

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR LITORAL

AQUICULTURA DE MICROALGAS

Matinhos

2014

VERA LUCIA BELLIN MARIANO

Trabalho ou Monografia apresentado como requisito parcial para obtenção da certificação do curso de Especialização em educação do Campo, Setor Litoral da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: **Prof. Elisianie Vitória Tiepolo**

MATINHOS

2014

RESUMO

Atualmente é crescente o interesse no uso de microalgas para a produção de biocombustíveis, medicamentos, cosméticos, suplementos alimentares, ração e como alimento vivo para os peixes. Esses microorganismos podem ser cultivados em lagoas a céu aberto ou em fotobiorreatores construídos em uma instalação industrial sem necessariamente utilizar terras agriculturáveis. Elas crescem em suspensão na água na presença de nutrientes simples, sendo necessária a adição do CO₂ do ar. As microalgas produzidas são convertidas em biocombustíveis renováveis reduzindo o uso de combustíveis fósseis ou servindo de alimento na aquicultura. Em função deste potencial, muitas pesquisas estão sendo desenvolvidas por universidades e empresas de modo a dominar o uso desta tecnologia. Contudo, poucas pesquisas destinam-se ao aproveitamento do potencial biotecnológico das microalgas em aplicações ao homem do campo no Brasil. Desta forma, o objetivo deste projeto consistiu no desenvolvimento de ações sócio educacionais na cidade de Ibaiti, região norte do Paraná (Brasil), na zona rural do São Roque do Pico. O trabalho foi desenvolvido de janeiro a dezembro de 2013 e inclui as seguintes ações: coletas, análises, cultivos, visitas, aulas de campo, palestras e entrevistas. O público alvo inicial foi uma turma piloto de primeira série do ensino médio e também segundas e terceiras séries, envolvendo alunos da Educação de Jovens e Adultos e a comunidade dos sítios e Vila Rural (crianças, adolescentes e adultos) membros de várias escolas do campo jurisdicionadas ao Núcleo Regional de Educação de Ibaiti.

Durante o desenvolvimento do projeto ficou evidente o interesse por parte da população rural pelas perspectivas de aplicação do cultivo de microalgas como alimento vivo para criação de peixes. O empreendedorismo individual através da capacitação do homem do campo em atividades como o cultivo de microalgas pode, além de aumentar e diversificar a renda familiar, contribuir para a fixação do homem no campo.

Palavras-chave: microalgas, fotobiorreatores, piscicultura, peixes, biomassa residual, educação do campo, meio ambiente.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da aquicultura nas últimas três décadas é um fenômeno global, modificando o quadro mundial de produção de recursos pesqueiros (VALENTI *et al.*, 2000). No Brasil, apesar de mais recente do que em outros países, essa tendência também é verificada. Um dos principais fatores favoráveis ao desenvolvimento do cultivo de microalgas em águas continentais nos últimos anos é, sem dúvida, a aquicultura. Nas diferentes fases do crescimento de organismos vivos (larvas e peixes adultos) a demanda tem aumentado quantitativamente nos últimos anos.

No Município de Ibaiti, a proliferação de estabelecimentos comerciais do tipo “pesque-pague” e de sítios que cultivam peixes de várias espécies para o sustento e diversão estão surgindo continuamente.

A maioria dos estabelecimentos que praticam a aquicultura continua a empregar alimento vivo em substituição ao uso de rações. Todavia, o emprego de rações apresenta vantagens para o produtor, como a possibilidade de planejar com mais segurança a alimentação dos animais, e a economia do espaço empregado na produção de microalgas. Porém, em um novo contexto, a produção de biomassa algácea deverá ser mantida por muito tempo, constituindo-se em matéria prima para a preparação de rações. Além disso, muitos animais, como camarões marinhos, preferem consumir alimentos vivos e ou em suspensão na água, em detrimento ao alimento inerte. Fatos como estes, apontam para a continuidade do uso de microalgas em aquicultura (FAO, 2004).

Para o sucesso dos empreendimentos, a seleção de espécies de microalgas usadas em processos produtivos é fator-chave. No Brasil, as práticas aquícolas são sempre realizadas com pequeno número de espécies, muito embora a aquicultura venha popularizando o uso dos cultivos de microalgas no país. O conhecimento mais detalhado da biologia das microalgas restringe-se a poucas espécies, dotadas de características de crescimento rápido, volume celular adequado e composição química favorável às necessidades nutricionais do animal de interesse (BROWN *et al.*, 1997).

As microalgas podem também ser cultivadas em uma instalação industrial com o uso de fotobiorreatores (CHISTI, 2007). Neste caso, além de ser necessária uma superfície muito menor do que a das piscinas abertas, a utilização de

fotobiorreatores ajuda novamente a minimizar a preocupação com o uso da terra.

As espécies de microalgas podem ser marinhas ou de água doce e muitas são capazes de crescer em água salobra ou mesmo contaminada. O uso de espécies marinhas abre a perspectiva da utilização de recursos hídricos praticamente ilimitados para os cultivos, comentam os pesquisadores do mundo todo. As microalgas são organismos unicelulares de crescimento rápido que realizam fotossíntese, consumindo CO₂ e produzindo lipídios de forma mais eficiente (RAVEN, 2001). Elas conseguem triplicar sua biomassa em menos de 24 horas, dependendo da espécie, por isso são consideradas os organismos fotossintetizantes mais eficientes. Na cultura das microalgas pode ser usado o CO₂ resultantes de processos industriais, permitindo tornar este poluente numa matéria-prima (LOURENÇO, 2006). Os lipídios (óleos) produzidos pelas microalgas apresentam características físico-químicas similares às dos óleos vegetais comuns, podendo, tal como estes, ser utilizados como matéria-prima para alimentação de peixes.

Desta forma, levando em consideração que não existem projetos de transferência desta tecnologia para comunidades rurais, o objetivo deste trabalho consistiu na utilização da temática do cultivo de microalgas em lagoas a céu aberto ou fotobiorreatores como uma ferramenta para o ensino de Biologia em comunidade agrícola. O projeto foi desenvolvido através de atividades interdisciplinares de modo a despertar o interesse do aluno para Biologia em conjunto com as áreas de Química, Física, Biologia e Geografia. A realização do projeto foi na cidade de Ibaiti, zona rural do São Roque do Pico, região norte do Paraná (Brasil). O trabalho é parte conclusiva do Curso de Especialização do Campo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho consistiu-se no desenvolvimento de atividades interdisciplinares envolvendo as áreas de Biologia, Química, Física e Geografia a respeito do cultivo de microalgas com base para alimentação de peixes aos alunos da Escola do Campo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar amostras de águas em rios e córregos da região (Discussão: abordar aspectos do meio ambiente).
- Analisar o material coletado em microscópio ótico (Discussão: comparar diferentes morfologias dos materiais coletados).
- Construir fotobiorreatores com diferentes geometrias e materiais. Preparar meios de cultivo: químicos (insumos agrícolas) e orgânicos (resíduos, urina, etc.) - (Discussão: Aspecto ambiental da utilização de resíduos orgânicos. Qual a possível composição desses resíduos? O que a microalga precisa para seu metabolismo?).
- Acompanhar o cultivo de microalgas através da análise visual (densidade da cultura) e análise de amostras coletadas nos microscópios óticos (Discussão e análise da pluralidade de formas de microalgas presentes no meio de cultivo – Por que existem tantas variedades nos cultivos de laboratório?). Poderia ser feito cultivo com apenas uma espécie de microalgas?
- Separar as microalgas no final do cultivo através do choque de pH (NaOH) uso de floculante (FeCl_3), ou filtração em membranas (Discussão dos fenômenos físicos envolvidos nos processos de separação de microalgas? O que é pH? Por que a mudança do pH provocou precipitação da microalga?).
- Secar as microalgas em fornos (50°C) ou estufas construídas pelos alunos (caixa de madeira coberta forrada com lona preta e coberta por plástico transparente) expostas ao sol (Discussão do uso de energias renováveis em processos industriais).
- Pesar o material produzido e cálculo das produtividades em mg% (Comparar a eficiência dos diferentes processos. Qual processo seria mais vantajoso economicamente e por quais motivos?).
- Verificar através de análises, coletas e cultivos qual o gênero de microalgas presentes nas amostras que melhor se adaptam como alimento vivo na alimentação de peixes criados em tanques a céu aberto.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Historicamente, a aplicação mais comum de microalgas tem sido na alimentação de organismos cultivados em aquicultura, envolvendo grande número de espécies e de empresas em todo o mundo.

No Brasil as atividades com o cultivo das microalgas somente começaram a ser desenvolvidas quando, em nível internacional já se verificava um avanço com relação às aplicações e cultivos das mesmas.

A única aplicação comercial existente para microalgas, até os anos de 1940, era seu uso na alimentação de animais em aquicultura que é a forma mais simples de utilização da sua biomassa. Segundo estimativas, a aquicultura era pouco desenvolvida nos anos de 1950, correspondendo a menos de 5% (FAO, 2004). Assim, a participação de microalgas na geração de receitas naquela época era pequena. Hoje nós temos a venda de biomassa de microalgas, mas naquela época a alimentação de animais envolvia apenas a produção de biomassa nas próprias empresas. Ao longo de meio século houve grande desenvolvimento do setor e em 2003 a aquicultura contribuiu com mais de um terço da produção mundial de pescado (BOSCARDIN BORGHETTI *et al.*, 2003).

No início da década de 1970, iniciaram os primeiros estudos por Clóvis Teixeira e Armando Vieira, na Universidade de São Paulo sobre o cultivo da diatomácea. Nesse mesmo ano foi organizado um laboratório que abrigava algumas dezenas de cepas, iniciando assim as primeiras coleções de microalgas marinhas e de água doce.

Somente a partir de 1980, os cultivos realmente começaram a se difundir por pesquisadores e universidades de vários estados e temos hoje algumas coleções de microalgas de pequeno e médio porte.

A importância de microalgas neste domínio não é surpreendente, uma vez que elas são a fonte natural de alimento para animais aquáticos cultivados. As principais aplicações de microalgas em aquicultura estão associadas à nutrição, sendo usadas frescas (como componente único da dieta ou como aditivos e nutrientes básicos) para corar a carne de salmonídeos e para induzir outras atividades biológicas (SPOLAORE *et al.*, 2006).

Microalgas são necessárias para a nutrição de larvas durante breve período, por meio de consumo direto ou no caso de moluscos e camarões ou indiretamente

como alimento de presas vivas usadas para alimentar larvas de peixes (BROWN *et al.*, 1997).

Características desejáveis as microalgas utilizadas para a aquicultura:

- Apresentar alta taxa de crescimento;
- Ser robusta e de fácil cultivo;
- Ser atóxica;
- Apresentar forma e tamanho adequados para ser ingerida pelo animal de interesse.
- Ter altas qualidades nutritivas;
- Apresentar parede celular digerível (ou ausente) para facilitar o acesso aos nutrientes contidos nas células.

Um fator crucial na determinação do valor nutricional é a concentração de proteínas. Os ácidos graxos poliinsaturados são também importantes para muitos animais marinhos e há necessidades semelhantes para o crescimento e a metamorfose de larvas de muitas espécies (BECKER, 2004).

Enquanto as microalgas fornecem alimento para organismos zooplantônicos, elas também podem ajudar a estabilizar e aumentar a qualidade do meio de cultura.

A técnica de água verde (introdução de organismos como microalgas) nos tanques de cultivo conduz a melhores resultados em termos de sobrevivência, crescimento e índice de transformação do que o uso da técnica de água limpa, como comprovamos nos testes realizados em tanques no sítio Três Irmãos.

Estima-se que 30% da produção mundial de algas são vendidas para diversas aplicações relativas à alimentação de animais (BECKER, 2004).

3.1 MICROALGAS

As microalgas são as algas unicelulares que compõem a base da cadeia alimentar nos mares e rios e são conhecidas como plâncton. O comércio atual de microalgas destina-se à produção de matérias primas para a indústria de cosméticos, alimentos e aquicultura (GUIL-GUERRERO, 2004). Para a indústria cosmética as algas são comercializadas congeladas e fornecem a matéria-prima

necessária para a elaboração de cremes antirrugas devido a sua grande concentração em ácidos graxos com grandes capacidades regenerativas da pele. Essa composição diferenciada de ácidos graxos, principalmente os insaturados como Ômega-3 e Ômega-6, além da elevada concentração de proteínas e carboidratos coloca as microalgas como fontes ideais de nutrientes para a elaboração de alimentos funcionais, correção de alimentos na forma de aditivos ou até mesmo de nutracêuticos (FORTMAN *et al.*, 2008).

As microalgas apresentam uma estrutura celular muito simples em relação às plantas superiores que têm sofisticados sistemas de transporte. A energia química acumulada após o processo de fotossíntese não é desviada para a construção de estruturas complexas permitindo, desta forma, o melhor aproveitamento para a produção de novas células.

Os processos de cultivo de organismos unicelulares normalmente começam com a adição de uma quantidade padronizada de células chamada de inóculo. A qualidade do inóculo está diretamente ligada à qualidade do processo de crescimento. A adição de quantidades menores que as ideais levam a tempos de crescimento demorados e conseqüentemente baixa produtividade.

3.2 COMPOSIÇÃO DAS MICROALGAS

Como as microalgas não possuem estruturas especializadas, além da presença dos pigmentos fotossintetizantes, sua composição basicamente consiste em carboidratos, proteínas e lipídeos.

A literatura demonstra que variações nas condições de cultivo como a temperatura, concentração de sais, nitrogênio e CO₂, por exemplo, interferem diretamente na composição bioquímica da microalga (UGWU *et al.*, 2008; VOLTOLINA *et al.*, 2008; TONON *et al.*, 2002; LI *et al.*, 2007).

3.3 CO-PRODUTOS DE ALTO VALOR AGREGADO PRESENTES NAS MICROALGAS

3.3.1 Proteínas e ácidos aminados

A principal fonte de nitrogênio e ácidos aminados para animais cultivados são representados pelas proteínas. Na maioria de espécies de microalgas utilizadas

como alimento em aquicultura, elas tendem a ser a classe de substâncias mais abundante. Segundo Renaud (1999), as concentrações médias de proteínas são maiores nas criptofíceas, enquanto as diatomáceas são as que apresentam as menores proporções.

3.3.2 Carboidratos

Carboidratos podem ser encontrados na forma de glicose, dissacarídeos, amido e diversos outros polissacarídeos em microalgas. Sua digestibilidade média é alta, o que explica por que não há limitação no uso de microalgas secas e integrais em alimentos e rações (BECKER, 2004). Devido às funções estruturais e energéticas, reconhece-se que os carboidratos são importantes na nutrição em estágios iniciais de larvas (WHYTE *et al.*, 1989). Na determinação do seu valor nutricional a quantidade e a qualidade dos carboidratos na constituição das microalgas são de suma importância.

3.3.3 Lipídios e ácidos graxos

Os lipídios exercem diversas funções biológicas, como componentes de membranas, isolantes térmicos e reservas de energia. Lipídeos de algas são compostos de glicerol, açúcares ou bases esterilizadas em ácidos graxos saturados ou insaturados. São dessa forma imprescindíveis por conterem os ácidos graxos essenciais que apresentam grande importância na nutrição animal.

Velenzuela Espinosa e colaboradores (2002) observaram que microalgas apresentam concentrações baixas de lipídeos totais durante a fase exponencial de crescimento de cultivos estanques. Dessa forma, parece haver tendência de maiores quantidades de lipídeos nas fases avançadas do cultivo, ou seja, em cultivos mais velhos.

O conteúdo de ácidos graxos é sistematicamente diferente entre os grupos taxonômicos, além disso, são observadas diferenças, inclusive entre espécies da mesma classe (BROWN *et al.*, 1997).

3.3.4 Pigmentos Fotossintéticos

As clorofilas são os pigmentos fotossintéticos mais abundantes, podendo atingir mais de 1% da massa seca das microalgas. Entretanto, as clorofilas não apresentam valor nutricional, não sendo estudadas no contexto da alimentação de animais marinhos.

3.3.5 Vitaminas e minerais

Além dos micronutrientes (carboidratos, lipídeos e proteínas), os animais dependem da ingestão de pequenas quantidades de vitaminas e íons inorgânicos, conjuntamente denominados micronutrientes.

Microalgas representam uma fonte valiosa de quase todas as vitaminas essenciais. A presença de vitaminas aumenta o valor nutricional de células algáceas, mas suas quantidades flutuam com fatores ambientais, com o tratamento sofrido durante a coleta e com o método de secagem das células. Entre as principais vitaminas encontradas nas microalgas temos a tiamina, riboflavina, piridoxina, cianocobalamina, biotina, ácido ascórbico, ácido fólico, ácido nicotínico, entre outras. Outros micronutrientes importantes na nutrição de animais são os minerais, que são nutrientes exigidos por todos os animais na forma elementar e/ou em formas incorporadas em componentes específicos. Minerais são essenciais para várias funções biológicas, como a formação do esqueleto e tecidos, respiração, digestão e osmorregulação. O conjunto de minerais que persiste após o tratamento de amostras biológicas sobre altas temperaturas é chamado de cinzas. As cinzas podem ser pesadas e sua contribuição para a biomassa pode ser facilmente determinada.

Em relação à constituição celular das microalgas, os minerais podem constituir a maior proporção do peso seco, variando de 6%-30%. As microalgas podem representar a melhor fonte de minerais para os bivalentes na aquicultura e, além disso, podem ser as principais fontes de íons com importância biológica para os animais cultivados. Os principais minerais encontrados em microalgas são: fósforo, sílica, cálcio, sódio, potássio, cloro, ferro, magnésio e zinco. Como elementos-traço ocorrem manganês, cobre e cobalto (BROWN *et al.*, 1989)

Balanço das informações sobre a composição química

As diversas considerações sobre a composição química de microalgas para uso em aquicultura podem tornar confusa a tomada de decisões sobre quais

espécies utilizar. Para isso, primeiramente é necessário conhecer as necessidades nutricionais específicas da espécie animal de interesse, pois as dietas devem ser preparadas com base nesse conhecimento para efetivamente alcançar mais êxito nos cultivos (FARIAS *et al.*,2003)

4 METODOLOGIA

As atividades propostas enfocam o desenvolvimento da aquicultura, enfatizando os aspectos ecológicos, sociais e econômicos. Trata-se de educar e conscientizar os alunos e toda comunidade quanto aos ambientes regionais, e a prática da educação ambiental. A região sul se destaca quanto ao crescimento da aquicultura sendo esse um motivo de incentivo como um futuro mercado de trabalho para nossos alunos.

Atualmente muitas iniciativas têm sido, tomadas por educadores de todo o país no sentido de conscientizar quanto à urgência em garantir o futuro da humanidade, sendo fundamental a sua abordagem em sala de aula. Considerar os aspectos físico, biológicos e, principalmente, os modos de interação do ser humano com a natureza, por meio de suas relações sociais, do trabalho, da ciência, da arte e da tecnologia é uma necessidade dos dias atuais.

O grande crescimento da aquicultura, e, conseqüentemente da piscicultura no Brasil e no mundo, reforça a ideia de que a piscicultura é uma forma importante de preservação ambiental, geração de emprego e renda e também nutrição.

Desta forma, o aluno deverá conhecer e diferenciar os gêneros e espécies de microalgas de águas dulcícolas e salobras, sua produção e biomassa residual refletindo sobre os aspectos de desenvolvimento sustentável na atividade pesqueira.

Atividades: trabalho realizado no Ensino Médio

Pesquisa na Internet sobre aquicultura, piscicultura, microalgas e temas relacionados: no laboratório de informática e sob a coordenação do professor, os alunos fizeram uma pesquisa detalhada sobre o tema sugerido. Em equipes já formadas e utilizando as ferramentas disponíveis coletaram os dados para o início do trabalho anotando as referências (sites) para posterior verificação.

Entrevista com técnicos para orientações gerais sobre o tema.

Questões da entrevista:

- Que setores/grupos de pessoas dependem desta atividade? Que fatores interferem na pesca? Que aspectos ecológicos estão envolvidos neste ofício?
- Recursos destinados à infraestrutura do setor pesqueiro;
- Assistências técnica aos pequenos produtores;
- Licença ambiental;
- Regras e proibições para o setor;
- Créditos com acesso a recursos mais baratos para financiar a produção;
- Informações sobre Unidade de Observação em Piscicultura no Estado do Paraná na cidade de Pinhalão;
- Possíveis parcerias com agricultores, a prefeitura e o Sindicato dos Trabalhadores Rurais;
- Pesca Artesanal;
- Planejamento das ações a serem executadas na piscicultura no período 2014, visando a maior produtividade;
- Cursos realizados para piscicultores para divulgação nas visitas realizadas pelos alunos e nos Blogs.

Entrevista na Prefeitura sobre convênios de aquicultura no município. Nesta entrevista os alunos investigaram sobre as possíveis políticas de incentivo aos pequenos agricultores da região sobre as práticas da piscicultura. Também coletaram dados sobre os possíveis cadastros de criadouros do município para posterior visita a esses locais. E também coletaram informações sobre plano de desenvolvimento em aquicultura nas propriedades rurais para o município de Ibaiti e Região.

Visita em pesque-pague, sítios e fazendas da região com entrevista sobre cultivo, cuidados, manejos e técnicas utilizadas.

Através dos dados coletados na Prefeitura, na EMATER e outros investigados na comunidade, os alunos, acompanhados do professor e de uma equipe disponibilizada pela escola, visitaram alguns dos locais para coleta de informações e de águas para análise. As amostras de águas foram coletadas em frascos limpos e completados até a boca (garrafas PET transparente e vidros). O transporte foi realizado em ambiente fresco e a armazenado no laboratório da escola.

Coletas de águas para análises de microalgas em microscópio no laboratório da escola: Analisamos a presença de organismos vivos nas amostras coletadas em diferentes locais em especial a presença de microalgas. Os alunos identificaram as diferentes morfologias das lâminas preparadas e as amostras foram fotografadas com câmara digital comum para posterior análise e discussão.

Os materiais coletados pelos alunos foram levados ao laboratório e sala de aula do colégio para análises microscópicas.

As lâminas foram preparadas dentro dos padrões normais de trabalho utilizando os materiais disponíveis.

Apresentação de relatórios com desenhos das práticas realizadas: Os alunos desenharam os organismos observados ao microscópio sendo os mesmos diferenciados através das cores verificadas. Descreveram detalhadamente as observações com anotações dos locais onde as amostras foram coletadas, incluído as datas das coletas e das observações.

Cultivaram microalgas em tanques a céu aberto e em fotobiorreatores construídos com materiais alternativos verificando e pesando os resultados dos cultivos, ou seja, a biomassa residual úmida e seca.

Elaboraram mapas conceituais sobre as etapas do trabalho: No laboratório de informática utilizando o Cmap Tools, os alunos construíram mapas conceituais que serviram como instrumento para facilitar o aprendizado do conteúdo. Os mapas conceituais são representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos ligados por software auxiliando os professores na avaliação do processo de ensino como ferramenta integrante das novas mídias.

Produziram vídeos contendo as sequências do projeto, para ser apresentado na TV Pen-drive. Em todas as etapas do trabalho as atividades foram filmadas para posterior produção dos vídeos (equipes) com as pesquisas, entrevistas, coletas, análises das aulas práticas de laboratório entre outros.

Foi criado um blog (www.blogspot.com) para divulgação on-line das pesquisas realizadas, trabalhos desenvolvidos e resultados alcançados.

Foram realizadas reuniões em todas as etapas do trabalho para avaliação do mesmo. O professor realizou o acompanhamento de todas as atividades, pesquisas no laboratório de informática, elaboração do mapa conceitual, saídas extraclasse, aulas práticas no laboratório de biologia e fechamento com a produção dos vídeos e do blog.

A avaliação final foi realizada com a apresentação dos vídeos, do blog e dos materiais cultivados para a escola e comunidade local.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de biomassa a partir de microalgas consiste em uma das soluções para a produção na aquicultura, pois apresenta grandes perspectivas devido ao alto valor de lipídios encontrado nas células, bem como na alta eficiência fotossintética e rápido crescimento. Assim sendo, o projeto cultivo de microalgas em lagoas a céu aberto ou em fotobiorreatores, apresentou novos desafios tecnológicos, proporcionando a busca de informações através do uso da internet e das práticas realizadas.

Considerando que o trabalho de intervenção desenvolvido na escola foi muito significativo em termos de experiência o emprego de atividades experimentais para professores e alunos encontra-se determinado não somente pelo desejo de propiciar condições favoráveis aos estudantes, mas também pelas relações que estabelecem com o ensino da biologia e outras disciplinas na permanente busca de aperfeiçoamento de sua prática na educação do campo.

Os resultados obtidos a partir da implementação nas escolas do campo confirmam que o emprego de atividades experimentais pelos professores está determinado de maneira marcante pelo desejo de propiciar condições favoráveis de aprendizagem aos nossos alunos.

Percebeu-se que muitos professores estão preocupados com a teoria e o tempo destinado a aplicação dos conteúdos uma vez que a escola está sempre envolta em muitas atividades. Com relação a algumas disciplinas não obtivemos êxito devido a este fato. Alguns colegas demonstram resistência com relação a atividades práticas e são categóricos em alegar a falta de tempo, demonstrando a sua falta de interesse em iniciar este tipo atividade, justificando o não uso pela falta de técnicos para auxiliar no trabalho prático ou falta de equipamentos necessários ao desenvolvimento dos experimentos.

Em direção oposta, uma parcela expressiva dos professores que participaram do projeto demonstrou ter consciência sobre a importância das atividades experimentais no ensino na escola do campo unindo assim teoria com a prática,

facilitando a relação com os acontecimentos do dia a dia.

De forma geral, entende-se que todos os alunos, professores e comunidade envolvidos no projeto participaram ativamente demonstrando interesse e comprometimento com a realização das atividades.

No tocante aos alunos, não resta dúvidas que o uso de atividades experimentais contribuiu para a aquisição de novos conhecimentos e maior motivação para o estudo do tema do projeto. A busca de novas informações contribuiu para o aperfeiçoamento das atividades realizadas nos sítios e chácaras da região.

Muitos alunos trabalharam no período extraclasse demonstrando o grande interesse pela aprendizagem, uma vez que não lhes foi atribuído conceitos por estas atividades.

No laboratório de informática, trabalhando com mapas conceituais, percebemos a grande facilidade dos alunos com o uso do computador e utilização das ferramentas demonstrando a necessidade de utilização desses meios para a melhoria da qualidade do ensino. Também na elaboração de gráficos e tabelas a facilidade demonstrada confirma a minha afirmação.

Na criação do blog, constatamos que não temos como fugir da nova realidade. O uso das novas mídias se faz presente na vida de nossos alunos e nós precisamos acompanhá-los em todas essas etapas. O que percebemos pelo elevado número de acessos e pela participação e comentários no mesmo.

A proposta de intervenção contribui para o aperfeiçoamento das atividades realizadas e a interação entre professores, equipe pedagógica, direção e comunidade, contribuíram de maneira positiva para que o trabalho de implementação atingisse o seu objetivo.

Observou-se o grande interesse dos alunos nas atividades de campo, interagindo melhor com colegas e professores aumentando assim a sua capacidade de compreensão dos conteúdos.

Nas aulas práticas o envolvimento com os materiais do laboratório, incluindo vidrarias, microscópio e materiais reciclados, facilitou a aprendizagem como conferimos nos relatórios e textos produzidos sobre o tema do projeto.

Nas aulas de campo o conhecimento nato do entorno escolar incluindo os relatos dos moradores contribuiu grandemente para aperfeiçoar o conteúdo.

Espera-se que a realização deste trabalho possa contribuir para ampliar a compreensão sobre a importância das microalgas na aquicultura possibilitando uma reflexão sobre o avanço das pesquisas aqui na nossa zona rural.

De forma mais ampla, com os resultados dos trabalhos de implementação verificamos que é preciso buscar novos enfoques para relacionar a prática com a teoria, pois acreditamos que a motivação é um fator decisivo na aprendizagem e também para a permanência dos alunos no campo.

6 CONCLUSÃO

Apesar do grande potencial das microalgas para a produção de biodiesel, medicamentos, suplementos alimentares, cosméticos e ração elas são pouco exploradas e objeto de poucos estudos. Desta forma, incentivar a pesquisa nessa área do conhecimento vai promover o desenvolvimento substancial necessário para a divulgação de tão importante tecnologia. O investimento na educação, em especial na zona rural, promoverá à percepção do jovem a respeito das oportunidades presentes na sua comunidade e através do empreendedorismo a diversificação na renda familiar evitando assim o êxodo rural.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, MR & COSTA, JAV **Cultivo da microalga *Spirulina platensis* em fontes alternativas de nutrientes**, Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 32, n. 5, p. 1551-1556, 2008

BAIRD, COLIN, Química **Ambiental**, 2ª ed. Porto Alegre, Bookemann, 2002 . 622 p.

BECKER, W. **Microalgae in human and animal nutrition**, Oxford, 312-351p.

BIBLIOTECA VIRTUAL de **Educação do Campo**. Disponível em: [http://educacaodocampo – bibliotecavirtual.blogspot.com.br](http://educacaodocampo-bibliotecavirtual.blogspot.com.br) Acesso: 06/09/2013

BOSCARDIN BORGHETTI, N. R.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no Mundo**. 128 p.

Curitiba: Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, 2003.

CANHOS, V.P. & VANZOLLER, R.F. 2004. **A importância das coleções biológicas**. Sci. Am. Brasil, 30:20

CHISTY, **Biodiesel a partir de microalgas**. Biotecnologia, 2007

FARIAS et. al 2003. **Avaliação da qualidade de matérias-primas vegetais**.

FAO 2004, Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.

LACERDA E SILVA, LMC et al. **Influência da luminosidade no cultivo da cianobactéria *Aphanothece microscópica nãgeli* em fotobiorreatores**, VII Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica – COBEQ/IC, Santa Catarina, Agosto de 2007.

LEFF, Enrique, **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder**. 4ª ed. Petrópolis – Rio de Janeiro, 2001. p. 494

LOURENÇO, SÉRGIO O. **Cultivo de Microalgas Marinhas – princípios e aplicações** - São Carlos – RIMA – 2006. 588 p.

MEINERZ, L.I. **Influência da temperatura, salinidade e nutrientes dissolvidos (N e P) no cultivo de microalgas de água estuarina e costeira**, Dissertação de mestrado do Programa de Pós Graduação em Aquicultura da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2007.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação do. **Diretrizes Curriculares da Educação do Campo / Paraná** Disponível em: <http://www.educadores.diadiaeducacao.pr.gov.br> acesso em: 06/09/2013

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação do. **Diretrizes curriculares de biologia para as séries finais do ensino fundamental e para o ensino médio**. Disponível em: <[http://biologia seed.pr.gov.br](http://biologia.seed.pr.gov.br)>. Acesso em: 06/09/2013

RADMANN, E et al. **S Variação das condições de cultivo da microalga *Chlorella* visando aumentar a produção de biomassa**, XIX Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia – CRICTE2004, Curitiba, Brasil, Novembro de 2004.

RAVEN J. **Psicólogos e Sustentabilidade**, 2001.

SIPAÚBA TAVARES, L H.; ROCHA, O. **Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para Alimentação de Organismos Aquáticos**, São Carlos – Rima, 2003.

UGWU, 2008. **Melhoramento de características de transferência de massa e produtividades de fotobiorreatores tubulares inclinadas por instalação de misturadores estáticos internos**. Microbiologia Aplicada - Biotechnol, 58:. 600-607.