

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA  
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**IZABELLY MENINO MELO  
MARIZANDRA ZANATTA**

**A IMPORTÂNCIA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO  
DE PROFESSORES PESQUISADORES DE QUÍMICA NO ENSINO  
MÉDIO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2014**

IZABELLY MENINO MELO  
MARIZANDRA ZANATTA

**A importância da Iniciação Científica na formação de professores  
pesquisadores de química no ensino médio**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Regina Budziak

Pato Branco – PR  
2013

## TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **A IMPORTÂNCIA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES PESQUISADORES DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO** foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° **2.1/2013-L**.

Fizeram parte da banca os professores:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Simone Beux

Prof<sup>o</sup>. Guilherme José Turcatel Alves

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Regina Budziak



## RESUMO

MELO, M. Izabelly, ZANATTA, Marizandra. A importância da Iniciação Científica na formação de professores pesquisadores no ensino médio. Em 2013. 50 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campus Pato Branco, 2013.

Este trabalho de conclusão descreve a importância da Iniciação Científica para a formação de um professor qualificado para o ensino médio. Este tema foi escolhido para expressar a importância da formação de um professor com ampla visão para questões relacionadas à Química, a fim de inovar suas experiências e linguagem no decorrer de seu ministério em sala de aula e no laboratório. Teve como metodologia a correlação das Diretrizes Curriculares em Química, três experimentos e a iniciação científica das autoras deste trabalho. Com o crescimento acelerado do conhecimento nos últimos anos, torna-se praticamente impossível que o ensino tradicional se detenha exclusivamente a transmissão oral de informações. Para atrair os alunos, o ensino deve ser de forma interativa, o professor deve projetar experimentos de baixo custo e de fácil acesso (sabe-se que a realidade dos laboratórios de ciências de muitas escolas é precária), de modo que facilitará a compreensão dos temas propostos pelas Diretrizes Curriculares de Química e ainda ter a interdisciplinaridade com outras disciplinas escolares.

**Palavras-chave:** Diretrizes Curriculares em Química, interdisciplinaridade, professores pesquisadores no ensino médio, atividades experimentais.

## ABSTRACTS

MELO, M. Izabelly, ZANATTA, Marizandra. The importance of the Scientific Initiation in teacher researchers in high school, 2013. 50 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campus Pato Branco, 2013.

This conclusion paper describes the importance of Scientific Initiation for the formation of a qualified high school teacher. This theme was chosen to express the importance of forming a teacher with a wide vision for issues related to chemistry, in order to innovate their experiences and language as they ministry in the classroom and laboratory. The methodology used was the correlation of the Curriculum Guidelines in Chemistry , three experiments and the scientific initiation of the authors of this paper . With the rapid growth of knowledge in the last years , it's mostly impossible for traditional teaching to be limited exclusively to the oral transmission of information . To get the attention of the students , teaching should be interactive, the teacher should design inexpensive experiments and of easy access ( considering that the reality the science laboratories in many schools is precarious ) , so that it will facilitate the understanding of the topics proposed by the Curriculum Guidelines of Chemistry and still have interdisciplinarity with other school subjects.

**Keywords:** Curriculum Guidelines in Chemistry, interdisciplinarity, researching professors in high school, experimental activities

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Experimento Sangue do Diabo.....	23
Figura 2 – Polímero a partir do bórax .....	24
Figura 3 – Crescimento fúngico em meio formulado com gelatina incolor ...	24

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diretrizes Curriculares de Química .....	20
---	----

## LISTA DE SÍMBOLOS

$H^+$	Hidrogênio Catiônico
$OH^-$	Hidroxíla
HCl	Ácido clorídrico
NaOH	Hidróxido de sódio
NaCl	Cloreto de sódio

## LISTA DE ACRÔNIMOS

CNE	Conselho Nacional de Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DCB	Diretrizes Curriculares de Biologia
DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais
DCQ	Diretrizes Curriculares de Química
EPS	Exopolissacarídeo
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
PVA	Acetato de polivinila

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b><u>1244</u></b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	<b><u>1342</u></b>
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	<b><u>1342</u></b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b><u>1443</u></b>
3.1 INICIAÇÃO CIENTÍFICA E GRADUAÇÃO.....	<b><u>1443</u></b>
3.2 DIRETRIZES CURRICULARES.....	<b><u>1544</u></b>
3.3 CONCEITOS QUÍMICOS BÁSICOS.....	<b><u>1645</u></b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b><u>1746</u></b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b><u>2221</u></b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b><u>2726</u></b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b><u>2827</u></b>
8.1 APÊNDICE A.....	<b><u>3130</u></b>
8.2 APÊNDICE B.....	<b><u>3736</u></b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado do conhecimento nos últimos anos, torna-se praticamente impossível que o ensino tradicional se detenha exclusivamente a transmissão oral de informações. Pela limitação da carga horária de algumas disciplinas, não é possível transmitir todo o conhecimento relevante, assim sendo, muitos fatores primordiais para a vida profissional do acadêmico ainda estão para serem descobertos (FERREIRA, QUEIROZ; 2011; NASCIMENTO, AMARAL; 2012).

As universidades buscam formar indivíduos capazes de buscar conhecimento e sua melhor forma de aplicação. Neste aspecto a iniciação científica desempenha um papel fundamental (SANGIOGO et al., 2011).

A iniciação científica (I.C) é uma atividade acadêmica que permite introduzir os discentes de graduação na pesquisa científica, assim sendo, a mesma caracteriza-se como uma ferramenta de apoio teórico e metodológico à realização de um projeto de pesquisa que contribui com a formação do acadêmico (FLOR; CASSIANI, 2012).

Muitos são os benefícios da prática da ciência, dentre eles destacamos o desenvolvimento do raciocínio lógico, a capacidade de elaborar, analisar, criar e relacionar, auxiliando na formação do discente como um profissional diferenciado (FIRME; AMARAL, 2011; JORGE et al., 2010).

Este projeto apresentará informações da pesquisa realizada entre o trabalho de iniciação científica (I.C) desenvolvido, e as possíveis correlações que podem ser usadas com conteúdos abordados no ensino médio. E a possível formação de professores pesquisadores no ensino médio.

## 2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve por objetivo expor o projeto realizado pelos discentes em atividade de iniciação científica e correlacionar com conteúdos ministrados no ensino médio. Assim sendo, será considerada a importância que a Iniciação Científica pode oferecer aos discentes de graduação e as possíveis correlações que podem ser utilizadas com conteúdos abordados no ensino médio.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Correlacionou-se os projetos de pesquisa de IC intitulados: “Avaliação da produção de exopolissacarídeo pelo fungo *L. theobromae* MMPI em meio formulado com melaço de cana-de-açúcar suplementado com sais minerais” (Projeto 1) e “Análises microbiológicas de alimentos in natura e processados comercializados em Pato Branco – PR” (Projeto 2), com conteúdos abordados no ensino médio.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Através dos projetos já apresentados na iniciação científica foram correlacionados os conteúdos do ensino médio.
- Verificou-se quais conteúdos presentes nas diretrizes curriculares que poderiam ser correlacionados com os projetos de IC desenvolvidos e explicar como isto poderia ser abordado nas aulas do ensino médio em aulas práticas.
- O projeto 1 tinha como objetivo avaliar o melaço de cana-de-açúcar suplementado com minerais e extrato de levedura como substrato para a produção de exopolissacarídeo (EPS) pelo fungo *L. theobromae* MMPI.
- O projeto 2 teve por objetivo deste estudo, determinar por meio do teste imunoenzimático conhecido como Lateral Flow System™ (Du Pont Co.) a presença de bactérias do gênero *Salmonella* sp., *Listeria* sp. e *Escherichia coli* O157:H7 em determinados alimentos in natura e processados comercializados nos principais supermercados da cidade de Pato Branco.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 INICIAÇÃO CIENTÍFICA E GRADUAÇÃO

Um dos papéis mais importantes de uma universidade é contribuir com a sociedade, através da produção de conhecimento científico por meio da pesquisa científica, bem como pela formação de seus respectivos profissionais (FLOR; CASSIANI, 2012).

Para tal, a iniciação científica desempenha um papel fundamental na produção do conhecimento científico através da pesquisa. Essa atividade surgiu na década de 30 com a criação das primeiras universidades brasileiras voltadas à pesquisa e se consolidou com a fundação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 1951, que passou a financiá-la (MASSI; QUEIROZ, 2010; TELLES; PATROCINO, 2010). Essa atividade de pesquisa insere o aluno de graduação em um âmbito de investigação e produção de conhecimento. Destaca-se assim que a experiência é um processo de formação do sujeito.

A Iniciação Científica contribui para uma ação integrada e multidisciplinar na medida em que pode haver um diálogo entre profissionais, professores e alunos de diferentes áreas do conhecimento (BRIDI, 2004), assim o mesmo tem a oportunidade de aprender a fazer pesquisa, abstrair e elaborar conhecimentos que foram fragmentados durante a graduação, para posteriormente, um movimento holístico abrangente para a sua formação (ZAKON, 1989).

Na avaliação de Fava-de-Moraes e Fava (2000, p. 75), a primeira conquista de um estudante que faz iniciação científica é a fuga da rotina e da estrutura curricular, pois se agrega aos professores e disciplinas com quem tem mais “simpatia” e “paladar”.

No cenário científico, a inserção de alunos nos projetos de Iniciação Científica, possibilita ao aluno à leitura de textos complexos com opiniões e críticas baseadas nas experiências já adquiridas e interpretadas (MASSI; QUEIROZ, 2008).

Contudo, existem muitos outros benefícios, tais como: a possibilidade de promover um aumento do desempenho acadêmico do aluno repercutindo no aumento das notas das disciplinas do curso de graduação (FIRME; AMARAL, 2011), a oportunidade de socialização profissional, atingida pela participação em grupos de

pesquisas, participação em congressos e publicação em revistas científicas (MASSI, 2008), ampliação do conhecimento de uma área de atuação, crescimento pessoal – aumento da maturidade e responsabilidade (FIOR, 2003), aquisição de conhecimentos científicos e específicos, contribuindo também para a formação de um espírito investigativo, moral e intelectual do pesquisador, maior embasamento teórico e prática de laboratório, organizar e desenvolver projetos, hábitos de estudos (MASSI, 2008; MASSI, QUEIROZ, 2010).

Os participantes de IC possuem uma visão mais ampla do curso, maior base de conhecimentos prévios, habilidades e/ou qualidades que são despertadas durante o desenvolvimento das atividades de pesquisa.

### 3.2 DIRETRIZES CURRICULARES

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) são normas obrigatórias para a Educação Básica que visa orientar o planejamento curricular das escolas e sistemas de ensino, fixadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) (ROSSO, et. Al., 2010). As DCNs têm origem na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, que assinala ser incumbência da União "estabelecer, em colaboração com os Estados, Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio, que nortearão os currículos e os seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar a formação básica comum" (ROSSO et al., 2010).

A ideia das DCNs leva em consideração a autonomia da escola e da proposta pedagógica, com o objetivo de incentivar as instituições a montar seu próprio currículo, recortando, dentro das áreas de conhecimento, os conteúdos que lhe convêm para a formação daquelas competências que estão explicitadas nas diretrizes curriculares. Dessa maneira, a escola deve trabalhar esse conteúdo nos contextos que lhe parecerem necessários, considerando o tipo de pessoas que atende, a região em que está inserida e outros aspectos locais relevantes (Anexos A e B).

### 3.3 CONCEITOS QUÍMICOS BÁSICOS

A palavra ácido é oriunda do latim e significa “azedo”. Com base na definição de Arrhenius, entende-se por ácido aquele composto que, dissociado em água, liberará íons de hidrogênio (RUSSEL, 1994).

As bases possuem a capacidade de neutralizar as propriedades de um ácido, assim, segundo a definição de Arrhenius, base é um composto que dissociado em água, liberará íons hidróxido (RUSSEL, 1994).

Em reações de neutralização de HCl e NaOH, os íons  $H^+$  (hidrogênio) e  $OH^-$  (hidróxido) formam água e sal (NaCl) (RUSSEL, 1994).

Uma solução concentrada possui alta concentração de soluto, enquanto, uma solução diluída apresenta baixa concentração. Utiliza-se a palavra diluição quando uma solução pode ser mais diluída pela adição de solvente (RUSSEL, 1994).

Outro assunto que foi abordado na pesquisa foram os polímeros, que significa: *Poli* (muitas) *mero* (parte). Eles são compostos que possuem unidades repetitivas ao longo da cadeia, denominados *meros* (MARINHO, 2005).

Neste trabalho foram preparadas três aulas práticas que eram correlacionadas com a pesquisa desenvolvida durante a iniciação científica, e procurou-se relacionar com conteúdos abordados no ensino médio.

## 4 METODOLOGIA

Com base no estudo dos artigos: “Avaliação da produção de exopolissacarídeo pelo fungo *L. theobromae* MMPI em meio formulado com melaço de cana-de-açúcar suplementado com sais minerais” (Projeto 1) e “Análises microbiológicas de alimentos in natura e processados comercializados em Pato Branco – PR” (Projeto 2), possibilitou a correlação das atividades desenvolvidas nos mesmos com conteúdos abordados no ensino médio, tais como preparo de soluções padrão e indicadora, diluições, concentração, formação de novos materiais, métodos de separação, influência da temperatura em um processo químico, entre outros.

No projeto 1 visou-se avaliar o melaço de cana-de-açúcar suplementado com minerais e extrato de levedura como substrato para a produção de exopolissacarídeo (EPS) pelo fungo *Lasidiplodia theobromae* MMPI. O meio de cultivo inicial é denominado pré-inóculo, onde já estão determinadas as concentrações dos elementos constituintes, esta etapa é fundamental no processo, pois dela se obtém as células que são usadas durante todo o processo fermentativo. No biorreator utilizou-se determinadas fontes de carbono e nitrogênio, com concentrações pré-estabelecidas para o crescimento micelial. O melaço de cana-de-açúcar suplementado mostrou ser um potencial substrato para produção de EPS pelo fungo estudado. Os melhores resultados de produção, rendimento em EPS e produtividade volumétrica foram obtidos após 72 horas de cultivo. Os resultados do presente trabalho indicam que o melaço de cana-de-açúcar é um substrato que pode ser utilizado na produção de EPS pelo *L. theobromae* MMPI. Tal substrato demonstrou ser mais efetivo tanto na produção de exopolissacarídeo como no crescimento celular do fungo quando comparado com sacarose comercial e glicose.

No projeto 2, tendo em vista a contaminação microbiológica de alimentos que causa preocupação em muitos países, especialmente devido aos elevados índices de doenças veiculadas por alimentos crus, mal preparados e mal conservados, o que comprometem a qualidade dos produtos e a saúde do consumidor. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar por meio do teste imunoenzimático a presença de bactérias do gênero *Salmonella* sp., *Listeria* sp. e *Escherichia coli* em carne moída, carne de frango (coxa e sobrecoxa), presunto e apresuntado fatiados, frutas e verduras minimamente processadas, sanduíche natural, produtos lácteos como requeijão, creme de leite fresco (nata), queijo cremoso e queijo fatiado

comercializados nos principais supermercados da cidade de Pato Branco. Durante as análises foram detectadas a presença dos três micro-organismos investigados em amostras de sanduíches, hortaliças, apresuntado e carne de frango.

No Anexo B encontra-se as Diretrizes Curriculares de Química para a educação básica de Química, assim efetua-se as correlações entre os projetos 1 e 2.

Com base nas Diretrizes Curriculares de Química descritas acima e os projetos 1 e 2, propôs-se experimentos de fácil aquisição e não dispendiosos correlacionando-os entre si. Os experimentos encontram-se descritos abaixo, e as correlações envolvidas estão descritas nos resultados.

#### 4.1 EXPERIMENTOS PROPOSTOS

##### **Experimento 1: Sangue do Diabo**

A solução obtida no final do experimento é de coloração vermelho intenso, similarmente comparada ao sangue. Como teste, pode-se jogar a solução em um tecido branco que, ao passar alguns minutos, voltará a sua forma original, isto ocorre porque o hidróxido de amônio é um composto instável que rapidamente se decompõe em amônia e água (BRASIL ESCOLA, 2013).

##### **Material:**

- Hidróxido de amônio (líquido)
- Fenolftaleína
- Álcool
- Água

##### **Método**

1. Solução Indicadora: Misture 40 mL de fenolftaleína com 70 mL de álcool. Essa solução é denominada de indicadora porque fica avermelhada em meio básico e neutra em meio ácido;
2. Em um béquer misture 170 mL de água e 100 mL de hidróxido de amônio;

3. Adicione o indicador aos poucos no recipiente contendo solução de hidróxido de amônio. Para uma solução mais avermelhada, adicionar mais solução de fenolftaleína.
4. Molhar um tecido branco na solução, (BRASIL ESCOLA, 2013).

## **Experimento 2: Fazendo polímeros**

É praticamente impossível, nos dias atuais, não observar inúmeros materiais constituídos por polímeros, O conforto que usufruímos, em sua maioria, se dá pela existência dos materiais poliméricos, eles estão presentes nos carros, painéis, acessórios, estofados, vestuário, peças para computador, entre outros (BRASIL ESCOLA, 2013).

### **Material**

- Bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) – adquirido em farmácias;
- Cola branca;
- 2 béqueres de 250 mL (ou copos de vidro);
- papel absorvente.

### **Método**

1. Prepare duas soluções: A e B.
2. Solução A: dissolva 20 mL de cola em 20 mL de água (misture bem).
3. Solução B: dissolva 4 g de bórax (uma colher rasa de sobremesa) em 100 mL de água.
4. Em seguida, misture 5 mL da solução B à totalidade da solução A.
5. Remova o material sólido formado e deixe-o secar sobre o papel absorvente.

Observação: se desejar que a massa plástica fique colorida adicione corantes (usados em bolo) à solução A.

Importante: após manipular a massa plástica, lave as mãos (BRASIL ESCOLA, 2013).

### **Experimento 3:** Cultivando bactérias da saliva e do suor em gelatina

No corpo humano, existem bactérias que podem ser prejudiciais ou não à saúde. Um exemplo disso são as bactérias da flora intestinal, que contribuem para a digestão, por outro lado, as bactérias que habitam em ferimentos são em geral nocivas à saúde humana. Neste experimento, será possível visualizar quantitativamente as bactérias contidas na saliva humana utilizando como meio de cultura gelatina sem sabor (EUREKA, 2013).

#### **Material**

- 2 frascos pequenos de vidro com tampa, limpos e bem lavados;
- Panela para ferver água;
- Água filtrada;
- Gelatina sem sabor;
- Açúcar;
- Cotonetes.

#### **Método**

1. Ferver 1 litro de água filtrada.
2. Cuidado para não se queimar, esterilize os frascos de maionese utilizando 500 mL da água.
3. Para fazer o meio de cultivo, acrescente o restante da água à gelatina incolor juntamente com 2 colheres rasas de açúcar.
4. Após esfriar um pouco a gelatina, despeje igualmente em cada frasco de maionese, tampe e leve à geladeira de modo que fique consistente.
5. Identifique os dois frascos com “Controle” e “Saliva”.
6. Para o frasco da “saliva, molhe o cotonete com sua saliva e passe delicadamente à superfície da gelatina.
7. Para o “controle” passe delicadamente um cotonete limpo na superfície da gelatina.

8. Após o procedimento, deixe em um lugar fresco não contendo luz solar e aguarde 2 à 3 dias.

Observações: No frasco contido a “saliva”, deverá crescer várias bactérias e fungos, enquanto que no frasco “controle”, espera-se que nada se desenvolva, mas é possível que, devido ao manuseio se desenvolvam poucas bactérias.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendo em vista que os projetos desenvolvidos são estritamente específicos dentro de suas áreas e relativamente dispendiosos, com base nas Diretrizes Curriculares de Química, propõe-se experimentos correlacionados com as atividades desenvolvidas, no entanto, ambas apresentam baixo custo e fácil acesso.

Salienta-se que todos os experimentos propostos correlacionam-se com os conteúdos estruturantes das Diretrizes Curriculares de Química.

Abaixo, apresenta-se as correlações entre os experimentos propostos, as Diretrizes Curriculares e os projetos 1 e 2.

Ambos os projetos de I.C estão correlacionados com o experimento 1, pois as atividades básicas desenvolvidas nos projetos, como por exemplo o preparo e/ou padronização de soluções e diluições, são o princípio base para o desenvolvimento da primeira atividade experimental, destacando que no tópico inicial das Diretrizes Curriculares de Química “Matéria e sua Natureza”, encontram-se os temas utilizados.

Este experimento tem por base o preparo de uma solução indicadora, no caso o hidróxido de amônio, que por ser um composto instável, facilmente se decompõe em amônia e água, como demonstrado na reação 1 abaixo:



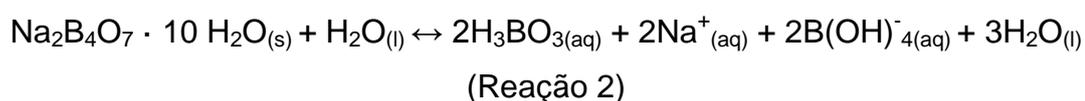
No experimento proposto, os alunos poderão assimilar facilmente conceitos fundamentais de Química, pois observarão diferenças na coloração devido às reações e decomposição química de maneira dinâmica. A figura 1A corresponde a solução final (sangue do diabo, representado pela equação acima). A coloração esperada é em tons de vermelho intenso, porém, a observada é rósea (figura 1A), isto devido a pequena quantidade de solução indicadora (fenolftaleína) juntamente com a base de hidróxido de amônio. Ao decorrer de alguns minutos (aproximadamente 7 minutos), observa-se a descoloração no tecido (figura 1B e 1C), pois a medida que a amônia é evaporada o tecido volta a sua cor original.



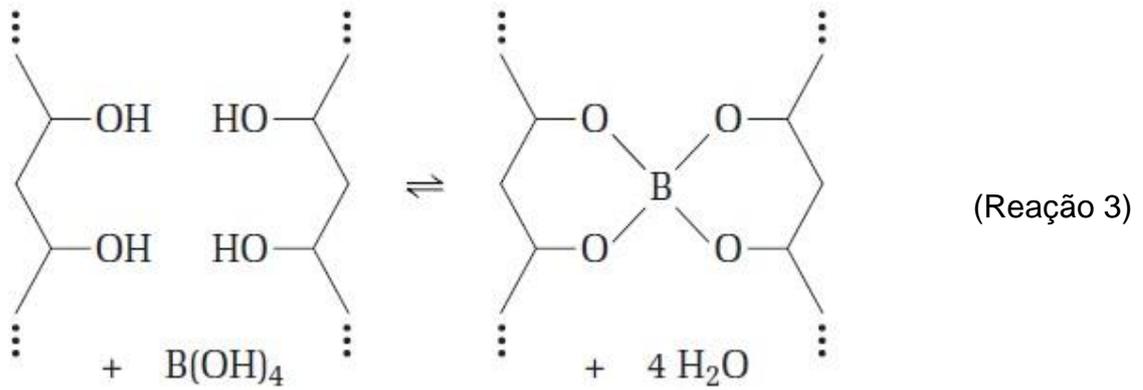
**Figura 1 – Experimento Sangue do Diabo**

O experimento 2 detêm-se majoritariamente no projeto 1, visto que obteve-se um biopolímero através de um processo fermentativo em biorreator, com base nas D.C.Q, os tópicos “Biogeoquímica” e “Química Sintética” sobressaltam-se, pois dentro dos fatores determinantes, destacam-se a velocidade da reação e a formação deste novo polímero orgânico. Este experimento pode facilmente ser desenvolvido por alunos de terceiro ano do ensino médio, sob o tópico de Química Orgânica, onde em laboratório ou mesmo na sala de aula, poderão observar seguindo o experimento proposto, a formação de um polímero constituído por materiais de fácil aquisição.

O Tetraborato de Sódio decahidratado (Bórax) em solução aquosa por dissociação terá o íon  $2B(OH)_4^-$  que ligar-se-á as moléculas do álcool polivinílico (PVA - cola branca), abaixo na equação, mostra-se a dissociação do bórax:



O ânion  $2B(OH)_4^-$  tem atuação direta nas ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas, que dá o aspecto elástico do polímero. Estas ligações são lábeis, ou seja, estão constantemente se rompendo e se formando novamente. A reação 3 permite observar as ligações cruzadas.



Ao adicionar um corante a solução, obteve-se um aspecto mais interessante e visualmente mais atrativo para os alunos, como se observa na figura 2 abaixo:



Figura 2 – Polímero a partir do bórax.

No último experimento 3 proposto, pode-se observar a interdisciplinaridade entre Química e Biologia (segue em anexo A as D.C.B), destacando dentro dos conteúdos estruturantes das D.C.Q o tópico “Matéria e sua Natureza” e das D.C.B o

tópico “Organização dos Seres Vivos”. Das atividades realizadas neste projeto, em correlação com o experimento proposto, salientou-se o preparo do meio (solução oriunda da gelatina), a solubilidade em água e o crescimento bacteriano, que se deu devido aos nutrientes, como por exemplo proteínas, sais minerais, entre outros.

Na figura 3, destaca-se a morfologia dos fungos obtidos a partir da saliva, seu crescimento após 72 horas à temperatura de aproximadamente 30 °C.



**Figura 3 – Crescimento fúngico em meio formulado com gelatina incolor.**

A boca fornece um ambiente que suporta uma considerável e variada população microbiana. Cada mililitro de saliva pode conter milhões de bactérias, dentre elas salienta-se a presença de bactérias cocos gram positivas (*Streptococcus* e *Staphylococcus*), cocos gram negativos, bacilos gram negativos entre outros (TORTORA, FUNKE, CASE, 2005, p. 706)

Bactérias e leveduras podem ser identificadas através de testes bioquímicos, já para os fungos leva-se em consideração sua aparência física, incluindo as características dos esporos reprodutivos e suas colônias (TORTORA, FUNKE, CASE 2005, p. 334 – 335) Em destaque na figura 3 estão as “manchas esbranquiçadas”, com aparentes ramificações (colônias), estes são os fungos obtidos a partir da saliva.

Os conhecimentos previamente adquiridos dos conteúdos básicos estruturantes das D.C.Q e das D.C.B respectivamente, possibilitam a fácil compreensão, desenvolvimento e observação do experimento proposto.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iniciação científica proporciona várias contribuições para o desenvolvimento do futuro licenciado. Visto que se lhe apresentam diversas maneiras de vincular conteúdos científicos, pois o mesmo se encontra diante de uma ação integrada e multidisciplinar que, se devidamente aproveitadas, poderão despertar no graduando (futuro profissional), a necessidade de contextualizar os conteúdos ministrados no ensino médio, elaborando aulas práticas e teóricas com o intuito de promover o senso investigativo dos discentes.

Atualmente a interdisciplinaridade é um dos grandes desafios que os professores se deparam na tentativa de inserir o aluno de ensino médio em um contexto familiar do aprendizado. Neste aspecto, os experimentos utilizados (abrangendo o conhecimento envolvido tanto em Química quanto em Biologia), apresentam, de maneira prática, atividades que visam obter o interesse dos alunos satisfazem as condições estabelecidas pelas Diretrizes Curriculares para a educação básica, ressaltando que o discente é o mediador na produção de conhecimento. Assim, procurou-se utilizar os projetos de iniciação científica desenvolvidos durante a graduação para interligar as diversas áreas e despertar o interesse dos alunos de ensino médio, correlacionando-se práticas experimentais com os projetos de IC e com as diretrizes curriculares.

Observou-se nos experimentos testados que, o experimento 1 correlaciona-se com os conteúdos de soluções e diluição e mostra a influência do pH nas soluções e a importância dos indicadores. O experimento 2 correlaciona-se com os conteúdos de velocidade de reação e polímeros, mostrando a importância dos mesmos no cotidiano. No experimento 3, destaca-se a interdisciplinaridade com Biologia, ressaltando o cuidado que deve ser tomado quanto à higiene.

## 7. REFERÊNCIAS

ADEMIR JOSE, Rosso et al . Novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores e algumas novas ficções na leitura da escola. **Ensaio: aval.pol.públ.Educ.**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 69, dez. 2010 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-40362010000400009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40362010000400009&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 01 abr. 2013.

BRASIL ESCOLA. Disponível em:<<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/experimento-sangue-diabo.htm>>. Acesso em 20 abr. 2013.

BRASIL ESCOLA. Disponível em:<<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/fazendo-polimeros.htm>>. Acesso em 20 abr. 2013

CUFONE, M. C. Danielle, **A saliva** NossoDentista.com. Disponível em: <http://www.nossodentista.com/saliva.htm>. Acesso em 21 de out. 2013.

DIRETRIZES CURRICULARES DE QUÍMICA. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce\\_quim.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_quim.pdf)>. Acesso em 17 out. 2012.

EUREKA. Disponível em: <<http://eurekacienciaquevocemesmopodefazer.blogspot.com.br/2011/04/suor-e-saliva-tem-vida-cultivando.html>>. Acesso em 20 abr. 2013.

FAVA-DE-MORAES, FLAVIO and FAVA, MARCELO. A iniciação científica: muitas vantagens e poucos riscos. São Paulo Perspec. [online]. 2000, vol.14, n.1, pp. 73-77. ISSN 0102-8839.

FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu; QUEIROZ, Salete Linhares. Autoria no ensino de química: análise de textos escritos por alunos de graduação. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 17, n. 3, 2011 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132011000300003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000300003&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 01 abr. 2013.

FIRME, Ruth do Nascimento; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 17, n. 2, 2011 . Disponível em

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132011000200009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000200009&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 01 abr. 2013.

FLOR, Cristhiane Cunha; Suzani CASSIANI. ESTUDOS ENVOLVENDO LINGUAGEM E EDUCAÇÃO QUÍMICA NO PERÍODO DE 2000 A 2008 – ALGUMAS CONSIDERAÇÕES. Rev. Ensaio. Belo Horizonte, v. 14, n. 01, p.181-193, 2012.

JORGE, Marcos; TELLES, Tiago Santos Telles; PATROCINO, Ana Carolina Patrocino. A iniciação científica no ensino superior. Revista Diálogo Educ., Curitiba, v. 10, n. 30, p. 441-457, maio/ago. 2010.

MASSI, L; Abreu L. N; QUEIROZ. Apropriação da linguagem científica por alunos de iniciação científica em Química: considerações a partir da produção de enunciados científicos. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7 N°3 (2008).

MASSI, Luciana; QUEIROZ, Salete Linhares. Estudos sobre iniciação científica no Brasil: uma revisão. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, v. 40, n. 139, abr. 2010 . Disponível em <[http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-15742010000100009&lng=pt&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742010000100009&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 03 abr. 2013.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos."DCNs (Diretrizes Curriculares Nacionais)" (verbete). *Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil*. São Paulo: Midiamix Editora, 2002, <http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=96>. Acesso em 1 abr. 2013.

NASCIMENTO, Juciene Moura de; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. O papel das interações sociais e de atividades propostas para o ensino-aprendizagem de conceitos químicos. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 18, n. 3, 2012 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132012000300006&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132012000300006&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 01 abr. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132012000300006>.

QUEIROZ, Salete Linhares; ALMEIDA, Maria José P. M. de. Do fazer ao compreender ciências: reflexões sobre o aprendizado de alunos de iniciação científica em química. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v. 10, n. 1, 2004 .

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. Porto Alegre: artmed, 2005.

ZAKON, A. Qualidades desejáveis na iniciação científica. *Ciência e cultura*, v. 41, n. 9, p. 868-877, 1989.

## 8. APÊNDICES

### 8.1 Apêndice A

---

#### **Avaliação da produção de exopolissacarídeo pelo fungo *B. rhodina* MMPI em meio formulado com melaço de cana-de-açúcar suplementado com sais minerais**

Marizandra Zanatta [Bolsista], Mário Antônio Alves Cunha [orientador], Cíntia Kruger [Colaborador]

Coordenação de Química

Campus Pato Branco

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Via do Conhecimento Km 01 Bairro Fraron – Pato Branco/Pr, Brasil - CEP 88503 - 390

marii\_zanatta@hotmail.com, mcunha@utfpr.edu.br, Cintia.kruger@hotmail.com

**Resumo** – O objetivo do presente trabalho foi avaliar o melaço de cana-de-açúcar suplementado com minerais e extrato de levedura como substrato para a produção de exopolissacarídeo (EPS) pelo fungo *L. theobromae* MMPI. O melaço de cana-de-açúcar suplementado mostrou ser um potencial substrato para produção de EPS pelo fungo estudado. Os melhores resultados de produção ( $P_F=18,65\pm 0,44\text{g/L}$ ), rendimento em EPS ( $Y_{P/S} = 0,58\pm 0,04\text{g/g}$ ) e produtividade volumétrica ( $Q_P=0,26\pm 0,01\text{ g/Lh}^{-1}$ ) foram obtidos após 72 h de cultivo. Os resultados do presente trabalho indicam que o melaço de cana-de-açúcar é um substrato que pode ser utilizado na produção de EPS pelo *L. theobromae* MMPI. Tal substrato demonstrou ser mais efetivo tanto na produção de exopolissacarídeo como no crescimento celular do fungo quando comparado com sacarose comercial e glicose.

**Palavras-chave:**  $\beta$ -glucana, EPS, bioprodução.

**Keywords:**  $\beta$ -glucan, EPS, bioproduction.

## INTRODUÇÃO

Polissacarídeos de origem microbiana são sintetizados por diferentes espécies de bactérias, fungos e leveduras. São biomoléculas que exibem diferentes tipos de estruturas químicas, funções fisiológicas e aplicações. Atualmente é observada crescente demanda por polímeros produzidos por micro-organismos, visto que os mesmos são capazes de converter determinados substratos em moléculas poliméricas capazes de formar géis e soluções viscosas em meio aquoso, [1]. A produção biotecnológica de polímeros apresenta algumas vantagens em relação a síntese química, como a possibilidade de uso de matérias primas renováveis, além do uso de condições amenas de processo (baixas temperaturas e pressões) o que pode contribuir para a redução de custos operacionais.

Fungos do gênero *Botryosphaeria* tem sido identificados como produtores de  $\beta$ -D-glucanas, [2]. As  $\beta$ -glucanas de origem microbiana são biomateriais tecnologicamente atrativos em função do amplo campo de aplicações em diferentes áreas da indústria, que inclui o uso em terapia farmacêutica, pois apresentam atividades biológicas como ação anti-tumoral, antiviral, antiinflamatória e ainda anticoagulante; além da possibilidade de uso como fibra alimentar e como biofilmes, [3]. Recentemente foi descrito por nosso grupo de pesquisa o fungo *Lasiodiplodia theobromae* MMPI como produtor de (1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucana (lasiodiplodana) [3].

Diferentes fontes de carbono podem ser utilizadas na produção de biopolímeros microbianos (exopolissacarídeos, EPS), as fontes de carbono mais utilizadas para a produção de biopolímeros são glicose e sacarose, porém, algumas fontes alternativas têm sido sugeridas, como por exemplo: o melaço de cana. O melaço é um subproduto do processo de produção de açúcar, sendo definido como um xarope obtido no estágio final da cristalização do açúcar de cana-de-açúcar. É uma das fontes de carbono mais econômica na indústria microbiana, sendo usado como substrato em fermentações. Com o objetivo de avaliar um substrato de baixo custo, no presente trabalho o melaço de cana-de-açúcar suplementado com sais

minerais foi estudado como matéria-prima alternativa na produção de exopolissacarídeo pelo fungo *Lasiodiplodia theobromae* MMPI.

## METODOLOGIA

**Microrganismo e preparo do inóculo.** Foi utilizado o fungo *Lasiodiplodia theobromae* MMPI isolado de Pinha (*Annona squamosa*). O fungo foi mantido em meio BDA a 4°C.

**Clarificação do melão bruto.** O pH do melão foi ajustado a 3,0 com ácido sulfúrico P.A e submetido a agitação por 24 h à temperatura ambiente. O melão acidificado foi centrifugado a 1500 x g por 30 min e o pH do sobrenadante foi ajustado a 5,5 com solução de hidróxido de sódio 6 mol.L<sup>-1</sup>.

**Ensaio fermentativo.** Foram realizadas fermentações em biorreator de bancada (Biostat B, B. Braun Alemanha) equipado com cuba de 2 L, sonda de oxigênio, eletrodo de pH e termopar. O volume de trabalho foi de 1,1 L, fluxo de ar de 0,8 vvm, tempo de cultivo de 96 horas, 28 °C de temperatura, e velocidade de agitação da turbina de 400 rpm. O volume de inóculo utilizado foi de 100 mL. Na formulação do meio de cultivo foi utilizado melão de cana-de-açúcar, como fonte de carbono e energia na concentração inicial de 4 °Brix, extrato de levedura 2 g/L, como fonte de nitrogênio; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (2 g/L) e MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (2 g/L) como fonte de minerais. O pH inicial foi ajustado para 5,5.

**Determinações Analíticas.** As concentrações dos açúcares totais no meio de cultivo e caldo fermentado foram determinadas pelo método fenol-sulfúrico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fungo desenvolveu-se bem no meio a base de melão de cana-de-açúcar suplementado com sais minerais e extrato de levedura. Após 96 horas de cultivo foi verificada produção de 11,42± 1,3 g/L de biomassa celular (Tabela 1), a biomassa micelial apresentou-se como pellets com forma aracnoide. A produção de biomassa celular em meio a base de melão suplementado foi 16% superior a obtida em meio a base de sacarose comercial em cultivos utilizando os mesmos parâmetros de temperatura, agitação, aeração e pH inicial do meio. Valor similar de biomassa celular (11,9± 0.57 g/L) foi verificado em trabalho prévio onde foi empregada glicose (40 g/L) como substrato [4]. Tais resultados indicam que o melão é uma boa fonte de carbono e energia para o fungo e contribui para bom crescimento celular.

Na figura 1 está demonstrado o perfil cinético de produção do EPS e consumo do substrato.

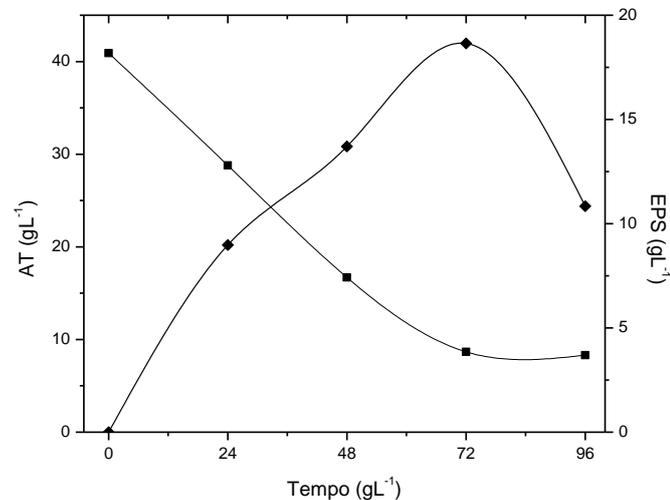


Figura 2. Perfil cinético do consumo de substrato (■) e produção de biopolímero (◆) dos cultivos de *Lasiodiplodia Theobromae* em biorreator usando melão de cana-de-açúcar e sais minerais.

O melão de cana-de-açúcar suplementado com extrato de levedura e sais minerais demonstrou ser um substrato eficiente na produção de exopolissacarídeo pelo fungo estudado. Foi verificada apreciável produção de EPS (Tabela 1 e Figura 2), especialmente após 72 h de cultivo ( $18,65 \pm 0,44$  g/L). Dalposso et al. (2011) [4], obtiveram quantidades bem inferiores de EPS em meio com sacarose comercial. Tais autores relatam a produção de  $8,82 \pm 0,98$  g/L de EPS em 72 horas de cultivo, ou seja, produção duas vezes inferior do que a observada em melão suplementado. A produção de EPS em meio com melão suplementado também foi bastante superior a relatada por Cunha et al., [3] em meio a base de glicose ( $5,70 \pm 0,16$  g/L). Conforme pode ser visto na figura 2, o aumento da concentração de EPS no meio foi quase linear e foi verificada boa correlação com o perfil de consumo de substrato. Após 72 h de cultivo foi verificada redução na concentração de EPS no caldo fermentado. Tal condição pode ser justificada em função de possível produção de (1→6)-β-D-glucanase que pode ter hidrolisado parte do EPS acumulado no meio [3].

Em 72 horas de cultivo foi verificado maior conversão de substrato em EPS no meio com melão suplementado (YP/S de  $0,58 \pm 0,04$  g/g) do que em meio a base de sacarose comercial (YP/S de  $0,25 \pm 0,04$  g/g) [14]. Resultados similares são

observados em relação a produtividade volumétrica ( $Q_P$ ,  $0,26 \pm 0,01 \text{ gL}^{-1} \text{ h}^{-1}$  versus  $0,12 \pm 0,01 \text{ gL}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ). Por outro lado, com relação ao consumo do substrato, em meio a base de sacarose comercial é relatado maior consumo do mesmo ( $Y_C = 87,5 \pm 0,77\%$  em 72 h) do que no meio com melão.

Tabela 1. Parâmetros fermentativos observados após 72/96 horas de processo nas diferentes condições de agitação da turbina

Parâmetros Fermentativos	Valores observados após:	
	72 horas	96 horas
$P_F$ ( $\text{gL}^{-1}$ )	$18,65 \pm 0,44$	$10,84 \pm$
$P_x$ ( $\text{gL}^{-1}$ )	nd	$11,42 \pm$
$Y_{P/S}$ ( $\text{gg}^{-1}$ )	$0,58 \pm$	$0,33 \pm$
$Q_P$ ( $\text{gL}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )	$0,26 \pm$	$0,11 \pm$
$Q_S$ ( $\text{gL}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )	nd	$0,34 \pm$
$Y_c$ (%)	$78,8 \pm$	$79,7 \pm$

Produção final de biopolímero ( $P_F$ ), produção de biomassa micelial ( $P_x$ ), rendimento em biopolímero ( $Y_{P/S}$ ), produtividade volumétrica em biopolímero ( $Q_P$ ), velocidade global de consumo de substrato ( $Q_S$ ), percentagem de consumo de substrato ( $Y_c$ ).

## CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho indicam que o melão de cana-de-açúcar é um substrato que pode ser utilizado na produção de EPS pelo *L. theobromae* MMPI. Tal substrato demonstrou ser mais efetivo tanto na produção de exopolissacarídeo como no crescimento celular do fungo quando comparado com sacarose comercial e glicose. O aproveitamento do melão como substrato é economicamente interessante, visto que se trata de um subproduto agroindustrial de custo relativamente baixo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e pela concessão de bolsa de IC (PIBIC-CNPq) e a UTFPR, campus Pato Branco pelo apoio.

**REFERÊNCIAS**

- [1] BERWANGER, Ana Luiza da Silva et al. Produção de biopolímero sintetizado por *Sphingomonas capsulata* a partir de meios industriais. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2007, vol.31, n.1 ISSN 1413-7054.
- [2] VASCONCELLOS, A.F.D. Three exopolysaccharides of the  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 6)-D-glucan type and a  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3; 1 $\rightarrow$ 6)-D-glucan produced by strains of *Botryosphaeria rhodina* isolated from rotting tropical fruit. *Carbohydrate Research*, v.343, Issue 14, p. 2481-2485, 2008.
- [3] CUNHA, M.A.A, et al. Lasiodiplodan, an exocellular (1 $\rightarrow$ 6)-b-D-glucan from *Lasiodiplodia theobromae* MMPI: production on glucose, fermentation kinetics, rheology and anti-proliferative activity. *JOURNAL OF INDUSTRIAL MICROBIOLOGY & BIOTECHNOLOGY* Volume 39, Number 8 (2012).
- [4] DALPOSSO, P.V, et al. Avaliação da sacarose comercial como substrato de baixo custo para a produção de biopolímero pelo *B. rhodina* MMPI em biorreator. ANAIS DO 11º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, Pato Branco, 2011, p. 1-4.

## 8.2 APÊNDICE B

### **ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DE ALIMENTOS *IN NATURA* E PROCESSADOS COMERCIALIZADOS EM PATO BRANCO, PR**

#### MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF IN NATURE AND PROCESSED FOODS COMMERCIALIZED IN PATO BRANCO, PR

Tatiana Monaretto\*, Andressa Dalla Costa\*, Izabelly Menino Melo\*, Simone  
Beux\*\*, Solange Teresinha Carpes\*\*

\* Curso de Graduação em Química, UTFPR, campus Pato Branco, PR, Brasil.

\*\* Departamento de Química Tecnológica, UTFPR, campus Pato Branco. Via do  
Conhecimento, km 01. Pato Branco-PR, Brasil - CEP 85503-390. E-mail:  
solangecarpes@gmail.com

RESUMO: A contaminação microbiológica de alimentos causa preocupação em muitos países, especialmente devido aos elevados índices de doenças veiculadas por alimentos crus, mal preparados e mal conservados, o que comprometem a qualidade dos produtos e a saúde do consumidor. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar por meio do teste imunoenzimático conhecido como Lateral Flow System™ (Du Pont Co.) a presença de bactérias do gênero *Salmonella* sp., *Listeria* sp. e *Escherichia coli* O157:H7 em carne moída, carne de frango (coxa e sobrecoxa), presunto e apresuntado fatiados, frutas e verduras minimamente processadas, sanduiche natural, produtos lácteos como requeijão, creme de leite fresco (nata), queijo cremoso tipo Borsin e queijo fatiado comercializados nos principais supermercados da cidade de Pato Branco. As amostras foram coletadas semanalmente, por um período de dezesseis semanas durante o ano de 2011. Durante as análises foi detectada a presença dos três micro-organismos investigados em amostras de sanduíches, hortaliças, apresuntado e carne de frango.

PALAVRAS CHAVE: contaminação alimentar, *Listeria sp*, *Salmonella sp.*, *E. coli* O157:H7.

## Introdução

O número de surtos de doenças de origem alimentar causadas por bactérias tem aumentado nos últimos anos.<sup>20</sup> A contaminação cruzada dos alimentos nos locais de preparo é a principal causa destes surtos, entretanto as más condições de higiene das instalações de processamento, a temperatura de armazenamento, o tratamento térmico inadequado e o transporte também favorecem a contaminação microbiológica dos alimentos.<sup>17</sup>

Segundo Jay<sup>12</sup> as características intrínsecas das carnes, sua composição química, atividade de água elevada e pH próximo da neutralidade são fatores que favorecem o desenvolvimento de uma microbiota extremamente variada. Conforme Serio et al.,<sup>18</sup> em geral a matéria-prima de produtos processados cárneos proporciona uma maior contaminação por patógenos do que os produtos vegetais. O principal fator de contaminação destes produtos é por serem ricos nutricionalmente, propiciando o crescimento microbiano, inclusive de patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella sp.* e *Escherichia coli*, que estão envolvidas em diversos casos de doenças veiculadas a alimentos.

Dentre os produtos cárneos, a carne de aves é a que apresenta uma maior contaminação com *Salmonella sp.* Esta contaminação é decorrente da transferência da bactéria do conteúdo intestinal à carcaça através do processamento industrial ou mesmo através de sua disseminação no corpo do animal pela corrente sanguínea, alcançando diversos órgãos.<sup>13</sup> A salmonelose é uma das causas mais comuns de infecções de origem alimentar e pode ser causados pela ingestão de ovos, frangos, carnes e produtos a base de carne contaminada.

As frutas e as hortaliças são protegidas da contaminação por microorganismos patogênicos ou deterioradores pela casca ou pele. O consumo de hortaliças e frutas frescas era considerado seguro até ocorrer um aumento acentuado na demanda de produtos minimamente processados, ou seja, produtos descascados, fatiados e embalados manualmente, aumentando o índice de contaminação dos produtos.<sup>15,17</sup> Segundo Nascimento et al.<sup>14</sup> as hortaliças estão associadas à presença de *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. e coliformes termotolerantes, sendo estes indicadores de condições de higiene e sanitárias inadequadas durante o cultivo, processamento, embalagem e transporte das hortaliças.

Os dois principais fatores que tornam as hortaliças um meio de transmissão de doenças infecciosas é a fonte da água utilizada para a irrigação, que muitas vezes é contaminada com patógenos. O outro fator que propicia a contaminação das hortaliças é a fonte de adubação, que muitas vezes é utilizada dejetos de animais, principalmente de ovinos e ruminantes, os quais apresentam cepas enterohemorágicas de *E. coli* em seu trato-intestinal.<sup>1,2</sup> Abreu et al.<sup>1</sup>, estudaram a qualidade microbiológica e a produtividade de alface sob adubação química e orgânica no interior de São Paulo e encontraram coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp. nas hortaliças irrigadas com águas contaminadas.

Bobco et al.<sup>4</sup> avaliaram a eficácia dos processos de higienização com água e sanitização com hipoclorito de sódio em alfaces. Os autores verificaram que a sanitização com hipoclorito de sódio foi capaz de eliminar a contaminação por coliformes totais e termotolerantes e capaz de reduzir em média três ciclos logarítmicos das bactérias mesófilas aeróbicas. Neste estudo a sanitização mostrou-

se eficiente para a melhoria das condições higiênico-sanitárias e garantiu um produto seguro para o consumo.

Os produtos lácteos também podem transmitir doenças associadas à patógenos, pois sofrem contaminação durante a coleta do leite e transporte até a usina de pasteurização. No entanto, os produtos derivados de leite também podem ser contaminados durante o processamento e estocagem sob refrigeração deficiente nos ambientes varejistas.<sup>2</sup> Os produtos lácteos e queijos com alta a média umidade apresentam grande possibilidade de contaminação com listeriose. Surtos de listeriose são associados a leite cru, queijo mole, carne fresca ou congelada, frango, frutos do mar, frutas e produtos vegetais.<sup>16</sup>

Os métodos de referência para análises microbiológicas de alimentos são dependentes da obtenção de uma cultura pura do micro-organismo alvo, o qual é identificado por provas bioquímicas. Esta atividade requer trabalho intenso e é um processo demorado. Entretanto, os métodos rápidos de análise microbiológica de alimentos surgiram como consequência da necessidade de se abreviar o tempo necessário para obtenção de resultados analíticos e melhorar a produtividade laboratorial visando também à simplificação do trabalho. Segundo Yuste et al.<sup>21</sup> os métodos rápidos têm sido utilizados como ferramentas de triagem (screening) em indústrias de alimentos, a fim de permitir liberação mais rápida de resultados. Sendo uma ferramenta de triagem, os resultados negativos são considerados definitivos enquanto resultados positivos são considerados presuntivos, requerendo a confirmação dos resultados por um método de referência.

Segundo Feng<sup>10</sup> os métodos rápidos podem ser classificados em 4 grupos: o primeiro grupo são aqueles que apresentam métodos bioquímicos miniaturizados que fornecem um rápido perfil bioquímico de bactérias com grande economia de

custo, trabalho e tempo. O segundo grupo são os que possuem meios de cultura modificados e substratos especiais como os métodos de filtração com membranas hidrofóbicas e os meios de cultura com substratos cromogênicos especiais como MUG para contagem de *Escherichia coli* e diversos outros testes bioquímicos de identificação de patógenos como a *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157. O terceiro grupo são os métodos baseados em DNA, os quais empregam sondas genéticas e reações de polimerase em cadeia (PCR). E no quarto grupo estão os métodos que empregam as interações antígeno-anticorpo como os testes ELISA (enzyme linked immunosorbent assay). A maioria dos sistemas baseados em ELISA são ensaios tipo "sanduíche", nos quais os patógenos investigados, se presentes no produto em teste, são capturados por anticorpos específicos adsorvidos à superfície de uma matriz sólida, na etapa seguinte o complexo antígeno-anticorpo formado reage com um anticorpo específico ligado a uma enzima cromogênica ou fluorogênica (conjugado). Em seguida, o sanduíche formado reage com o substrato da enzima, resultando em desenvolvimento de cor ou de fluorescência. Neste tipo de método a matriz sólida é constituída de uma fita ou bastão impregnados com anticorpos para captura seletiva do micro-organismo alvo.<sup>10</sup>

Desta forma, este trabalho teve como principal objetivo verificar a qualidade microbiológica de produtos cárneos, verduras, frutas, sanduíches e produtos lácteos comercializados nos principais supermercados da cidade de Pato Branco, PR, através de Kits rápidos de detecção de *Listeria* sp., *Salmonella* sp. e *E. coli* O157:H7.

## **Material e métodos**

Os produtos selecionados para a realização destas análises são oriundos de sete estabelecimentos da cidade de Pato Branco, PR. Semanalmente eram escolhidos aleatoriamente produtos oriundos de três estabelecimentos distintos. As amostras de presunto, apresuntado, carne moída, carne de frango e queijo eram fornecidas ao estabelecimento de forma à granel e no momento da coleta, se encontravam embaladas a vácuo. As frutas selecionadas para análise estavam em bandejas embaladas a vácuo, estas já eram descascadas e cortadas, prontas para consumo. Os sanduíches também se encontravam pronto para consumo e embalados com filme de PVC (policloreto de vinilideno). As verduras estavam em saquinhos plásticos polietileno de baixa densidade (PBD) vedados e o restante dos produtos lácteos como requeijão e os queijos pastosos estava em embalagens de vidro provenientes da própria indústria. A coleta das amostras foi realizada semanalmente durante os meses de maio a agosto de 2011 (16 semanas). As amostras em suas embalagens originais foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo e levadas ao laboratório de Microbiologia da UTFPR, as quais foram analisadas imediatamente. Neste estudo foi analisado a presença de *Salmonella*, *Listeria* sp e *Escherichia coli* O157:H7 por meio de Kits microbiológicos da Du Pont™ - Lateral Flow System™. Os Kits Lateral Flow da DuPont são testes de imunoenensaio de alta performance no formato ELISA (enzyme linked immunosorbent assay) e apresentam sensibilidade na ordem de 1 a 4 UFC/g. Os kits possuem um meio de enriquecimento primário que reduz a microbiota acompanhante e uma fita impregnada com anticorpos específicos para captura seletiva do micro-organismo alvo. As metodologias utilizadas seguiram as recomendações do fabricante <sup>8</sup> e as análises foram realizadas em triplicata.

## Resultados e discussão

O Kit microbiológico para análise de *Salmonella* da Du Pont™ - Lateral Flow System™ é validado segundo a AOAC-RI Performance Tested Method 021001, para análise de carne moída crua, frango cru moído, ovo líquido, peru cozido fatiado e água de lavagem de carcaça de frango para desempenho similar ao método de cultura tradicional, mesmo em níveis baixos de picos (1-4 UCF/25g). O Kit para análise de *Escherichia coli* O157:H7 foi aprovado para uso em carne desossada, carne moída e cidra de maçã segundo a AOAC-RI Performance Tested Method 010601. Contudo, para análise de *Listeria* sp., o kit foi testado em vários alimentos incluindo prontos para consumo, produtos lácticos, produtos a base de peixe e amostras ambientais em superfície (incluindo borracha, concreto pintado e aço inoxidável) e está aprovado segundo a AOAC-RI Performance Tested Method 080501.

Neste estudo, pode-se observar a contaminação com *Listeria* em uma amostra de apresuntado e a contaminação nesta categoria de produto representou 12,55 % das amostras apresuntado/presunto analisadas (Tabela 1).

Há uma grande preocupação devida a contaminação do apresuntado/presunto, uma vez que este já está pronto para o consumo, ou seja, será consumido sem tratamento térmico, o qual poderia destruir as bactérias. Monttin<sup>13</sup>, em análises microbiológicas em apresuntados fatiados e comercializados em três estabelecimentos comerciais distintos na cidade de Porto Alegre, encontrou 26,6 % de contaminação. Fai et al.<sup>9</sup>, em pesquisas com presunto cozido e comercializado em 28 supermercados de Fortaleza provenientes de oito marcas diferentes, encontrou 42,5 % de contaminação com *Listeria monocytogenes*, 22,50 % pela *Listeria innocua* e 2,5% pela *Listeria welshimeri*. Cattani et al.<sup>6</sup>, em seu

estudo com produtos cárneos de origem suína, detectou 11,90% de contaminação com *Listéria monocytogenes*.

Os teores de contaminação da carne de frango por *Listeria* representaram 33,3 % das nove amostras de carne de frango analisadas. A contaminação por *Listeria* ocorreu em três amostras de carne de frango (coxa e sobre-coxa) durante três semanas de coleta consecutivas em um mesmo estabelecimento e representou 16,7 % de contaminação entre os dois tipos de carnes analisadas neste estudo. Não foi detectado a presença de *Salmonella* e de *Escherichia coli* O157:H7 nas 26 amostras de produtos cárneos (carnes, presunto e apresuntados) (Tabela 1).

Em estudo realizado por Chiarini <sup>7</sup> em dois frigoríficos denominados como planta A e B, foi encontrado na planta A 20,1% e na planta B 16,4% de amostras positivas para *Listeria monocytogenes*. Este estudo também analisou a característica *Listeria monocytogenes* que estavam presentes nos animais antes do processamento e a característica desta presente no abatedouro. Revelando-se assim que a *Listeria monocytogenes* presente no produto final é semelhante aquela presente no abatedouro e não no animal. Assim, pode-se dizer que a principal fonte de contaminação por *Listeria* é o ambiente onde o produto é processado. <sup>7</sup>

Prates et. al. <sup>16</sup> em sua pesquisa com 24 amostras de matedouro/frigorífico de frangos, selecionadas desde o ambiente de abate até o envio para o consumidor, encontrou 12,5 % de contaminação com *Listeria*, sendo que destas 66,66% era contaminação com o *Listeria monocytogenes* e 33,33% era com *Listeria innocua*.

Em consideração com o apresuntado/presunto o risco de contaminação de *Listeria* pela carne de frango é muito baixo, uma vez que, para consumirmos esta carne é necessário que esta esteja cozida, esse processo de cozimento impedirá a

contaminação por este microorganismo. Porém, o consumo de carne crua ou mal cozido aumenta os riscos de contaminação ao consumidor. <sup>5</sup>

No mês de julho foram realizadas análises em sanduíches, frutas e hortaliças e no mês de agosto as análises foram feitas com os produtos lácteos. Para cada amostra foi realizada análises de *Listeria* sp., *Salmonella* sp. e *Escherichia coli* O157:H7. Nesta pesquisa, pode-se observar a contaminação com *Salmonella* em uma amostra de sanduíche e a presença de *Escherichia coli* O157:H7 em amostras de hortaliça. Não foi detectada a presença de *Listeria* nas amostras de produtos vegetais e sanduíches analisados neste estudo (Tabela 1).

A contaminação com *Salmonella* em uma amostra de sanduíche representou 25% de contaminação do total das quatro amostras. Bezerra et al.<sup>3</sup>, não encontrou contaminação com *Salmonella* em sanduíches vendidos em Cuiabá. Furlaneto e Kataoka <sup>11</sup>, em uma pesquisa em dez amostras de lanches comercializados em estabelecimentos próximos à universidades particulares no Paraná, também não encontraram contaminação com *Salmonella*, porém estas encontraram quatro amostras contaminadas com *E. coli* representando 40% das amostras analisadas.

Tabela 1: Análises microbiológicas dos alimentos processados e *in natura*

Amostras	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> sp.	<i>Listeria</i> sp.
1. Presunto	---	---	---
2. Presunto	---	---	---
3. Presunto	---	---	---
4. Presunto	---	---	---
5. Apresuntado	---	---	+++
6. Apresuntado	---	---	---
7. Apresuntado	---	---	---
8. Apresuntado	---	---	---
9. Carne moída	---	---	---
10. Carne moída	---	---	---
11. Carne moída	---	---	---
12. Carne moída	---	---	---
13. Carne moída	---	---	---

14. Carne moída	---	---	---
15. Carne moída	---	---	---
16. Carne moída	---	---	---
17. Carne moída	---	---	---
18. Carne de frango*	---	---	---
19. Carne de frango	---	---	---
20. Carne de frango	---	---	---
21. Carne de frango	---	---	---
22. Carne de frango	---	---	+++
23. Carne de frango	---	---	+++
24. Carne de frango	---	---	+++
25. Carne de frango	---	---	---
26. Carne de frango	---	---	---
27. Sanduiche natural	---	---	---
28. Sanduiche natural	---	+++	---
29. Sanduiche natural	---	---	---
30. Sanduiche natural	---	---	---
31. Fruta **	---	---	---
32. Fruta	---	---	---
33. Fruta	---	---	---
34. Fruta	---	---	---
35. Hortaliça**	+++	---	---
36. Hortaliça	---	---	---
37. Hortaliça	---	---	---
38. Hortaliça	---	---	---
39. Requeijão	---	---	---
40. Requeijão	---	---	---
41. Requeijão	---	---	---
42. Requeijão	---	---	---
43. Creme de Leite (Nata)	---	---	---
44. Creme de Leite (Nata)	---	---	---
45. Creme de Leite (Nata)	---	---	---
46. Creme de Leite (Nata)	---	---	---
47. Queijo cremoso tipo Boursin	---	---	---
48. Queijo cremoso tipo Boursin	---	---	---
49. Queijo cremoso tipo Boursin	---	---	---
50. Queijo cremoso tipo Boursin	---	---	---
51. Queijo fatiado	---	---	---
52. Queijo fatiado	---	---	---
53. Queijo fatiado	---	---	---
54. Queijo fatiado	---	---	---

- negativo, + positivo, cada resultado corresponde a um supermercado distinto

\*coxa e sobrecoxa in natura; \*\*minimamente processada

É preocupante a contaminação com *Salmonella* em produtos que já vêm prontos para o consumo, como lanches, uma vez que estes não irão passar por nenhum processamento que elimine o patógeno antes de ser consumido.

A contaminação por *E. coli* em uma amostra de hortaliças minimamente processadas, assim como no caso dos sanduíches, representou 25% de contaminação das quatro amostras analisadas. Silva et al.,<sup>19</sup> em um estudo com hortaliças confirmou a presença de *Escherichia coli* em 50% das amostras de alface, 37,5% de agrião e 5% de acelga. Nascimento et al.<sup>14</sup> em uma pesquisa com alfaces encontrou de 42 amostras 29 estavam contaminadas com *E. coli*, representando 69% de contaminação.

Levando-se em consideração que as hortaliças vão ser consumidas *in natura*, é preocupante o fato de estas estarem contaminadas, visto que, o consumidor ao ingeri-las está propenso à ingestão do alimento com o patógeno ou toxina.

## **Conclusão**

Os resultados das análises microbiológicas dos alimentos *in natura* e processados revelaram a presença de *Salmonella* em sanduíches, *Escherichia coli* O157:H7 em hortaliças e *Listeria* em apresuntados e em carne de frango vendidas a granel nos principais supermercados da cidade. Desta forma, estudos mais apurados precisam ser feitos como medida de segurança a fim de descobrir o ponto e a causa deste tipo de contaminação para que estes estabelecimentos possam fornecer produtos de melhor qualidade microbiológica.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a UTFPR, Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

**ABSTRACT:** Microbiological contamination of food brings concern in many countries, especially due to high levels of foodborne illnesses, poorly prepared and poorly maintained which compromises its quality and consumer health. The objective of this study was to determine by means of quick methodologies like Enzyme-Linked Immunoabsorbent Assay (ELISA) called Lateral Flow System<sup>TM</sup> (Du Pont Co.) the presence of *Salmonella* sp., *Listeria* sp. and *Escherichia coli* O157: H7 in minced meat, boneless thighs and drumsticks chicken, sliced cooked ham, other meat eating products (*apresentado*), minimally processed fruits and vegetables, natural sandwich and dairy products such as cheese, cream (milk) and cream cheese commercialized in the main supermarkets in the city of Pato Branco. Samples were collected weekly for a period from sixteen week for year 2011. During the analyzes were detected the three microorganisms investigated in samples of sandwich, vegetables, chicken and *apresentado*.

**KEYWORDS:** food contamination, *Listeria* sp., *Salmonella* sp., *E. coli* O157:H7.

## Referências

1. ABREU, I. M. O. et al. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 30, n.1, p. 108 – 118, 2010.
2. BALBANI, A. P. S.; BUTUGAN, O. Contaminação biológica de alimentos. **Pediatria**, v. 23, n. 4, p. 320- 328, 2001.
3. BEZERRA, A. C. D.; REIS, R. B. dos; BASTOS, D. H. M. Microbiological quality of hamburgers sold in street of Cuiabá- MT, Brazil and vendor hygiene-awareness. **Ciênc. Tecnol. Alimen.**, v. 30, n. 2, p. 520-524, 2010.

4. BOBCO, S. E. et al. Condições higiênicas de alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas na cidade de Erechim-RS. **Alim. Nutr.**, v. 22, n. 2, p. 301-305, 2011.
5. BORGES, M. et al. *Listeria monocytogenes* em leites e produtos lácteos. 1.ed. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria**, 2009, 31p.
6. CATTANI, C. S. O. et al. *Salmonella spp.* e *Listeria monocytogenes* isoladas de produtos cárneos suínos. In: 38º CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 647, Florianópolis. **Anais 38º CONBRAVET...**, 2011.
7. CHIARINI, E. ***Listeria monocytogenes* em matadouros de aves: marcadores sorológicos e genéticos no monitoramento de sua disseminação.** 2007. 149f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.
8. DU PONT, **DuPont™ Lateral Flow System.** Disponível em: [http://www2.dupont.com/Qualicon/en\\_US/products/Lateral\\_Flow\\_System/index.html](http://www2.dupont.com/Qualicon/en_US/products/Lateral_Flow_System/index.html). Acesso em: 22 mar. 2012.
9. FAI, A. E. C. et al. *Salmonella sp* e *Listeria monocytogenes* em presunto suíno comercializado em supermercados de Fortaleza (CE, Brasil): fator de risco para a saúde pública. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 16, n. 2, p. 657-662, 2011.
10. FENG, P. Rapid methods for the detection of foodborne pathogens: current and next generation technologies. **Food Microbiology, Fundamentals and Frontiers.** 3ed. Washington: ASM Press, 2007. cap.43, p.911-934
11. FURLANETO, L.; KATAOKA, A. F. A. Análises microbiológicas de lanches comercializados em carrinhos ambulantes. **Lecta.** v. 22, n. 1, p. 49-52, 2004.

12. JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6.ed. Porto Alegre: ArtMed, 2005. cap. 3, p. 51-72.
13. MONTTIN, D. V. **Avaliação microbiológica de apresetados, fatiados e comercializados em supermercados de Porto Alegre, RS**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
14. NASCIMENTO, A. R. et al. Incidência de *Escherichia coli* e *Salmonella* em alface (*Lactuca sativa*). **Hig. Aliment.**, v. 19, n. 131, p. 223-225, 2005.
15. OLIVEIRA, I. M. ; JUNQUEIRA, A. M. R. **Aspectos da contaminação microbiológica em hortaliças**. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44\\_129.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_129.pdf)> Acesso em: 21 abr. 2012.
16. PRATES, D. F. et al. *Listeria spp.* e *Listeria monocytogenes* em matadouro-frigorífico de frangos na região do sul do rio grande do sul. In: XIII CONGRESSO ARGENTINO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Buenos Aires – Argentina, **Anais...** Buenos Aires: CYTAL – AATA, 2011.
17. RODRIGUES, D. et al. Avaliação de dois métodos de higiene alimentar. **Ver. Saúde Pesquisa**, v. 4, n. 3, p. 341 – 350, 2011.
18. SERIO, J. et al. Avaliação microbiológica e microscópica de presuntos fatiados refrigerados. **Alim. Nutr.**, v.20, n.1, p. 135-139, 2009.
19. SILVA, C. G. M.; ANDRADE, S. A. C; STAMFORD, T. L. M. Ocorrência de *Cryptosporidium spp.* e outros parasitas em hortaliças consumidas *in natura* no Recife. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 10, p. 63-69, 2005.

- 20.SILVA, I. D. et al. Effectiveness of cleaning and sanitizing procedures in controlling the adherence of *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella* Enteritidis, and *Staphylococcus aureus* to domestic kitchen surfaces. **Ciênc. Technol. Aliment.**, v.30, p. 231-236, 2010.
- 21.YUSTE, J.; FUNG, D.Y.C.; CAPELLAS, M. Métodos rápidos y automatización en microbiología alimentaria. **Alimentaria**, v.7, n.1, p. 78-80, 2007.

## 9. ANEXOS

### 9.1 ANEXO A – DIRETRIZES CURRICULARES DE BIOLOGIA

#### BIOLOGIA

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA	AVALIAÇÃO
Organização dos Seres Vivos	Classificação dos seres vivos: critérios taxonômicos e filogenéticos.	Em concordância com a Diretriz Curricular do Ensino de Biologia, a abordagem dos conteúdos deve permitir a integração dos quatro conteúdos estruturantes de modo que, ao introduzir a classificação dos seres vivos como tentativa de conhecer e compreender a diversidade biológica, agrupando-os e categorizando-os, seja possível, também, discutir o mecanismo de funcionamento, o processo evolutivo, a extinção das espécies e o surgimento natural e induzido de novos seres vivos. Deste modo, a abordagem do conteúdo "classificação dos seres vivos" não se restringe a um único conteúdo estruturante. Ao adotar esta abordagem pedagógica, o início do trabalho poderia ser o conteúdo "organismos geneticamente modificados", partindo-se da compreensão das técnicas de manipulação do DNA, comparando-as com os processos naturais que determinam a diversidade biológica, chegando à classificação dos seres vivos. Portanto, é imprescindível que se perceba a interdependência entre os quatro conteúdos estruturantes. Outro exemplo é a abordagem do funcionamento dos sistemas que constituem os diferentes grupos de seres vivos. Parte-se do conteúdo estruturante Mecanismos Biológicos, incluindo-se o conteúdo estruturante Organização dos Seres Vivos, que permitirá estabelecer a comparação entre os sistemas, envolvendo, inclusive, a célula, seus componentes e respectivas funções. Neste contexto, é importante que se perceba que a célula tanto pode ser compreendida como elemento da estrutura dos seres vivos, quanto um elemento que permite observar, comparar, agrupar e classificar os seres vivos. Da mesma forma, a abordagem do conteúdo estruturante Biodiversidade envolve o reconhecimento da existência dos diferentes grupos e mecanismos biológicos que determinam a diversidade, envolvendo a variabilidade genética, as relações ecológicas estabelecidas entre eles e o meio ambiente, e os processos evolutivos pelos quais os seres vivos têm sofrido modificações naturais e as produzidas pelo homem.	<p>Espera-se que o aluno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Identifique e compare as características dos diferentes grupos de seres vivos;</li> <li>* Estabeleça relações entre as características específicas dos micro-organismos, dos organismos vegetais e animais, e dos vírus;</li> <li>* Classifique os seres vivos quanto ao número de células (unicelular e pluricelular), tipo de organização celular (procarionte e eucarionte), forma de obtenção de energia (autótrofo e heterótrofo) e tipo de reprodução (sexuada e assexuada);</li> <li>* Reconheça e compreenda a classificação filogenética (morfológica, estrutural e molecular) dos seres vivos;</li> <li>* Compreenda a anatomia, morfologia, fisiologia e embriologia dos sistemas biológicos (digestório, reprodutor, cardiovascular, respiratório, endócrino, muscular, esquelético, excretor, sensorial e nervoso);</li> <li>* Identifique a estrutura e o funcionamento das organelas citoplasmáticas;</li> <li>* Reconheça a importância e identifique os mecanismos bioquímicos e biofísicos que ocorrem no interior das células;</li> <li>* Compreenda os mecanismos de funcionamento de uma célula: digestão, reprodução, respiração, excreção, sensorial, transporte de substâncias;</li> <li>* Compare e estabeleça diferenças morfológicas entre os tipos celulares mais frequentes nos sistemas biológicos (histologia);</li> <li>* Reconheça e analise as diferentes teorias sobre a origem da vida e a evolução das espécies;</li> <li>* Reconheça a importância da estrutura genética para manutenção da diversidade dos seres vivos;</li> <li>* Compreenda o processo de transmissão das características hereditárias entre os seres vivos;</li> <li>* Identifique os fatores bióticos e abióticos que constituem os ecossistemas e as relações existentes entre estes;</li> <li>* Compreenda a importância e valorize a diversidade biológica para manutenção do equilíbrio dos ecossistemas;</li> <li>* Reconheça as relações de interdependência entre os seres vivos e destes com o meio em que vivem;</li> <li>* Identifique algumas técnicas de manipulação do material genético e os resultados decorrentes de sua aplicação/utilização;</li> <li>* Compreenda a evolução histórica da construção dos conhecimentos biotecnológicos aplicados à melhoria da qualidade de vida da população e à solução de problemas sócio-ambientais;</li> <li>* Relacione os conhecimentos biotecnológicos às alterações produzidas pelo homem na diversidade biológica;</li> <li>* Analise e discuta interesses econômicos, políticos, aspectos éticos e bioéticos da pesquisa científica que envolvem a manipulação genética.</li> </ul>
Mecanismos Biológicos	Sistemas biológicos: anatomia, morfologia e fisiologia.		
	Mecanismos de desenvolvimento embriológico.		
	Mecanismos celulares biofísicos e bioquímicos.		
Biodiversidade	Teorias evolutivas.		
	Transmissão das características hereditárias.		
Manipulação Genética	Dinâmica dos ecossistemas: relações entre os seres vivos e interdependência com o ambiente.		
	Organismos geneticamente modificados.		

## 9.2 ANEXO B - DIRTRIZES CURRICULARES DE QUÍMICA

## QUÍMICA

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA	AVLIAÇÃO
MATÉRIA E SUA NATUREZA	<p><b>MATÉRIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constituição da matéria;</li> <li>• Estados de agregação;</li> <li>• Natureza elétrica da matéria;</li> <li>• Modelos atômicos (Rutherford, Thomson, Dalton, Bohr...).</li> <li>• Estudo dos metais.</li> <li>• Tabela Periódica.</li> </ul> <p><b>SOLUÇÃO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Substância: simples e composta;</li> <li>• Misturas;</li> <li>• Métodos de separação;</li> <li>• Solubilidade;</li> <li>• Concentração;</li> <li>• Forças intermoleculares;</li> <li>• Temperatura e pressão;</li> <li>• Densidade;</li> <li>• Dispersão e suspensão;</li> <li>• Tabela Periódica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A abordagem teórico-metodológica mobilizará para o estudo da Química presente no cotidiano dos alunos, evitando que ela se constitua meramente em uma descrição dos fenômenos, repetição de fórmulas, números e unidades de medida.</li> <li>• Sendo assim, quando o conteúdo químico for abordado na perspectiva do conteúdo estruturante Biogeoquímica, é preciso relacioná-lo com a atmosfera, hidrosfera e litosfera. Quando o conteúdo químico for abordado na perspectiva do conteúdo estruturante Química Sintética, o foco será a produção de novos materiais e transformação de outros, na formação de compostos artificiais. Os conteúdos químicos serão explorados na perspectiva do Conteúdo Estruturante Matéria e sua Natureza por meio de modelos ou representações. É imprescindível fazer a relação do modelo que representa a estrutura microscópica da matéria com o seu comportamento macroscópico.</li> <li>• Para os conteúdos estruturantes Biogeoquímica e Química Sintética, a significação dos conceitos ocorrerá por meio das abordagens histórica, sociológica, ambiental, representacional e experimental a partir dos conteúdos químicos. Porém, para o conteúdo estruturante Matéria e sua Natureza, tais abordagens são limitadas. Os fenômenos químicos, na perspectiva desse conteúdo estruturante, podem ser amplamente explorados por meio das suas representações, como as fórmulas químicas e modelos.</li> </ul>	<p>Espera-se que o aluno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entenda e questione a Ciência de seu tempo e os avanços tecnológicos na área da Química;</li> <li>• Construa e reconstrua o significado dos conceitos químicos;</li> <li>• Problematize a construção dos conceitos químicos;</li> <li>• Tome posições frente às situações sociais e ambientais desencadeadas pela produção do conhecimento químico.</li> <li>• Compreenda a constituição química da matéria a partir dos conhecimentos sobre modelos atômicos, estados de agregação e natureza elétrica da matéria;</li> <li>• Formule o conceito de soluções a partir dos desdobramentos deste conteúdo básico, associando substâncias, misturas, métodos de separação, solubilidade, concentração, forças intermoleculares, etc;</li> <li>• Identifique a ação dos fatores que influenciam a velocidade das reações químicas, representações, condições fundamentais para ocorrência, lei da velocidade, inibidores;</li> <li>• Compreenda o conceito de equilíbrio químico, a partir dos conteúdos específicos: concentração, relações matemática e o equilíbrio químico, deslocamento de equilíbrio, concentração, pressão, temperatura e efeito dos catalisadores, equilíbrio químico em meio aquoso;</li> </ul>
BIOGEOQUÍMICA	<p><b>VELOCIDADE DAS REAÇÕES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reações químicas;</li> <li>• Lei das reações químicas;</li> <li>• Representação das reações químicas;</li> <li>• Condições fundamentais para ocorrência das reações químicas. (natureza dos reagentes, contato entre os reagentes, teoria de colisão)</li> <li>• Fatores que interferem na velocidade das reações (superfície de contato, temperatura, catalisador, concentração dos reagentes, inibidores);</li> <li>• Lei da velocidade das reações químicas;</li> <li>• Tabela Periódica.</li> </ul>		
QUÍMICA SINTÉTICA	<p><b>EQUILÍBRIO QUÍMICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reações químicas reversíveis;</li> <li>• Concentração;</li> <li>• Relações matemáticas e o equilíbrio químico (constante de equilíbrio);</li> <li>• Deslocamento de equilíbrio (princípio de Le Chatelier): concentração, pressão, temperatura e efeito dos catalisadores;</li> <li>• Equilíbrio químico em meio aquoso (pH, constante de ionização, <math>K_s</math>).</li> <li>• Tabela Periódica</li> </ul>		

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA	AVALIAÇÃO
MATÉRIA E SUA NATUREZA	<p><b>LIGAÇÃO QUÍMICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabela periódica;</li> <li>• Propriedade dos materiais;</li> <li>• Tipos de ligações químicas em relação as propriedades dos materiais;</li> <li>• Solubilidade e as ligações químicas;</li> <li>• Interações intermoleculares e as propriedades das substâncias moleculares;</li> <li>• Ligações de Hidrogênio;</li> <li>• Ligação metálica (elétrons semi-livres)</li> <li>• Ligações sigma e pi;</li> <li>• Ligações polares e apolares;</li> <li>• Alotropia.</li> </ul> <p><b>REAÇÕES QUÍMICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reações de Oxi-redução</li> <li>• Reações exotérmicas e endotérmicas;</li> <li>• Diagramas das reações exotérmicas e endotérmicas;</li> <li>• Variação de entalpia;</li> <li>• Calorias;</li> <li>• Equações termoquímicas;</li> <li>• Princípios da termodinâmica;</li> <li>• Lei de Hess;</li> <li>• Entropia e energia livre;</li> <li>• Calorimetria;</li> <li>• Tabela Periódica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O conteúdo básico Funções Químicas não deve ser apenas explorado descritivamente ou classificatoriamente. Este conteúdo básico deve ser explorado de maneira relacional, por que o comportamento das espécies químicas é sempre relativo à outra espécie com a qual a interação é estabelecida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elabore o conceito de ligação química, na perspectiva da interação entre o núcleo de um átomo e eletrosfera de outro a partir dos desdobramentos deste conteúdo básico;</li> <li>• Entenda as reações químicas como transformações da matéria a nível microscópico, associando os conteúdos específicos elencados para esse conteúdo básico;</li> <li>• Reconheça as reações nucleares entre as demais reações químicas que ocorrem na natureza, partindo dos conteúdos específicos que compõe esse conteúdo básico;</li> </ul>
BIOGEOQUÍMICA	<p><b>RADIOATIVIDADE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos Atômicos (Rutherford);</li> <li>• Elementos químicos (radioativos);</li> <li>• Tabela Periódica;</li> <li>• Reações químicas;</li> <li>• Velocidades das reações;</li> <li>• Emissões radioativas;</li> <li>• Leis da radioatividade;</li> <li>• Cinética das reações químicas;</li> <li>• Fenômenos radiativos (fusão e fissão nuclear);</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencie gás de vapor, a partir dos estados físicos da matéria, propriedades dos gases, modelo de partículas e as leis dos gases;</li> </ul>
QUÍMICA SINTÉTICA	<p><b>GASES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estados físicos da matéria;</li> <li>• Tabela periódica;</li> <li>• Propriedades dos gases (densidade/ difusão e efusão, pressão x temperatura, pressão x volume e temperatura x volume);</li> <li>• Modelo de partículas para os materiais gasosos;</li> <li>• Misturas gasosas;</li> <li>• Diferença entre gás e vapor;</li> <li>• Leis dos gases</li> </ul> <p><b>FUNÇÕES QUÍMICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funções Orgânicas</li> <li>• Funções Inorgânicas</li> <li>• Tabela Periódica</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconheça as espécies químicas, ácidos, bases, sais e óxido em relação a outra espécie com a qual estabelece interação.</li> </ul>