica) na América Latina. Ele é um desdobramento de um projeto de pesquisa iniciado em 2002, que gerou várias teses, dissertações e um projeto de pesquisa com interface com a extensão universitária, premiado com o VII Prêmio Saúde da Editora Abril.

MÉTODO

Revisão narrativa baseada em busca nos bancos de dados Medline, Lilacs e Biblioteca Brasileira de Odontologia (de 1966 a 2014). Para esta busca empregou-se as palavras-chave **fluorosis**, **flúor**, **fluoride** e **fluoruros**, combinadas com os nomes de todos os países que compõem a América Latina. Os artigos em espanhol, inglês e português foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: localidades da América Latina, abastecidas com fontes de água com teores maiores do que 1,5 mg/L, concentração máxima permitida para a ocorrência natural de fluoretos na água de abastecimento pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e estudos de prevalência conduzidos a partir do consumo de água naturalmente contendo fluoreto acima desta concentração.

As informações a serem extraídas abrangeram dados sobre a prevalência de enfermidades relacionadas ao consumo de altos de teores de fluoretos nas águas de abastecimento, restauração das lesões dentárias e na resolução dos problemas de captação de águas de fontes alternativas. A descrição dos resultados foi realizada por país de ocorrência e região e apresentada por ordem alfabética.

RESULTADOS

Foram encontrados e incluídos 45 artigos: 29 oriundos do Medline, 13 do Lilacs e 3 da BBO,

com informações sobre pesquisas produzidas apenas na Argentina, no Brasil, no Chile, no México e na Venezuela. A distribuição geográfica pode ser consultada na Figura 1.

REVISÃO DA LITERATURA

Argentina

A concentração de flúor na água de abastecimento na Argentina varia entre 0,1 mg/L nas comunidades abastecidas pelos rios Paraná e Uruguai e 100mg/L, em alguns locais no sudoeste da província de Buenos Aires, sudeste de La Pampa e Santiago del Estero. Algumas populações recebem mistura de águas de diferentes poços, para que o conteúdo de flúor não supere 2,0 mg/L. Outras não possuem esse serviço podendo consumir quantidades superiores a este limite (SOTA *et al.*, 1997). A região de Puna Jujeña, Província de Jujuy, também possui poços com elevados teores de fluoretos (CARRERAS *et al.*, 2008).

Província de Córdoba

Sampacho

Na província de Córdoba, um levantamento epidemiológico realizado em Sampacho, em 1993, cujo nível de fluoretos na água de abastecimento era de 9,05 mg/L, detectou prevalência (índice de Dean) de fluorose de 52% na dentição decídua e 78% na dentição permanente em escolares de 6-7 anos e 12-13 anos (AZCURRA *et al.*, 1995).

Brasil

Estado de São Paulo

Icem

Entre 1962 e 1963, o município teve dois poços semi-artesianos abertos. Em 1977 detectou-se concentrações de fluoretos de 4,0 mg/L e 2,6mg/L. Observou-se que 45,6% das 449 crianças de 7 a 14 anos apresentavam grau muito leve, 18,9% leve e 19,3% moderado de fluorose (Índice de

Dean). Apenas 11,5% delas não possuíam fluorose (ALCAIDE e VERONEZI, 1979).

Pereira Barreto

Este município apresenta registros de fluorose endêmica desde 1970 (Vertuan *et al.*, 1970). Em 1999, um estudo sobre a autopercepção estética de escolares em relação à fluorose dentária observou que 22% das crianças avaliadas percebiam a anomalia, enquanto 70% relatavam apresentar problemas de relacionamento social decorrentes da fluorose dentária (SILVA *et al.*, 2001).

Estado de Santa Catarina

Urussanga, Distrito de Cocal

O estado de Santa Catarina concentra 40% das reservas brasileiras de fluorita (CANGUSSU *et al.*, 2002). A economia do distrito de Cocal baseia-se principalmente na extração desse mineral. Entre os anos de 1985 e 1988 passou-se a captar água em poços tubulares profundos, cujos teores de flúor variavam de 1,2 a 5,6 mg/L. Realizou-se um levantamento epidemiológico envolvendo crianças de 3 a 14 anos, sendo que 338 consumiam água do poço com altos teores. Dentre os expostos 87% apresentaram índice de Dean moderado e grave e observou-se fluorose na dentição decídua.

Atualmente, a água é captada de fontes apropriadas (CAPELLA *et al.*, 1989). Os índices de prevalência e incidência da cárie dentária foram significativamente mais baixos em relação aos apresentados por comunidades que não consumiam água fluoretada (CARCERERI, *et al.*, 1989).

As 384 famílias do local consideravam a fluorose como o pior problema que os afligia. Para 43,6% delas a água era a causa da fluorose. A maioria das pessoas acreditava que a fluorose prejudicava não só os dentes, como outras partes do corpo (71,4%) (PAIVA *et al.*, 1993).

Em Cocal, há relatos clínicos de sucesso na remoção com ácido hidrocloreídrico a 18% da

pigmentação marrom e branca das lesões dentárias (PAIXÃO *et al.*, 1993). Doze anos após o diagnóstico da endemia, aplicou-se um questionário a 120 jovens em tratamento odontológico da anomalia. Os resultados demonstraram que 42,9% da amostra desconhecia as causas do problema, 94,3% tratavam a fluorose gratuitamente, 20% relatavam ter deixado de fazer algo devido ao problema, 20% sentiram-se discriminados em algum momento de suas vidas e 34,3% acreditavam que as manchas causavam transtornos psicológicos, fragilidade dos dentes e comprometimento estético (GALATO *et al.*, 2002).

Estado do Rio Grande do Sul

Faxinal do Soturno e Campina das Missões

Em 1998, Faxinal do Soturno possuía o dobro da dose de fluoretos na água de abastecimento recomendada para a região (1,8mg/L). Ali, 46,78% das crianças examinadas apresentaram fluorose dentária (índice de Thylstrup e Fejerskov). Concluiu-se que a presença de flúor natural em concentrações duas vezes superiores provocou uma redução acentuada da prevalência da cárie dentária, mas recomendou-se uma vigilância desses teores em função do risco da fluorose (ELY e PRETO, 2000).

Santa Teresa

Neste município, existiam dois poços artesianos com teores de fluoretos acima de 1,6 mg/L. Em 2001, após exame de todos os escolares com idades entre 4 e 18 anos, constatou-se uma prevalência de fluorose dentária (Índice de Dean) de 63,7%, sendo que 7,7% apresentava grau moderado e 0,4% grave (TOASSI e ABEG, 2005).

Estado do Espírito Santo

Nova Venécia, Distrito Serra de Cima

Nesse distrito detectou-se uma variação muito grande entre os valores do teor de flúor natural em águas de abastecimento (0,4 a 7,1 ppm) e uma prevalência de 100% de fluorose entre os escolares examinados, notificada desde os anos 80.

A prevalência da fluorose (Índice TSIF) apresentou predominância do escore 2. O problema é encontrado inclusive entre idosos (CARVALHO *et al.*, 2011).

Estado de Minas Gerais

São Francisco

Na década de 70 iniciou-se uma sequência de abertura de poços tubulares profundos para melhorar o fornecimento de água para a zona rural. Casos de fluorose dentária endêmica foram descritos em 2002 com uma prevalência de 45,7% de TF > 5 nos distritos de Mocambo (3,2 mg/L), Novo Horizonte (3,9 mg/L), Vaqueta (3,0 mg/L), Barreiro dos Anjicos (2,2 mg/L) e Brejo dos Anjicos (2,6 mg/L) (8, 23, 24). A Prefeitura do Município, em conjunto com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), construiu uma rede de distribuição de água com captação em uma represa próxima. Os jovens acometidos pela fluorose grave relatam ser alvo de situações constrangedoras no convívio social, causadas principalmente pela pigmentação e fraturas dentárias (decorrentes do esmalte mais friável). Segundo eles, a impressão que causam no observador é de negligência com a própria higiene (CASTILHO *et al.*, 2009). Além disso, em Mocambo, a água da represa, por não ser tratada, apresenta-se barrenta em dias chuvosos e a população recusava-se a consumi-la. Até 2006, quando o poço foi lacrado, os moradores ainda se serviam da sua água, mesmo com a oferta alternativa da água captada na represa (CASTILHO *et al.*, 2010). Estudou-se a prevalência da cárie dentária com a prevalência e a gravidade da fluorose dentária endêmica entre os indivíduos afetados neste município. Observou-se que os valores do Índice de Dentes Cariados, Perdidos e Obturados (CPOD) com idades entre 10 e 12 anos demonstraram ser mais baixos do que aqueles encontrados no levantamento SB-Brasil de 2002/2003. Entretanto, detectou-se uma associação estatisticamente significativa entre as condições da cárie dentária e fluorose mais grave entre aqueles

com idades até 12 anos, sugerindo que a fluorose grave pode aumentar a susceptibilidade à cárie dentária (COSTA *et al.*, 2013). As equipes da Odontologia e Geologia realizaram uma abordagem educativa interdisciplinar nos distritos afetados pela fluorose endêmica no município de São Francisco (FANTINEL *et al.*, 2013).

Finalmente, Santa-Rosa *et al.*, (2014) aplicaram um questionário sobre impacto na qualidade de vida (OHIP 14) em 53 indivíduos que tiveram as lesões de fluorose grave restauradas com resinas compostas e/ou através da microabrasão. Os autores concluem que após a realização destes procedimentos restauradores estéticos, observou-se uma significativa melhora nos impactos psicossociais e funcionais das lesões de fluorose grave.

Verdelândia, Distrito de Amargoso

No município de Verdelândia, o distrito de Amargoso apresentou em 2005 um quadro de fluorose dentária com prevalência de 91,2% das crianças (Índice TF). A fluorose grave foi diagnosticada em 45,6% dos indivíduos examinados (FERREIRA *et al.*, 2010). Neste local, a água consumida possuía teores de 4,8 mg/L, e não se detectou o consumo significativo de flúor em outras fontes para gerar os índices de prevalência e agravo observados (FERREIRA *et al.*, 2010; ADELARIO *et al.*, 2010).

Estado da Paraíba

São João do Rio do Peixe

Em 1997, um estudo com crianças de 6 a 11 anos na zona rural da Paraíba investigou a relação entre nutrição e fluorose dentária. A pesquisa foi realizada em áreas com baixas, médias e altas concentrações de flúor (<0,7mg/L; 0,7mg/L a 1,0mg/L; >1,0mg/L, respectivamente). Nestas últimas localidades 71,4% das crianças examinadas apresentavam fluorose dentária. A gravidade da doença, variou no local de TF 1 a 3 nas áreas com

menor teor, e acima de TF 7 nos locais com médias e altas concentrações de fluoretos. A má nutrição foi um fenômeno independente da fluorose dentária (SAMPAIO *et al.*, 1999).

Em outro estudo realizado nesta localidade, de um total de 111 amostras examinadas de águas de abastecimentos oriundas de poços artesianos, 30% das amostras apresentavam valores superiores a 1,5 mg/L. O mapeamento da distribuição de fluoretos demonstrou que cerca de 2465 pessoas poderiam ser afetadas pela fluorose dentária e 1057 pela fluorose esquelética. Os teores de fluoretos variaram de 0,11 a 9,33 mg/L (SOUZA *et al.*, 2013).

Neste local, as crianças afetadas foram atendidas usando técnicas de microabrasão com ácido fosfórico a 37% e pedra pomes e clareamento caseiro com sucesso (CASTRO *et al.*, 2014).

Catole do Rocha

Neste município, 42 crianças foram examinadas em relação à fluoriúria. Estas crianças foram divididas em três grupos representando três distritos cujos teores de fluoretos na água variavam de 0,5 a 1,0; 1,0 a 1,5 e acima de 1,51 mg/L. Observou-se um aumento na fluoriúria de acordo com o flúor na água de abastecimento. Os indivíduos expostos a concentrações superiores a 1,5 mg/L apresentam teores de fluoretos na urina (592,3 a 623,6TgF/24 h) acima do nível considerado ótimo pela literatura (400 a 500TgF/24 h) (FORTE *et al.*, 2008).

Estado do Ceará Olho D'água

Na localidade de Olho d'Água, uma investigação de 1996 informava que o teor de fluoretos nas águas captadas em poço tubular variava em função dos níveis pluviométricos, permanecendo entre 2 e 3 mg/L. No local, 62,5%, das crianças de 6 a 12 anos examinadas apresentavam o índice TF maior que 3 (CORTES *et al.*, 1996).

Chile

Mamiña

Mamiña, localizada a 2.750 metros acima do nível do mar, apresentava uma concentração natural de fluoretos de 2,4 mg/L na década de 90. Um estudo longitudinal com 51 crianças entre 8 e 12 anos de idade, realizado para quantificar colônias de *S. mutans*, não confirmou a associação registrada na literatura na qual observa-se uma diminuição do número de colônias deste microrganismo e teores de flúor acima de 1,5 mg/L. A média do índice de Dean foi determinada em 2,33 (grau leve) (LINOSSIER *et al.*, 1999)

México

No México, maior produtor de fluorita do mundo, a exploração descontrolada de mananciais aquíferos tornou necessária a abertura de poços mais profundos, que apresentavam altos teores de flúor nas águas para consumo humano (LOYOLA-RODRIGUES *et al.*, 2000).

Nesse país estima-se que a fluorose dentária afete cerca de cinco milhões de pessoas (BARRIGA *et al.*, 1997), e que 14 milhões habitem áreas de risco (Rocha-Amador, 2007). Em 1990, a prevalência da fluorose dentária variava de 30% a 100% nas áreas com águas naturalmente fluoretadas (ROJAS *et al.*, 2004).

A determinação de áreas com excessivo consumo de flúor é problemática porque a água provém, em um mesmo município, de diferentes fontes. A altitude agrava o problema. No México, parte da população consome água engarrafada (que nem sempre têm um controle de qualidade confiável) (AZPEITIA-VALADEZ *et al.*, 2008) e é comum misturar água engarrafada com a água de abastecimento como uma tentativa de controlar o problema (ROJAS *et al.*, 2004).

Estado de San Luis Potosí

San Luis Potosí

A análise da água da cidade demonstrou

variação de 0 a 5,8 mg/L. Ali, 61% das fontes de água apresentaram teores de fluoreto entre 0,7-1,2 mg/L. O serviço responsável mistura a água de diferentes fontes buscando a sua diluição. Nas águas engarrafadas os níveis observados também foram altos, variando de 0,3 a 6,97 mg/L (média de 2,01 mg/L). Constatou-se uma prevalência de fluorose dentária de 98% (Índice de Dean) entre a população que consumia água com teores superiores a 2mg/L (GRIMALDO *et al.*, 1995).

Na dentição decídua de 100 crianças entre 3 e 6 anos residentes em áreas de risco demonstrou-se que a prevalência de fluorose (Dental Fluorosis for Primary Dentition Index—DFPDI) foi de 78% com casos moderados e graves (LOYOLA-RODRIGUEZ *et al.*, 2000).

Foram estudados os hormônios sexuais, a urina e o sêmen de 160 homens com idades entre 20 e 50 anos. Vinte e sete deles eram expostos ao consumo de água com teores de flúor de 2 a 13 mg/dia (média de 3mg/L na água) e os demais a doses de 3 a 27 mg/dia, pois trabalhavam em uma fábrica de ácido fluorídrico e de fluoreto de alumínio. Os resultados indicaram que a alta exposição aos fluoretos induz um efeito subclínico na reprodução humana, explicado pelo seu efeito tóxico nas células de Sertolli e nas gônadas (PEREZ *et al.*, 2003).

Dos 234 indivíduos de 8 a 10 anos examinados em uma área que consumia água com teor de 3,38 mg/L apenas 8% não apresentavam sinais clínicos de fluorose na dentição anterior e 10% apresentavam a fluorose acima do escore 4 do índice TF. Foi aplicada a versão em espanhol do Child Perceptions Questionnaires (CPQS-10ESP) a estas crianças. Observou-se que aqueles que mostraram maiores escores de gravidade de fluorose classificam sua saúde bucal como “razoável” ou “pobre” quando comparados com aqueles que mostraram menores escores no índice de fluorose. Para verificar o uso de água engarrafada entre a amostra, um subgrupo de pais (n=119) respondeu um questionário

adicional sobre as fontes de água empregadas para ingestão. Os resultados indicaram que 90,2% dos indivíduos consumiam água engarrafada. No caso da comunidade estudada, o consumo de água engarrafada reduziu o risco de fluorose dentária quando se compara a ingestão exclusiva de água proveniente da fonte de abastecimento. Apesar disto, o problema estava presente na maioria dos estudantes, embora 66% apresentava fluorose nas categorias mais leves (DIAS *et al.*, 2011).

Estado de Jalisco

Los Altos de Jalisco

Região localizada no cinturão vulcânico Trans-Mexicano, caracterizado por águas subterrâneas com temperaturas mais elevadas. Essas são as principais fontes de água potável e possuem elementos químicos potencialmente tóxicos, entre eles os fluoretos. A concentração de fluoretos em 105 poços de água potável foi determinada eletroquimicamente e estimou-se a dose de exposição e a ingestão total do elemento para bebês até 10 kg, crianças de até 20 kg e adultos. A concentração variou de 0,1 a 17,7 mg/L e 45% das amostras excederam o limite de potabilidade definido no México. Uma parte considerável da população estava exposta ao risco de fluorose dentária, óssea e maior ocorrência de fraturas. Recomendou-se que o governo mexicano alertasse a população para reduzir o tempo de fervura da água, fomentasse a comercialização de filtros para eliminação de fluoretos e outros elementos tóxicos e empreendesse vigilância para evitar o comércio de água engarrafada com teores de fluoretos acima de 0,7 mg/L e vigilância epidemiológica a cada 5 anos (HURTADO-JIMENEZ e GARDEA-TORRESDEY, 2005).

Estado de Durango

Durango

Empregando-se um sistema de informação

geográfica associado a dados ambientais, Durango foi dividido em quatro diferentes áreas de risco, categorizadas de acordo com a concentração de fluoretos na água. A média de fluoretos variou de 1,54 mg/L a 5,67 mg/L. O artigo chama a atenção para o fato de que mais de 95% da população estava exposta a níveis maiores do que 2,0 mg/L (ORTIZ *et al.*, 1998). Em um estudo mais recente na cidade de Durango, encontrou-se águas contendo teores de fluoretos que variaram entre 2,22mg/L a 7,23 mg/L, em 189 poços (MOLINA-FRENCHERO *et al.*, 2013).

Estado de Morelos

Neste estado existem localidades cujos teores de fluoretos nas águas de abastecimento chegam a 1,5 mg/L. Quando estas localidades são comparadas a localidades com 0,7 mg/L em relação à gravidade de fluorose, percebe-se que as formas mais graves de fluorose dentária ($TF \geq 4$) atingem 25,5% da população de escolares que habitam a zona rural deste estado, sendo a diferença estatisticamente significativa. A fluorose moderada e grave esteve associada a um maior índice de CPOD quando comparada a níveis mais baixos (GARCIA-PEREZ *et al.*, 2013).

Valle de Guadiana

Nessa região, de 74 poços examinados, apenas 12 apresentaram concentrações inferiores a 1,5mg/L. Um levantamento envolvendo escolares (6 -12 anos) e adolescentes e adultos (13-60 anos) demonstrou que 100% dos examinados possuíam fluorose dentária e 35% a forma grave (Índice de Dean). Uma relação linear entre fluorose dentária e fraturas ósseas foi encontrada tanto em crianças quanto em adolescentes e adultos (HERRERA *et al.*, 2001).

Estado de Durango e San Luis de Potosi

5 de Febrero (Durango) e Salitral (San Luis de Potosi)

Essas duas comunidades rurais mexicanas possuem níveis de concentração elevados de flúor e arsênico na água de abastecimento. Salitral possui concentrações de flúor de 5,3+0,9mg/L e 5 de Febrero de 9,4+0,9 mg/L. A urina de 132 crianças de 6 a 10 anos foi examinada para determinação dos teores de flúor e arsênico. A presença de altos teores de flúor na urina foi associada a baixos escores no Quociente de Inteligência. Os dados indicaram que o risco de baixo desenvolvimento do sistema nervoso central aumenta quando a má nutrição e a pobreza estão associadas ao consumo de água contaminada por esses elementos (ROCHA-AMADOR *et al.*, 2007).

Estado de Hidalgo

Determinou-se a prevalência da fluorose dentária em crianças de 10 a 12 anos, em uma localidade do estado, situada a 2066 m acima do nível do mar, apresentando 2,8 mg/L de fluoretos na água e clima temperado e seco. Foi demonstrado que 57% das crianças possuíam fluorose moderada e 19% apresentavam a forma grave (IRIGOYEN *et al.*, 1995).

Tula de Allende

Examinou-se 1538 escolares de 12 a 15 anos em relação à cárie e à fluorose dentária em seis locais do município. A temperatura média é de 17° C e três deles situam-se em altitudes superiores a 2040m do nível do mar. Os teores de fluoretos mais elevados na água de abastecimento foram observados em Tula Centro (1,42mg/L; prevalência de fluorose dentária de 81,9%, Índice TSIF), em El Lano (3,07 mg/L; prevalência de 94,7%) e em San Marcos (1,38 mg/L; prevalência de 89,8%). Os resultados revelaram que a gravidade da cárie dentária aumentava com a gravidade da fluorose. Postula-se que as lesões fluoróticas graves (prevalência de

20,6%) facilitam a formação de placa bacteriana e desenvolvimento de lesões cariosas (PONTIGO-LOYOLA *et al.*, 2008).

Estado de Guanajuato

Salamanca

Em Salamanca, análises realizadas para determinação do conteúdo de flúor nas águas de 18 poços e de águas engarrafadas mostrou que apresentavam média de 1,4 mg/L (+/-0,63) e de 1,75 mg/L (+/-0,38), respectivamente (GONZALEZ *et al.*, 1998). Um levantamento epidemiológico com 774 crianças de 5 a 15 anos encontrou uma prevalência de 100% de fluorose dentária (índice de Dean modificado) (BURGOS *et al.*, 1996).

Estado de Aguascalientes

Aguascalientes

Em 1999, uma avaliação demonstrou que dos 126 poços que abasteciam a cidade, 50 (39,7%) apresentavam variações de 1,5 a 4,5 mg/L e 03 (2,4%) apresentaram concentrações superiores a 4,5mg/L. Não existiam dados clínicos sobre a prevalência da fluorose na população (VAZQUEZ e PETRICIOLET, 2001).

Estado de Sonora

Hermosillo

Neste município, a fluorúria de 31 crianças de 8-9 anos de idade foi estudada em 1997. Essas crianças consumiam águas de três localidades com diferentes concentrações de fluoretos, e a ingestão foi estimada por meio do registro e medição do consumo de água e alimentos durante 24 horas. A urina foi coletada e medida no mesmo período. Na localidade com maior concentração de fluoretos (Bugambillas - 2,77 mg/L) a ingestão média foi de 5,41 mg/dia. Dos examinados, 32% apresentaram ingestão acima do recomendado e 60% deles residiam na área de Bugambillas. O consumo de água representou 63% da ingestão total (HARO *et*

al., 2001).

Venezuela

Estado de Vargas

Maiquetia

A cárie e a fluorose dentária foram investigadas entre crianças de 8 a 12 anos residentes em três locais com diferentes concentrações de fluoretos (entre 0,13 a 1,58 mg/L) em Maiquetia. No local de maior concentração de flúor a água

se originava de poço profundo, e apresentava uma prevalência de 41,5% de fluorose para a dentição permanente (índice de Dean). A concentração de fluoretos associou-se inversamente à prevalência de cárie na dentição permanente, e diretamente com a fluorose dentária. Estas relações não comprovaram-se na dentição decídua (MONTERO *et al.*, 2007).

Figura 1. Fluorose dentária na América Latina, 1970 a 2007



DISCUSSÃO

O crescimento do consumo de água, associado ao esgotamento de fontes superficiais, tem levado a busca de fontes alternativas de abastecimento para as necessidades humanas envolvendo aquíferos subterrâneos em diversas regiões. Isso aumenta o risco de captação de águas com altos teores de fluoretos, um fato grave para a saúde pública (LOYOLA-RODRIGUES *et al.*, 2000) que exige dos gestores públicos a adoção de protocolos de análises físico-químicas da água para evitar danos à saúde humana.

O México e o Brasil foram os países que mais contribuíram com estudos sobre a fluorose endêmica na América Latina. Os artigos mexicanos provêm de estudos descritivos em populações de crianças e adolescentes expostos (IRIGOYEN *et al.*, 1995; BURGOS *et al.*, 1996; GONZALES *et al.*, 1998; LOYOLA-RODRIGUES *et al.*, 2000; HERRERA *et al.*, 2001; HURTADO-JIMENEZ e GARDEA-TORRESDEY, 2005; ROCHA-AMADOR *et al.*, 2007; DIAS *et al.*, 2011) e abordam várias manifestações da fluorose endêmica. No Brasil, a partir da leitura de uma série de estudos transversais, o caso de Cocal exemplifica como uma população foi diagnosticada e tratada ao longo dos anos (CAPELLA *et al.*, 1989; CARCERERI *et al.*, 1989; PAIVA *et al.*, 1993; GALATO *et al.*, 2002). No município de São Francisco é possível observar esta sequência (CASTILHO *et al.*, 2009; CASTILHO *et al.*, 2010; COSTA *et al.*, 2013; SANTA-ROSA *et al.*, 2014) e também em São João do Rio do Peixe (SAMPAIO *et al.*, 1999; SOUZA *et al.*, 2013; CASTRO *et al.*, 2014).

Com exceção de alguns estudos desenvolvidos no Brasil (FORTE *et al.*, 2008), Chile (LIHOSSIER *et al.*, 1999) e no México (GRIMALDO *et al.*, 1995; HERRERA *et al.*, 2001; HARO *et al.*, 2003; PEREZ *et al.*, 2003; ROCHA-AMADOR *et al.*, 2007), a maioria das investigações aborda a fluorose dentária apenas.

Poucos são os registros da fluorose óssea e outros efeitos tóxicos relacionados ao flúor. A relação linear entre fluorose dentária e fraturas ósseas (HERRERA *et al.*, 2001) reforça a necessidade de ampliação do estudo toxicológico do flúor. Nesse sentido, o estudo desenvolvido em 5 de Febrero e Salitral (México) indica que abordagens mais complexas dos processos de exposição natural são necessárias, dado que o flúor pode não ser o único agente tóxico de interesse na região. No caso específico desse estudo, a hipótese de uma relação entre a exposição ao flúor e arsênico e o desenvolvimento cognitivo merece maior atenção da comunidade científica (ROCHA-AMADOR *et al.*, 2007).

O hábito de fervura da água para consumo doméstico, muito comum em diversas regiões, pode exacerbar a concentração do flúor (GRIMALDO *et al.*, 1995). Esse hábito, justificado por diversas razões de saúde, é um dado importante na avaliação da fluorose endêmica e merece maior atenção dos pesquisadores e autoridades sanitárias.

Tal como na revisão da literatura sobre a prevalência de fluorose dentária no México (ROJAS *et al.*, 2004), no presente estudo, também se verifica o emprego de vários índices de mensuração do problema, dificultando a comparação de resultados.

Poucos são os relatos sobre como os serviços de saúde procuraram restaurar as lesões de fluorose dentária da população, sobre o impacto psicossocial no cotidiano dos indivíduos e sobre a resolução do problema de captação de água própria para o consumo. A fluorose dentária grave, desde 1916, é correlacionada ao aparecimento de constrangimentos para quem as possui à medida que o portador das lesões passa da infância para a adolescência e idade adulta (BLACK e MCKEY, 1916). A importância do impacto das lesões causando problemas no relacionamento social dos indivíduos acometidos é um dos sinais de uma endemia com baixo poder de pressão na sociedade e muitas vezes invisível às instituições públicas de saúde (CASTILHO *et*

al., 2009; DIAS *et al.* 2011). O desconhecimento sobre as causas da fluorose dentária (PAIVA *et al.* 1993; GALATO *et al.* 2002; CASTILHO *et al.* 2010) dificulta a aceitação de fontes alternativas de abastecimento. A água contaminada não possui cor, sabor ou odor. Trocar a fonte de água sem oferecer tratamento à mesma, não resolve o problema. Se a água oferecida como alternativa, na percepção da comunidade, for pior do que a água com excesso de flúor (como nos casos onde a água fica barrenta por causa das chuvas), a população não aceita a troca. Ações voltadas para o empoderamento das populações afetadas são fundamentais na reivindicação de água de qualidade para todos e na formação de parcerias para a resolução do problema. É necessário, para tanto, que essas populações compreendam que a fluorose não é uma questão natural e inevitável (CASTILHO *et al.* 2010). É necessária a busca da “desnaturalização” da anomalia (RIBEIRO e GALIZONI, 2003), seja através da educação em saúde, seja através das restaurações das lesões.

A água cuja dosagem de flúor é calculada em função do clima, por instituições governamentais responsáveis pelo tratamento da água de abastecimento, possui inegáveis benefícios na progressão da cárie dentária (WHO, 2006; 2008). Estudos consultados relatam relação inversa entre fluorose e cárie dentária (CARCERERI *et al.*, 1989; ELY e PRETTO, 2000; MONTERO *et al.* 2007), mas esta relação parece ter um limite, já que artigos mais recentes demonstram que a fluorose grave pode predispor o indivíduo à cárie dentária (CORTES *et al.*, 1996; PONTIGO-LOYOLA *et al.*, 2008; COSTA *et al.*, 2013; GARCIA-PEREZ *et al.*, 2013). Concentrações mais baixas que o limite de potabilidade máximo de 1,5 mg/L nas águas naturalmente fluoretadas, proposto pela OMS e adotado por países como México (ROJAS *et al.*, 2004) e Brasil (BRASIL, 2005) apresentam este efeito protetor sem a inconveniência da fluorose.

Em localidades com teores próximos a este limite o problema se manifesta de forma preocupante: Santa Tereza com 1,6 mg/L apresenta 0,4% dos examinados com fluorose grave e 7,7% com fluorose moderada (TOASSI e ABEG, 2005), São João do Rio do Peixe em locais com teores acima de 1 mg/L com variação máxima na prevalência de fluorose –TF7 (SAMPAIO *et al.*, 1999) e Maiquetia apresentando variação máxima de 1,58 mg/L e 41,5% dos examinados com fluorose dentária (MONTERO *et al.*, 2007).

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Observou-se grande variação metodológica e na qualidade técnica dos artigos. Nem todos os textos apresentam as prevalências, calibração de pesquisadores, cálculo amostral e a avaliação da gravidade das alterações encontradas. Poucos apontam as possibilidades de solução do problema. Mesmo assim, os estudos revelam que a fluorose endêmica é amplamente distribuída na região da América Latina, é um preocupante problema ambiental e atinge, em alguns locais, níveis altos de prevalência e consequências clínicas preocupantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCAIDE, A.L.; VERONEZI, O. **Prevalência de fluorose dental na cidade de Icem.** *Rev Assoc Paul Cir Dent.*, São Paulo, v. 33, p.90-95, 1979.
- ADELÁRIO, A.K.; VILAS-NOVAS, L.F.; CASTILHO, L.S.; VARGAS, A.M.D.; FERREIRA, E.F.; ABREU, M.H.N.G. **Accuracy of the Simplified Thylstrup & Fejerskov Index in Rural Communities with Endemic Fluorosis.** *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Basel, v.7, n.3, p. 927-937, 2010.
- AZCURRA, A.I.; BATTELINO, L.J.; CALAMARI, S.E.; CATONI, S.T.D.; KREMER, M.; LAMBERGHINI, F.C. **Estado de salud bucodental de escolares residentes em localidades abastecidas com água de consumo humano de muy alto y muy bajo contenido de fluoruros.** *Rev Saúde Pública*, São Paulo, v.29, n.5, p.364-375, 1995.
- AZPEITIA-VALADEZ MDE L; RODRÍGUEZ-FRAUSTO M; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ. **Prevalência de fluorosis dental en escolares de 6 a 15 anos de edad.** *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.*, v.46, p.67-72, 2008.
- BARRIGA, D.F.; QUEZADA, N.A.; GRIJALVA, M.; GRIMALDO, M.; RODRIGUEZ, L.; ORTIZ, D. **Endemic fluorosis in México.** *Fluoride*, Aukland, v.30, n.4, p.233-239, 1997.
- BLACK, G.V.; MCKAY, F. **Mottled teeth: an endemic developmental imperfection of the enamel of the teeth heretofore unknown in the literature of dentistry.** *Dental Cosmos*, v. 58, p.129-156, 1916.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de **Vigilância em Saúde.** Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/arquivo/portaria_518_2004.pdf> Acesso em: 18/06/2009.
- BURGOS, M.G.O.; GACIDUEÑAS, D.V.; CASTRO, J.W. **Fluorosis dental de la populacion escolar de Salamanca, Guanajuato.** *Rev ADM*, Mexico, v. 53, p.289-294, 1996.
- CANGUSSU, M.C.T.; NARVAI, P.C.; FERNANDEZ, R.C.; DJEHIZIAN, V. **A fluorose dentária no Brasil: uma revisão crítica.** *Cad Saude Publica*, Rio de Janeiro, v. 18, n.1, p.7-15, 2002.
- CAPELLA, L.F.; CARCERERI, D.L.; PAIVA, S.M.; ROSSO, R.A.; PAIXÃO, R.F.; SALTORI, E.K. **Ocorrência de fluorose dentária endêmica.** *RGO*, Porto Alegre, v.37, n.5, p.371-375, 1989.
- CARCERERI, D.L.; PAIVA S.M.; CAPELLA, L.F.; ROSSO, R.A.; PAIXÃO, R.F.; SALTORI, E.K.; FREITAS, A.R.R.; ZENKER, J.E.A.; BARROS FILHO, M. **Prevalência da cárie dentária em área de fluorose endêmica.** *RGO*, Porto Alegre, v. 37, n.6, p.416-8, 1989.
- CARRERAS, A.N.M.; FARÍAS, S.S.; BIANCO, G.; MITRE, B.M.G. **Determinación de fluoruro en aguas de Rinconadillas** (Provincia de Jujuy). *Acta toxicol. Argent.*, Buenos Aires, v. 16, n.1, p. 14-20, 2008.
- CARVALHO, R.B.; MEDEIROS, U.V.; SANTOS, K.T.; PACHECO FILHO, A.C. **Influência de diferentes concentrações de flúor na água em**

- indicadores epidemiológicos de saúde/doença bucal.** *Ciênc. Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.16, n.8, p.3509-3518, 2011.
- CASTILHO, L.S.; FERREIRA, E.F.; PERINI, E. **Perceptions of adolescents and young people regarding endemic dental fluorosis in a rural area of Brazil: psychosocial suffering.** *Health and Social Care in the Community*, Manchester, v. 17, n.6, p. 557–563, 2009.
- CASTILHO, L.S.; FERREIRA, E.F.; VELÁSQUEZ, L.N.; FANTINEL, L.M.; PERINI E. **Beliefs and attitudes about endemic dental fluorosis among adolescents in rural Brazil.** *Rev Saúde Pública*, v.44, n.2, p. 261- 266, 2010.
- CASTRO, K.S., FERREIRA, A.C.A., DUARTE, R.M., SAMPAIO, F.C., MEIRELES, S.S. **Acceptability, efficacy and safety of two treatment protocols for dental fluorosis: A randomized clinical trial.** *Journal of Dentistry*, v.42, p.938-944, 2014.
- COSTA, S.M. ABREU, M.H.N.G., VARGAS, A.M.D., VASCONCELOS, M., FERREIRA, E.F., CASTILHO, L.S. **Dental caries and endemic dental fluorosis in rural communities**, Minas Gerais, Brazil. *Rev Bras Epidemiol.*, v.16, n.4, p. 1021-8, 2013
- CORTES, D.F.; ELLWOOD, R.P.; O' MULLANE, D.; BASTOS, J.R.M. **Drinking water fluoride levels, dental fluorosis and caries experience in Brazil.** *J Public Health Dent.*, Springfield, v.56, n.4, p.226-8, 1996.
- DÍAS, F.C.A.; CAMACHO, M.E.I.; YAÑES, S.A.B. **Oral-health-related quality of life in schoolchildren in an endemic fluorosis area of Mexico.** *Qual Life Res*, Bethesda, v.20, p.1699–1706, 2011.
- ELY, H.C.; PRETTO, S.M. **Fluorose e cárie dentária: estudo epidemiológico em cidades do Rio Grande do Sul com diferentes níveis de flúor nas águas de abastecimento.** *Rev Odonto Ciência*, Porto Alegre, v.31, p.143-173, 2000.
- FANTINEL, L.M., VELÁSQUEZ, L.N.M., FERREIRA, E.F., CASTILHO, L.S. **Educação ambiental em uma comunidade acometida pela fluorose grave: uma abordagem interdisciplinar entre a geologia e odontologia.** *Extramuros-Revista de Extensão da UNIVASF*, v. 1, p. 170-183, 2013.
- FEJERSKOV, O.; BAELUM, V.; MANJI, F.; MOLLER, J.J. **Fluorose dentária: um manual para profissionais de saúde.** São Paulo: Santos, 1994.
- FERREIRA, E.F.; VARGAS, A.M.D.; CASTILHO, L.S.; VELÁSQUEZ, L.N.M.; FANTINEL, L.M.; ABREU, M.H.N.G. **Factors Associated to Endemic Dental Fluorosis in Brazilian Rural Communities.** *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Basel, v.7, n.8, p. 3115-3128, 2010.
- FORTE, F.D.S.; MOIMAZ, S.A.S.; SAMPAIO, F.C. **Urinary Fluoride Excretion in Children Exposed to Fluoride Toothpaste and to Different Water Fluoride Levels in a Tropical Area of Brazil.** *Braz Dent J.*, São Paulo, v.19, n.3, p.214-218, 2008.
- GALATO, G.; MACHADO, M.F.; FEUSER, L. **A percepção dos portadores de fluorose dentária no município de Cocal do Sul, 12 anos após o diagnóstico.** *Arquivos em Odontologia*, Belo Horizonte, v.38, n.4, p.269-277, 2002.

- GARCIA-PEREZ, A., IRIGOYEN-CAMACHO, M.E., BORGES-YÁÑES, A. **Fluorosis and dental caries in Mexican schoolchildren residing in areas with different water fluoride concentrations and receiving fluoridated salt.** *Caries Research*, v.47, n.4, p.299-308, 2013.
- GONZÁLEZ, M.E.C.; BURGOS, J.J.O.; OVALLE, J.W. **Concentración de flúor de ppm de los pozos de agua potable y agua embotelladas de la ciudad de Salamanca, Guanajuato.** *Rev ADM.*, Mexico, v.55, p.18-20,1998.
- GRIMALDO, M.; ABURTO, V.H.; RAMIREZ, A.L.; PONCE, M.; ROSAS, M.; BARRIGA, F.D. **Endemic fluorosis in San Luis de Potosi, México.** *Environmental Research*, Baltimore, v.68, p.25-30, 1995.
- HARO, M.I.G.; LEYVA, M.E.; ALVAREZ, A.L. **Ingestión y excreción de fluoruros en niños de Hermosillo, Sonora, Mexico.** *Salud Publica de Mexico*, Cuernavaca, v. 43, p.127-134, 2001.
- HERRERA, M.T.A.; DOMINGUEZ, I.R.M.; VAZQUEZ, R.T.; DOZAL, S.R. **Well water fluoride, dental fluorosis and bone fractures in the Guadiana Valley of Mexico.** *Fluoride* Aukland, v. 34, p.139-149, 2001.
- HURTADO-JIMÉNEZ, R.; GARDEA-TORRESDEY, J. **Estimación de la exposición a fluoruros em Los Altos de Jalisco, México.** *Salud Publica de México*, Cuernavaca, v.47, n.1, p.58-63, 2005.
- IRIGOYEN, D.E.; MOLINA, N.; LUENGA, S.I. **Prevalence and severity of dental fluorosis in a Mexican Community with above-optimal fluoride concentration in drinking water.** *Community Dent Oral Epidemiol.*, Adelaide, v.23, p.243-245, 1995.
- LINOSSIER AG, CARVAJAL PP, DONOSO EA, ORREGO MN. **Fluorosis dental: recuento de Streptococcus mutans em escolares provenienete de la Primera Region de Chile.** Estudio longitudinal. *Rev. Méd. Chile*, Santiago, v.127, n.12, p.1462-1468, 1999.
- LOYOLA-RODRIGUEZ, J.P.; POZAS-GUILLEN, A.J.; HERNANDEZ-GUERRERO, J.C.; HERNANDEZ-SIERRA, J.F. **Fluorosis in dentición temporal en area con hidrofluorosis endémica.** *Salud Publica Mex.*, Cuernavaca, v.42, n.3, p.194-200, 2000.
- MOLINA-FRENCHERO, N., SANCHEZ-PEREZ, L., CASTAÑEDA CASTANEIRAE., OROPEZA- OROPEZA, A., GAONA, E., SALAS-PACHECO, J., BOLOGNA-MOLINA R. **Drinking water fluoride levels for a city in northern Mexico (Durango) determined using a direct eletrochemical method and their potential effects on oral health.** *The Scientific World Journal*, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/186392>
- MONTERO M, ROJAS-SANCHEZ F, SOCORRO M, TORRES J, ACEVEDO AM. **Dental caries and fluorosis in children consuming water with different fluoride concentrations in Maiquetia, Vargas State, Venezuela.** *Invest Clin.*, Caracas, v. 48, n.1, p.5-19, 2007.
- ORTIZ, D.; CASTRO, L.; TURRUBIARTES, F.; MILAN, J.; BARRIGA, F.D. **Assessment of the exposure to fluoride from drinking water in Durango, México, using a Geographic Information System.** *Fluoride*, Aukland, v.31, p.183-187, 1998.
- PAIVA, S.M.; PAIXÃO, R.F.; CAPELLA, L.F.;

CARCERERI, D.L.; ROSSO, R.A.; FREITAS ARR, BARROS FILHO M A. **A fluorose dentária: Sob o ponto de vista de uma comunidade atingida.** *RGO*, Porto Alegre, v. 41, n.1, p.57-58, 1993.

PAIXÃO, R.F.; CARCERERI, D.L.; PAIVA, S.M.; SILVA, R.H.H. **Remoção das manchas de fluorose: avaliação da técnica preconizada por McCloskey.** *RGO*, Porto Alegre, v.41, p.312-314, 1993.

ROJAS, A.E.; CIRETT, J.L.U.; MIER, E.A.M. **A review of the prevalence of dental fluorosis in México.** *Rev Panamerica de Salud*, Washington, v.15, n.1, p. 9-18, 2004.

PEREZ, D.O.; MARTINEZ, M.R.; MARTINEZ, F.; ABURTO, H.B.; CASTELO, J.; GRIMALDO, J.I.; et al. **Fluoride induced disruption of reproductives hormones in men.** *Environmental Research*, Baltimore, v. 93, p.20-30, 2003.

PONTIGO-LOYOLA, A.P.; ISLAS-MÁRQUEZ, A.; LOYOLA-RODRÍGUEZ, J.P.; MAUPOME, G.; MARQUEZ-CORONA, M.L.; MEDINA-SOLIS, C.E. **Dental fluorosis in 12- and 15 year-olds at high altitudes in above-optimal fluoridated communities in Mexico.** *J Public Health Dent.*, Springfield, v. 68, n.3, p.163-166, 2008.

RIBEIRO, E.M., GALIZONI, F.M., **Água, população rural e políticas de gestão. O caso do Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais.** *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v.5, n.2, p.146-149, jul/dez, 2003.

ROCHA-AMADOR, D.; NAVARO, M.E.; CARRIZALES, L.; MORALES, R.; CALDERON, J. **Decreasead intelligence in children and**

exposure to fluoride and arsenic in drinking water. *Cad Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 23(suppl 4), p. 579-587, 2007

SAMPAIO, F.C.; VAN DER FEHR, F.R.; ARNEBERG P. **Dental fluorosis and nutritional status of 6-to-11 year –old children living in rural areas of Paraíba, Brasil.** *Caries Res.*, London, v. 33, n.1, p.66-73, 1999.

SANTA-ROSA, T.T. A., FERREIRA, R.C., DRUMMOND, A.M.A., MAGALHÃES, C.S., VARGAS, A.M.D., FERREIRA, E.F. **Impact of aesthetic restorative treatment on anterior teeth with fluorosis among residents of an endemic area in Brazil: intervention study.** *BMC Oral Health*, v. 14:52, 2014, <http://www.biomedcentral.com/1472-6831/14/52>

SILVA, P.S.B.; ARCIERI, R.M.; MOIMAZ, S.A.S.; TANAKA, H. **Autopercepção de fluorose em escolares de 11 e 12 anos: Pereira Barreto,** São Paulo, 1999. *Revista Paulista de Odontologia*, São Paulo, v. 23, p.26-28, 2001.

SOUZA, C.F.M.; LIMA JÚNIOR, J.F.; ADRIANO, M.P.S.F.; CARVALHO, F.G.; FORTE, F.D.S., OLIVEIRA R.F.; SILVA, A.P.; SAMPAIO, F.C. **Assessment of groundwater quality in a region of endemic fluorosis in the northeast of Brazil.** *Environ Monit Assess.*, v. 185, p.4735–4743, 2013.

SOTA, M.; PUCHE, R.; RIGALLI, A.; FERNÁNDEZ, L.M.; BENASSATI, S.; BOLAND, R. **Modificaciones en la masa osea en la homeostasis de la glucosa en residentes de la zona de Bahia Blanca con alta ingesta espontanea de fluor.** *Medicina*, Buenos Aires, v. 57, p.417-420, 1997.

TOASSI, R.F.C.; ABEGG, C. **Fluorose dentária**

em escolares de um município da serra gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cadernos em Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 21, n.2, p.652-655, 2005.

VASQUEZ, R.T.; PETRICIOLET, A.B.

Exposición a fluoruros del agua potable en la ciudad de Aguascalientes, Mexico. *Rev Panam Salud Publica*, Washington, v. 10, p.108-113, 2001.

VERTUAN, V.; MIRANDA, V.C.; DE TOLEDO, A.O. **Prevalência de fluorose dental em escolares da cidade de Pereira Barreto São Paulo, Brasil.** *Rev. Fac Farm Odontol Araraquara*, Araraquara, v. 4, p. 237-47, 1970.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Water sanitation and health, 2006.** Disponível em: www.who.int/water_sanitation_health/diseases/fluorosis/en Acesso em: 12/09/2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Guidelines for drinking water quality, 2008.**

Disponível em: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf

Acesso em: 27/05/2008.



VANTAGENS DA CICLODEXTRINA FIXADA NA POLIAMIDA 6 ADVANTAGES OF THE FIXED CYCLODEXTRIN POLYAMIDE 6

Nilton Cesar Pasquini

Químico Industrial, MBA em Engenharia e Gestão da Qualidade , MBA em Gestão de Pessoas.

VANTAGENS DA CICLODEXTRINA FIXADA NA POLIAMIDA 6

ADVANTAGES OF THE FIXED CYCLODEXTRIN POLYAMIDE 6

RESUMO

ABSTRACT

A poliamida 6 é muito utilizada na área têxtil, mas oferece algumas desvantagens como resistência limitada a soluções diluídas de ácidos e limite de temperatura de trabalho. Além disso, requer um cuidado para o seu processamento, tendência à oxidação a temperaturas elevadas. Para melhorar seu processo nas tinturarias fixou-se metil- β -ciclodextrina (M/CD) e 2-hidroxipropil- β -ciclodextrina (HP/CD) na poliamida e realizou-se os seguintes testes: quantificação, recarga da poliamida, estabilidade, absorção de água, solidez, teste de pilling, rendimento colorístico do corante e teste de gota. As CDs são uma nova classe de produtos auxiliares para a indústria têxtil, podendo ser utilizado nos processos de lavagem, tingimento e acabamento. Os testes mostraram que a união da poliamida 6 e ciclodextrina beneficiou o produto final (malha para roupas) referente a maciez, estrias e quebradura.

Palavras-chave: ciclodextrina, complexo de inclusão, fibra têxtil, poliamida

Polyamide 6 is widely used in textiles, but offers some disadvantages such as limited resistance to dilute solutions of acids and limit temperature. Furthermore, it requires careful processing, tendency to oxidation at elevated temperatures. To improve its dyeing process in the fixed methyl- β -cyclodextrin (M/CD) and 2-hydroxypropyl- β -cyclodextrin (HP/CD) in the polyamide and performed the following tests: quantification of the polyamide charging stability; water absorption, fastness, pilling test, yield coloristic dye and drop test. The CD is a new class of auxiliary products for textile industry and can be applied in the process of washing, dyeing and finishing. Tests showed that union of polyamide 6 and cyclodextrin benefited the final product (fabric for clothes) softens, stretch marks and breakage.

KEYWORDS: cyclodextrin, inclusion complex, textile fibers, polyamide

INTRODUÇÃO

A poliamida (PA) 6.6 é produzida por reação de condensação de uma mistura equimolar entre o ácido adípico e a amina hexametileno diamina, que forma uma ligação amida transformando-se assim no monômero de polimerização da poliamida 6.6. Este polímero possui dois radicais amidas nas posições do carbono do monômero 1 e 6. A poliamida 6 é produzida utilizando-se outra forma de síntese de reação de condensação e outro monômero que é aminocaprolactona (Figura 1).

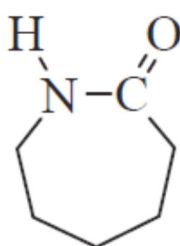


Figura 1. Estrutura da Caprolactoma. Fonte: autor

Esta poliamida sintetizada por esta reação apresenta somente um radical amida na posição 6 do monômero. A diferença das sínteses e quantidades de radicais amidas atribui qualidades diferentes, seja físicas, químicas e biológicas entre as poliamidas 6.6 e 6, dentre as mais importantes estão a força tênsil, elasticidade e biodegradação. As vantagens da poliamida 6.6 em relação a poliamida 6 são: A poliamida 6 é produzida pela polimerização do monômero caprolactama (Figura 1). A poliamida 6.6 é produzida pela reação de hexametilenodiamina e ácido adípico. Poliamida 6 (Figura 2) possui algumas desvantagens ao utiliza-la na área têxtil, como por exemplo: limite de temperatura de trabalho, resistência limitada a soluções diluídas de ácidos e alguns hidrocarbonetos clorados. Além disso, requer um cuidado para o seu processamento devia à tendência à oxidação a temperaturas elevadas, pois alguns processos de termofixação exige que o tecido malha passe pela máquina chamada rama à 200°C com velocidade de 15 m/min., fato que pode proporcionar a malha toque áspero. O tecido

malha necessita ser estabilizada/fixada na máquina rama para não deformar a peça confeccionada, para isto necessita de aproximadamente 190°C na rama, temperatura que prejudica a PA 6 e não a PA 6.6 (Figura 3) na qual apresenta mais brilho e maleabilidade.

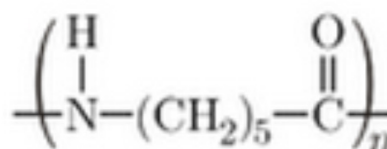


Figura 2. Estrutura molecular da PA 6. Fonte: autor

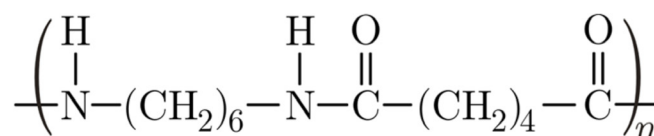


Figura 3. Estrutura da PA 6.6. Fonte: autor

Tecido malha possui como característica fundamental amarração por laçada. É composta de carreira e coluna, onde a sucessão de laçadas no sentido da largura do tecido é chamado de carreira, a série de laçadas no sentido do comprimento do tecido (Figura 4), a maioria dos tecidos malha tem em sua estrutura elastano. O tecido plano, exemplo: camisaria, jeans, brim possuem estrutura de entrelaçamento de fios de urdume e trama, onde trama são fios arranjados na direção transversal (largura) e urdume impetratos na direção longitudinal (comprimento) (Figura 5).

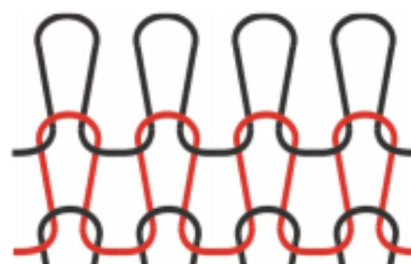


Figura 4. Tecido malha. Fonte: autor

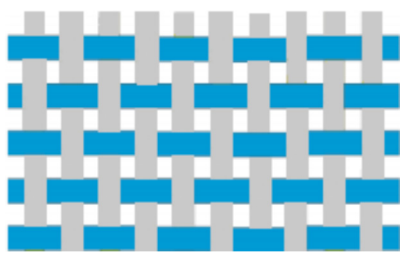


Figura 5. Tecido Plano Fonte: autor

Ciclodextrinas

Segundo Li e Purdy (1992), as CDs foram descobertas por Villiers em 1891, a partir da digestão do amido com *Bacillus amylobacter*, obtendo cerca de 3 g de uma substância cristalina, a qual denominou “celulosina”, por suas características semelhantes à celulose no que diz respeito à resistência à hidrólise ácida e porque não apresentava propriedades de redução. Villiers determinou que a composição desta substância deveria ser $(C_6H_{10}O_5)_{2,3} \cdot H_2O$ e na forma cristalina ainda pôde observar que havia duas distintas “celulosinas” formadas provavelmente de a e b-CDs.

A estrutura das CDs (Figura 5) é constituída por uma superfície externa hidrofílica e uma cavidade interna hidrofóbica que irá permitir, não só a formação de complexos de inclusão hidrossolúveis (ANDREUS *et al.*, 2010), as substâncias complexadas mostram alterações, por exemplo, em termos de reatividade e de solubilidade, permitindo este tipo de encapsulação fixar substâncias voláteis, proteger substâncias da degradação, nomeadamente por micro-organismos, modelar a libertação de compostos, etc. (VENTURRINI *et al.*, 2008).

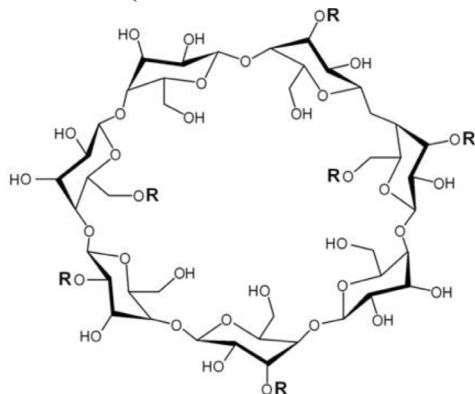


Figura 5. Estrutura química da β-Ciclodextrina (Adaptado de Szejtli, 1994).

A 2-hidroxipropil-betaciclodextrina (HP/CD), contém sete unidades de a-D-glicopiranosídeos associadas por ligações 1-4, semelhantes às encontradas no amido, do qual se origina após conversão enzimática. As estruturas das demais ciclodextrinas de uso comercial – alfa e gama-ciclodextrinas – diferenciam-se pelo tamanho dos ciclos: seis e oito unidades carboídricas, respectivamente (NOTHENBERG, 2009).

Têxtil e ciclodextrina

As CDs podem ser consideradas como uma nova classe de produtos auxiliares para a indústria têxtil, encontrando aplicações nos processos de lavagem, tingimento e acabamento (BUSCHMAN *et al.*, 1998). A introdução de novos auxiliares torna-se viável quando estes obedecem a determinados requisitos, tais como serem utilizados em baixas concentrações, serem biodegradáveis e não afetarem a qualidade dos efluentes têxteis (ANDREUS *et al.*, 2010).

As ciclodextrinas podem ser usadas como surfactantes em processos de lavagem para a remoção de agentes ativos retidos na superfície da fibra e podem também formar complexos em solução aquosa com os corantes usados no processo de tingimento, que por lavagem posterior removem o corante não fixado na fibra (CIRELI *et al.*, 2006).

Outros exemplos surgem nos acabamentos têxteis, por exemplo, formar um complexo entre ciclodextrina e o produto químico. A ciclodextrina fisicamente fixada permite a remoção fácil do suor ou da degradação dos produtos prevenindo a penetração do produto para o interior da fibra (POULAKIS *et al.*, 2002; SÁ, 2008).

Usando derivados de ciclodextrina capazes de reagir com as fibras é possível funcionalizar de forma “permanente” a superfície dos materiais adicionando-lhes as propriedades da ciclodextrina (SÁ, 2008).

Ghoul *et al.* (2007) utilizando como agente de

reticulação o ácido cítrico, estudaram o acabamento da poliamida com ciclodextrinas, as fibras de poliamida apresentou aumento da hidrofiliidade. Em outro estudo Ghoul *et al.* (2008) determinaram que o copolímero aderido a poliamida adsorveu o antibiótico ciprofloxacina.

Atualmente ha no mercado encapsulado em 2-hidroxipropil- β -ciclodextrina (HP/CD) indometacina (Indocid[®]) antiinflamatório, itraconazol (Sporanox[®] liquido) antifúngico e mitomicina (MitoExtra[®]) antineoplásico, assim poderá produzir roupas bioativas.

O trabalho tem por objetivo fixar ciclodextrina metil- β -ciclodextrina (M/CD) e 2-hidroxipropil- β -ciclodextrina (HP/CD) tecido malha composta somente de poliamida 6.

Metodologia

Utilizou-se tecido malha de poliamida 6.0 100%, ciclodextrina metil- β -ciclodextrina (M/CD) (Figura 6) e 2-hidroxipropil- β -ciclodextrina (HP/CD) (Figura 6 e 7), detergente molhante, catalisador à

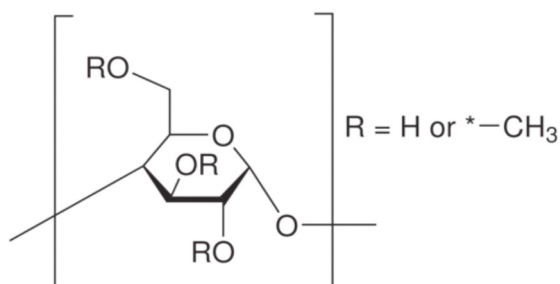


Figura 5. Estrutura química da metil- β -ciclodextrina (M/CD) (adaptado de Sá, 2008)

As amostras foram lavadas em detergente 2g/L por 15 minutos à temperatura de 70°C, para retirar óleos e impurezas, em seguida lavadas com água à temperatura de 50°C por 5 minutos e secas em rama. Preparou-se quatro soluções com diferentes concentrações conforme a Tabela 1, abaixo.

Solução	Catalisador (ml)	Detergente	HP/CD (g)	M/CD (g)	Volume final com água industrial
1	40	2,5	4,001		2000
2	80	5	8,004		
3	40	2,5		4,003	
4	80	5		8,005	

Tabela 1. Formulação das soluções.

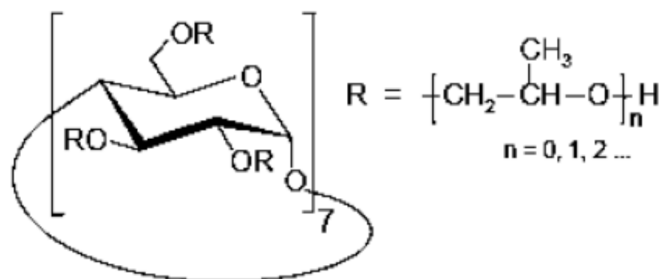


Figura 6. Estrutura química da 2-hidroxipropil- β -ciclodextrina (HP/CD) (adaptado de Sá, 2008).

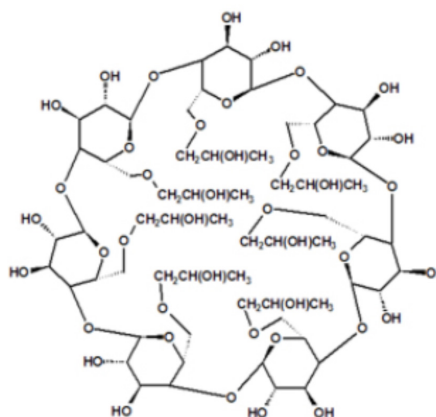


Figura 7. Estrutura da 2-hidroxipropil-beta-ciclodextrina (Nothenberg, 2009).

A impregnação das amostras ocorreram no *foullard* (caixa de impregnação de produto líquido por imersão proporcionando distribuição iniforme por todo o tecido) com *pick-up* de 70%. *Pick-up* é o quanto a prensa espreme, retem de produto. A secagem ocorreu na rama, no momento da estabilização do tecido malha em 150°C, 160°C e 170°C, 190°C nos tempos de 10, 20, 30, e 40 segundos.

Quantificação

Para a quantificação das CDs fixadas e com capacidade de formar complexos de inclusão foi utilizado o indicador fenolftaleína (adaptado de

CHAO-XIA & SHUI-LIN, 2003; WANG *et al.*, 2011; ZHAO *et al.*, 2011; CADENA *et al.*, 2009; OLIVEIRA, 2012). Complexo de inclusão é a capacidade da ciclodextrina incorporar substâncias hóspedes na cavidade.

Utilizou-se uma solução e pH 10,2, diluindo 110,025g de carbonato de sódio e 19,562g de hidrogenocarbonato de sódio em água industrial até completar 2500mL. Em uma solução com $1,06 \times 10^{-4}$ g/L de fenolftaleína a pH 10,5 realizou-se leitura da absorvância a 553nm no espectrofotômetro UV/VIS. A solução foi preparada em tampão de pH 10,5 uma vez que nestas condições a fenolftaleína apresenta a estrutura quinoide conjugada de cor púrpura (WANG *et al.*, 2011) com máxima absorção no comprimento de onda atrás referido (OLIVEIRA, 2013). As amostras foram colocadas em copo inox com rotação circular, juntamente com 30mL da solução de fenolftaleína, à temperatura ambiente por 2 horas, em seguida determinou-se a absorvância de cada solução. A concentração das soluções foi determinada através da curva de calibração da fenolftaleína, previamente preparada em condições análogas às experimentais (OLIVEIRA, 2013).

Recarga da poliamida

Para este teste fez-se adaptação de Oliveira (2013), onde 12 amostra de tecido 100% poliamida com gramatura de 190 g/m², foi recortada em círculo de aproximadamente 100 cm². Cada um dos conjuntos de 2 amostras foram em seguida colocado em copo inox com 50mL de solução de fenolftaleína com pH 10,5 e 1,7 g de metil-β-ciclodextrina (M/CD) (três copos) e 2-hidroxipropil-β-ciclodextrina (HP/CD) em outros três copos, utilizou-se três copos para realização de teste em triplicatas.

Colocaram-se os copos no equipamento, marca Mathis com capacidade para o copos de 500mL, em agitação, 50 rotações por minuto, durante 2 horas à temperatura ambiente. Concluído o tratamento, retiraram-se as amostras do banho e determinou-

se a absorvância das soluções ao comprimento de onda de 553nm no espectrofotômetro UV/VIS. Após recolha os conjuntos de 2 amostras, ensaboou-se apenas uma delas numa solução contendo 2g/L de detergente à temperatura de 40°C durante 20 minutos.

Efetuuou-se em seguida novo tratamento com a solução de fenolftaleína nas amostras ensaboadas e não ensaboadas, em condições análogas, procedendo-se no final à avaliação da absorvância registada por cada solução ao comprimento de onda de 553nm.

Estabilidade

A estabilidade ou encolhimento positivo ou negativo tem grande influencia na peça confeccionada. A NBR 10320 recomenda-se a tolerância de +/- 6%. O que estabiliza a malha é aplicação de temperatura, como a poliamida 6 é suscetível a temperatura as tinturarias encontram maior dificuldade em estabilizá-la. Para efetuar o teste com e sem ciclodextrina adicionou a malha (70cmx70cm) em 3g/L de sabão em pó em máquina de lavar com temperatura de 40°C e deixou sob agitação por 30 minutos em seguida procedeu de acordo com a norma NBR 10320. Para secar a malha passou-se na rama à 150°C à 17 m/min. Esta temperatura e tempo é inferior ao praticado pelas tinturarias. As análises foram realizadas em triplicata.

Absorção de água

Avaliou-se o comportamento de absorção de água sob duas condições, condicionado em ambiente com umidade relativa de 80% e imerso em água. A malha continha as dimensões de 30x30 cm, onde foi previamente seca em estufa até peso constante e pesado em balança analítica, posteriormente foi submersa para umidificação. O teste com 80% de umidade foi realizada em um dispositivo montado composto por um sensor de umidade, uma pistola

de pintura, ar comprimido, termômetro e dispositivo eletrônico de leitura e disparo. A temperatura foi controlada em 25°C +/- 4°C. Em ambos os testes as amostras foram suspensas verticalmente com as suas superfícies livres para absorção de água. As amostras foram pesadas a cada 24 horas até atingir peso constante.

Teste de *pilling*

Utilizou o aparelho RAN-2-B da Mathis. O *pilling* é a formação de bolinhas sobre a malha, ocorre proveniente da lavagem ou atrito devido ao desfibrilamento da fibra. Foi analisado de acordo com a norma NBR 1076.

Teste da Gota

O teste procedeu conforme Abatti (2007), onde a malha foi colocada sobre um béquer médio e presa com elástico, deixando a malha com uma superfície lisa, mas não esticada, pois as fendas de entrelaçamento podem se abrir demais facilitando muito a absorção da gota, posteriormente regulou-se uma bureta de 20 mL cheia de água para pingar gota a gota. Foi cronometrado o tempo em que a malha adsorveu a gota de água. Este teste foi realizado 12 vezes.

Resultados

A quantificação de CD fixada na poliamida baseou-se na conhecida capacidade de formação de complexos de inclusão 1:1 ciclodextrina/fenolftaleína, nas condições testadas (CADENA *et al.*, 2009; WANG *et al.*, 2011; OLIVEIRA, 2012). Nestas condições, a fenolftaleína livre apresenta uma cor púrpura intensa, mas a forma complexada (complexo 1:1) é incolor (OLIVEIRA, 2012).

Para tal procedeu-se de acordo com Oliveira (2012), determinou-se a quantidade de fenolftaleína esgotada das soluções de tratamento (encapsuladas nas CDs), usando a curva de calibração da fenolftaleína para converter os valores de absorvância

lida em valores de concentração. Determinaram-se por esta via o número de moléculas de fenolftaleína encapsuladas, e uma vez que o complexo é 1:1, estas correspondem às moléculas de CD fixadas na poliamida capazes de encapsular. Para o cálculo da concentração de CD fixada na poliamida utilizou-se a seguinte equação:

$$[CD] = \frac{A_T + b \times V_{\text{fenolftaleína}}}{m_{PA}}$$

Equação 1: Adaptado de Oliveira (2012).

Onde:

[CD] – concentração de ciclodextrina (mol/g)

AT – diferença entre a absorvância inicial e final da solução de tratamento

b – ordenada na origem

m – declive

V fenolftaleína – volume da solução de fenolftaleína utilizado em cada ensaio (L)

m_{PA} – massa de poliamida introduzida em cada ensaio (g)

Observando os gráficos 1, 2, 3 e 4 não se nota a relação entre concentração com fixação, o mesmo não se pode dizer de tempo e temperatura. Nota-se que em todas as análises a concentração diminuiu ao atingir a temperatura de 170°C. Isto ocorre porque ao contrario da poliamida 6.6, a poliamida 6 não resiste a temperatura acima de 160°C. Em alguns malhas com até 15% de poliamida 6 é possível trabalhar com 170°C. A poliamida 6 oferece várias desvantagens para a área têxtil ao compará-la com a 6.6 como: brilho, maleabilidade, resistência a tração e abrasão, resistência a temperatura, encolhimento e alongamento deformando a peça confeccionada, surgimento de estrias e quebraduras.

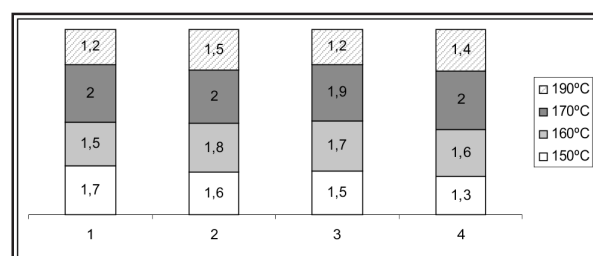


Gráfico 1: Efeito da concentração e temperatura na fixação da HP/CD. SOLUÇÃO 1

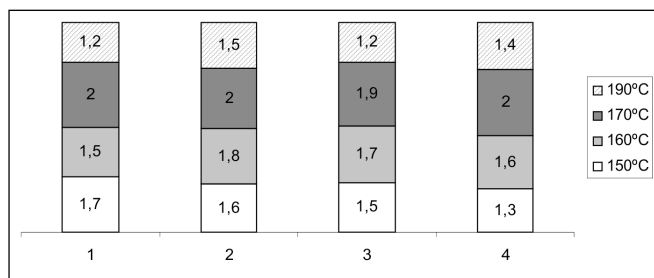


Gráfico 2: Efeito da concentração e temperatura na fixação da HP/CD.

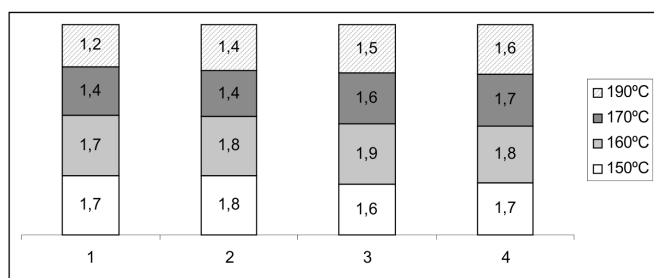


Gráfico 3: Efeito da concentração e temperatura na fixação da M/CD.

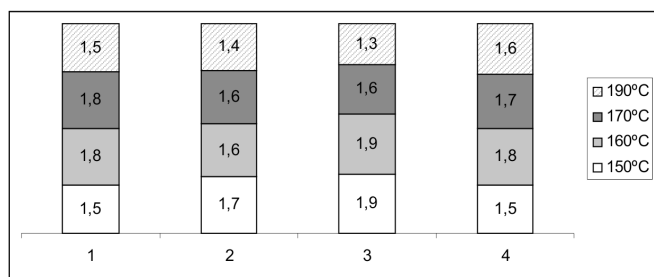


Gráfico 4: Efeito da concentração e temperatura na fixação da M/CD.

Recarga

Absorbância inicial da solução de fenofaleína foi de 0,949 nm. Para HP/CD na amostra ensaboada a absorbância foi de 0,701 nm; sem ensaboamento foi de 0,856nm. Para M/CD a absorbância foi de 0,738 nm e 0,811 nm para com e sem ensaboamento consecutivamente. Assim pode-se afirmar que a malha ensaboada apresentou habilidade de complexação superior, onde o referido teste retirou a fenofaleína da ciclodextrina deixando-a hábil para futuro encapsulamento.

Em relação à estabilização de compostos, pode-se considerar que a cavidade da CD constitui um espaço finito. A ocupação da cavidade por um substrato impede a interação ou reação do mesmo com outras moléculas que por sua vez não poderiam ocupar o espaço da cavidade concomitantemente com uma molécula já incluída (HEDGES, 1998).

Estabilidade

A estabilidade desejada foi entre -6% onde a malha estica e +6 onde a malha encolhe. Foi encontrada a largura -9,6%; -4,5% e -4,4% e no comprimento + 4,5%; +1,6% e +2,0% para a malha sem ciclodextrina, M/CD e HP/CD respectivamente. Assim pode-se afirmar que a CD interfere de modo benéfico a estabilidade da poliamida, entre as CD não houve diferença significativa.

Absorção de água

A absorção de água nas poliamidas ocorre predominantemente na fase amorfa do material devido à maior difusão das moléculas de água neste meio em relação à fase cristalina (ADRIAENSES *et al.*, 2001).

O teste não apresentou diferença significativa entre M/CD e HP/CD, o mesmo não se pode afirmar em relação a poliamida 6 100%. Esta absorção favorece a fixação de corante, produtos auxiliares e vai de encontro com o conceito de aplicação mínima de produto (Figura 8).

A discussão sobre a técnica de “aplicação mínima” iniciou-se aproximadamente 15 anos atrás, quando os preços de energia começaram a subir na Europa, forçando a indústria têxtil a procurar outras alternativas no beneficiamento. Outro motivo importante foi os recursos limitados no abastecimento de água. O consumo desnecessário nos processos de tingimento e acabamento inflacionam drasticamente os custos operacionais por metro de processado (ALVAREZ, 2013).

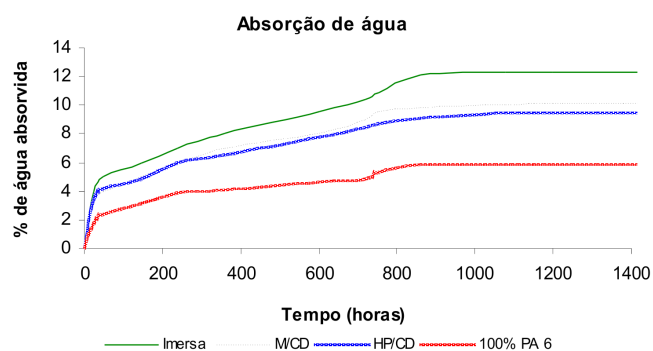


Figura 8. Testes de absorção de água.

Pilling

Quanto à avaliação do grau de “*pilling*” das amostras tratadas, verificou-se que a presença da ciclodextrina na superfície do tecido praticamente não influenciou para a formação de *pilling*, visto que as notas tanto das amostras tratadas como das não-tratadas, em todas as condições e parâmetros testados, permaneceram entre os valores máximos de 4 e 5 (nota segundo norma, Lei Japonesa – Law Jis L 1076 - 1978 – escala de 1 a 5), demonstrando ótimos resultados, o que significa que a modificação da superfície não altera o comportamento quanto a fricção no tecido (ABATTI, 2007).

Teste da Gota

A malha sem qualquer acabamento (cru) demorou 2,35 minutos para absorver água. A malha acabada com detergente e amaciante mas não tingida demorou 32 segundos para absorver água, na presença de M/CD na malha demorou 0,8 segundos e 0,12 segundos para a malha com HP/CD. A absorção de umidade nas poliamidas cai com a cristalinidade, em relação a sua propriedade a presença de água na qual atua como plastificante quebrando pontes de hidrogênio da molécula de água.

CONCLUSÃO

O artigo mostra que é possível fixar metil- β -ciclodextrina (M/CD) e 2-hidroxiopropil- β -ciclodextrina (HP/CD) na poliamida 6.6, na qual

os testes demonstraram uma enorme possibilidade de encapsular propriedade terapêutica, cosmética ou simplesmente estética podendo agregar toque ou caimento diferente. A união entre ciclodextrina e poliamida gera um produto diferenciado na qual possui alto valor agregado, podendo despertar no consumidor a necessidade de possuir roupas com esta característica.

REFERÊNCIAS

- ADRIAENSENS, P.; POLLARIS, A.; CARLEER, R.; VANDERZANDE, D.; GELAN, J.; LITVINOV, V.M.; TIJSSEN. Quantitative magnetic resonance imaging study of water uptake by polyamide 4.6. **J. Polymer**, 42, 2001.
- ALVAREZ, J. W. **A técnica de aplicação mínima no beneficiamento têxtil**. Acessado em: 01/04/2012. Disponível em: http://api.ning.com/files/UxidmEnrpB*IAWQe6vvvEXefxtnakjHEyPFTZjUWTHwHmBKGLYYhTBQBQ QynDqfCf7Ie810ifRfCL6VN3*n1VW-qVP*Hf9vb/tec_aplicacaoMNIMA.pdf
- ANDREAUS, J.; DALMOLIN, M.; JUNIOR, I.; BARCELLOS. Aplicação de ciclodextrinas em processos têxteis. **Química Nova**, v. 33, nº 4, 2010. Acessado em: 05/04/2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422010000400031&script=sci_arttext
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; NBR 8432, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13062, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; NBR 8431, 1984.
- CADENA, P.; OLIVEIRA, E.; ARAÚJO, A.; MONTENEGRO, M.; PIMENTEL, M.; FILHO, J. S. V. Simple determination of deoxycholic and ursooxycholic acids by phenolphthalein- β - cyclodextrin inclusion complex. **Lipids**, v. 44, 2009.
- CIRELI, A., YURDAKUL, B. Application of cyclodextrin to the textile dyeing and washing processes. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 100, 2006. Acessado em: 05/04/2013. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/app.22863/abstract>
- HEDGES, A. R. Industrial Applications of Cyclodextrins. **Chem. Rev.** v. 5, n. 98, 1998.
- GHOUL, Y.; BLANCHEMAIN, N.; LAURENT, T.; CAMPAGNE, C.; ACHARI, A.; ROUDES LI, S.; MORCELLET, M.; MARTEL, B.; HILDEBRAND, H. Chemical, biological and microbiological evaluation of cyclodextrin finished polyamide inguinal meshes, **Acta Biomaterialia**, v. 4, 2008.
- GHOUL, Y.; CAMPAGNE, C.; ACHARI, A.; ROUDES LI, S.; MORCELLET, M.; MARTEL, B. Mechanical and physic-chemical characterization of cyclodextrin finished polyamide fiber. **Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry**, v. 57, 2007.
- LI, S.; PURDY, W. C. Cyclodextrins and their applications in analytical chemistry. **Chem Rev.**, 92, 1992.
- NOAVAES, J. P. Z. **Avaliação do comportamento dinâmico e evolução estrutural das poliamidas 6 e 11 em diferentes estágios de envelhecimento**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005. Acessado em: 10/05/2013. Disponível e: http://teses.ufrj.br/COPPE_M/JoaoPauloZilioNovaes.pdf.
- OLIVEIRA, C. M. S. **Estudo da funcionalização e recarga de fibras sintéticas com β -ciclodextrinas. Tese de Mestrado em Têxteis Avançado**. Universidade do Minho, Escola de Engenharia. 2012. Acessado em: 25/04/2013. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/22305>.
- OLIVEIRA, F. R. **Tingimento da poliamida 6.6 com corantes ácidos, reativos e diretos após modificação superficial com descarga plasmática de Dupla Barreira Dielétrica (DBD)**. Tese de Mestrado. Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2009..
- PASQUINI, N. C. SIQUEIRA, P. L. N. Biodisponibilidade da azitromicina livre e complexada em β -ciclodextrina. **Revista Eletrônica de Farmácia**. v. 1, 2008. Acessado em: 10/05/2013. Disponível em: <http://revistas.ufg.br/index.php/REF/article/view/4613/3935>.
- POULAKIS, K. H. J. BUSHMAN, E. SCHOLLMAYER, Ger., **Offen 4035378** (1992), WO 2002046520 (2002).
- SÁ, M. M. A. M. **Aplicação de β -ciclodextrinas no tingimento de materiais têxteis**. Tese de

Mestrado em Química Têxtil. Universidade do Minho, Escola de Engenharia, 2008. Acessado em: 01/04/2013. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9478>.

WANG, T, LI, B, SI, H, LIN. Investigation on Surface Activity of Cyclodextrins Grafting Cellulose Beads Through Phenolphthalein Probe Molecule. **Surface and Interface Analysis**, v. 43, 2011. Acessado em: 05/04/2013. Disponível <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sia.3748/abstract>.

WYSZECKI, G.; STILES, W. S. **Color Science – Concepts and Methods, Quantitative Data and formulae**. John Wiley & Sons , 2nd Edition



uerr.edu.br/remgads

Revista Eletrônica
Ambiente
Gestão & Desenvolvimento



Vol. 7 - 2015 • ISSN: 1981-4127