

***ARTHROSPIRA PLATENSIS*, DO EMPÍRICO AO
CIENTÍFICO: aporte às comunidades carentes para
nutrição e renda de forma sustentável.**

ELIANA MARIA LEAL¹
LUIZ CARLOS R. DE MEDEIROS²

GUARULHOS
2021

¹ Autora: Bacharel em Ciências Biológicas; Técnica em Química. elianalealst13@gmail.com

² Orientador: Bacharel em Eng. Mecatrônica; Tecnólogo em Autom. Industrial; Licenciado em Matemática e Pedagogia; Especialista em Física e Engenharia Clínica. luizcarlosrdemedeiros@yahoo.com

ARTHROSPIRA PLATENSIS, DO EMPÍRICO AO CIENTÍFICO: aporte às comunidades carentes para nutrição e renda de forma sustentável

RESUMO

O quadro de má-nutrição desponta como uma grande preocupação de saúde pública pois, embora não falte necessariamente o alimento na mesa das famílias, a dieta empobrecida traz consigo deficiências nutricionais e comorbidades como obesidade, diabetes, hipertensão e cardiopatias. A *Arthrospira platensis* “Spirulina”, é uma cianobactéria que se desenvolve naturalmente em águas de pH alcalino e possui alto valor nutricional. Seu uso como fonte de alimento data de vários séculos, porém, a partir de poucas décadas é que foi despertado o interesse científico por este micro-organismo. Além da alimentação humana, ela tem sido usada para enriquecer rações de diversos tipos de criações para abate, fabricação de pigmentos, matéria-prima para indústria farmacêutica e cosmética, entre outras. Neste trabalho buscou-se, por meio de revisão bibliográfica, reunir informações para disseminar seus benefícios e sua forma de cultivo sustentável, acessível e segura para o consumo, por comunidades com poucos recursos financeiros para que este venha a ser um suporte às necessidades alimentares e suporte financeiro. Os estudos apontaram a “*Spirulina*” como um alimento nutracêutico, de fácil manejo e baixo custo de cultivo, tendo, portanto, capacidade de potencial resolutivo para o problema de insegurança alimentar.

Palavras-chave: *Arthrospira platensis*. Spirulina. Insegurança Alimentar. Desnutrição.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o último relatório de Segurança Alimentar e Nutricional, feito pela FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) e outras agências, quase 700 milhões passaram fome ou não se alimentaram de forma adequada no ano de 2019 e, apesar dos avanços tecnológicos nas formas de cultivo e produção de alimentos, o problema da desnutrição e da má alimentação atinge todas as populações e causam grandes prejuízos humanos e financeiros. Pessoas e famílias que tem pouco acesso a uma boa qualidade alimentar têm sua qualidade de vida afetada e demandam de maiores atenções de assistência básica à saúde, muitas vezes tendo o seu desenvolvimento físico e intelectual comprometidos quando se trata de crianças e adolescente (UNICEF, 2019). A situação de Insegurança Alimentar (IA) pode existir mesmo quando há alimentos à mesa em quantidade suficiente. Tem-se aumentado a percepção deste fenômeno após a crise do Covid 19; as famílias se encontram em maior vulnerabilidade econômica e muitas dependem da ajuda financeira do governo e de doações de cestas básicas. Neste contexto entra em cena os alimentos ultraprocessados pois são os mais acessíveis por questão de baixo custo, mas são insuficientes na questão da qualidade: são alimentos pobres em nutrientes e rico em gorduras prejudiciais à saúde (IDOETA, 2021); a Unicef aponta que as crianças, brasileiras principalmente, sofrem de IA de uma forma ainda mais preocupante: o sobrepeso. O sobrepeso pré-dispõe a obesidade e a outras comorbidades associadas a ela, o que poderá ser um problema de saúde pública futuro, além das consequências advindas da falta que os nutrientes fazem ao desenvolvimento físico e cognitivo. (UNICEF, 2019)

Também há outro fator importante que ajuda a compor o quadro da IA: o uso excessivo de agrotóxicos em determinados alimentos. Dada a alta produtividade dos setores do agronegócio, há um grande uso de defensivos agrícolas para potencializar a produção, e isto, não só os contamina com produtos nocivos à saúde como diminuem o seu valor nutricional. O Instituto de Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC), em uma análise realizada neste ano de 2021 sobre produtos ultraprocessados disponíveis em supermercado, mercadinhos e padarias, constatou que todos os produtos que contêm o trigo como ingrediente principal (pãezinhos tipo bisnaguinha,

bolachas principalmente) apresentaram contaminação por agrotóxicos. Os produtos continham de 3 a 8 tipos de defensivos agrícolas que são considerados produtos altamente prejudiciais à saúde. No ano de 2013 a ANVISA publicou que 64% dos alimentos brasileiros estavam contaminados por agrotóxicos e segundo o Dossiê Abrasco, o brasileiro consome em média 7 Kg destes produtos a cada ano. (IDEC, 2021; FROTA E SIQUEIRA, 2021)

Como resolver o problema da IA (fome pela má nutrição) e das consequências que ela traz consigo, seja nos ambientes rurais ou urbanos, de forma viável e sustentável? O desafio da nossa atualidade é buscar ofertar não somente um aporte nutricional, mas também uma nova forma de abordagem alimentar. Caminhos ecológicos, sustentáveis e o empoderamento das comunidades pode ser o novo paradigma das famílias brasileiras.

O consumo de alimentos cultivados de forma menos agressiva ao meio ambiente e aos seres humanos é a mola motriz das pesquisas tecnológicas por formas sustentáveis de cultivo e produção de alimentos. A agricultura familiar e orgânica vem de encontro às necessidades alimentares em qualidade de nutrição e de geração de renda familiar. Os produtos criados/cultivados neste modelo têm tido cada vez melhor aceitação pelos consumidores pois estes estão cientes do maior valor nutricional, do que isto reflete na saúde do seu grupo familiar e da urgência em buscar novos e sustentáveis modelos de produção. (SILVA E POLLI, 2020) Neste cenário, por busca de cultivos ecologicamente corretos, sustentáveis, de baixo custo e que tragam o suporte nutricional necessário às famílias em situação de IA deparamo-nos com a *Spirulina platensis*.

A *Arthrospira "Spirulina" platensis* é uma cianobactéria que possui alto valor nutricional, se desenvolve naturalmente em alguns ambientes aquáticos e é passível de cultivo controlado a baixo custo. Trata-se de uma microalga já usada como fonte de proteína pela raça humana há pelo menos 700 anos por antigos povos do México e da África e seu cultivo por comunidades permanece até a atualidade como forma de complemento nutricional. (SILVA BARROS, 2010) O cultivo de microalgas é muito vantajoso em relação à agricultura tradicional pois, diferente desta, ela não exige grandes espaços para cultivo e, no que diz respeito a *Spirulina*, se for para uso individual, é

possível seu cultivo até mesmo em aquários. A *Arthrospira platensis*, além de possuir alto valor proteico (30 a 70 % do seu peso), possui também alta taxa de crescimento (até 30% ao dia se mantidas as condições ideais de cultivo) e tem vantagem no cultivo pois suporta regiões inóspitas a outras formas de agricultura e não requer grande quantidade de água. (COLLARES et al, 2016; SANTANA, 2014; ROCHA, 2014)

Neste trabalho, buscou-se coletar dados, em revisão literária, sobre o valor nutricional da *Spirulina platensis*, seu cultivo em sistema de estufa e sua implantação em comunidades com poucos recursos financeiros. A biomassa gerada será para consumo das próprias comunidades e poderá também ser usada como ração para criações e/ou como biofertilizante em hortas orgânicas gerando produtos com melhor desempenho de produção e maior valor agregado, sendo também aporte financeiro além de enriquecimento da dieta.

2. OBJETIVO

Discorrer sobre os valores nutricionais da *Arthrospira* “*Spirulina*” *platensis*, sua forma de cultivo em ambiente controlado e sua aplicabilidade para aporte nutricional nas situações de IA.

Difundir e popularizar o cultivo da microalga *A. platensis* “*Spirulina*” em comunidades de baixa renda para complemento de nutrição e agregação de renda familiar bem como apresentar e gerar conhecimento sobre os benefícios que seu consumo pode trazer a manutenção da saúde ou o restauro dela em casos de enfermidades e/ou comorbidades;

Buscar parcerias com empresas, instituições, universidades, pessoa física e/ou jurídica para o desenvolvimento de técnicas de cultivo e manejo sustentável.

3. METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa bibliográfica, exploratória e de fonte secundária em banco de dados em instituições acadêmicas e em instituições públicas, livros e revistas digitais e sites específicos; as palavras-chave usadas foram “*Spirulina platensis*”, “valor nutricional das algas”, “cianobactéria”, “desnutrição e obesidade”, “sistemas sustentáveis”.

Buscou-se na literatura validar os valores nutricionais da *Spirulina platensis* para aporte nutricional como forma de sanear os problemas da IA em comunidades de baixa renda assim como sua facilidade de manejo, utilização como fonte de renda e de impacto ambiental positivo.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 A TRIPLA CARGA: DESNUTRIÇÃO; MÁ NUTRIÇÃO e SOBREPESO

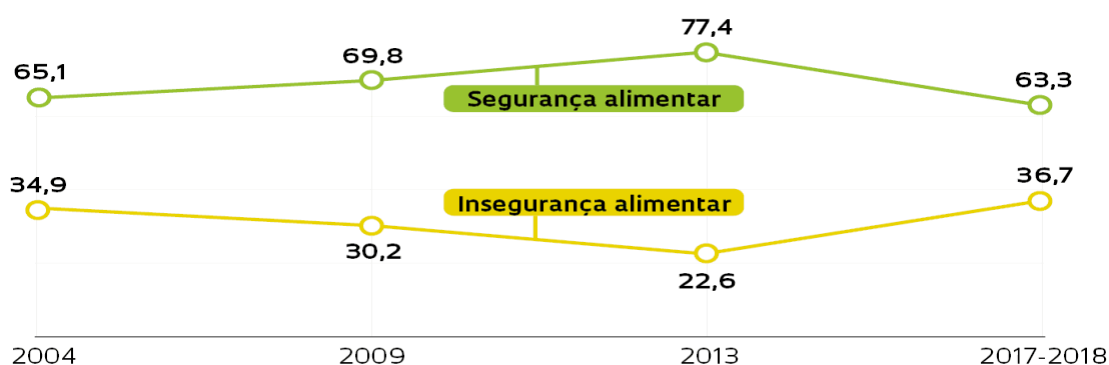
4.1.1 A desnutrição

A desnutrição pode ser entendida como a quantidade insuficiente para o organismo realizar suas atividades metabólicas/fisiológicas. Sua causa é complexa e vai desde uma disfunção orgânica por fatores intrínsecos a fisiologia de cada organismo a, principalmente, fatores como desigualdade, baixa renda e exclusão social (SILVA, 2018), tornando-a uma questão de saúde pública. No Brasil, segundo dados do IBGE, entre 2017 e 2018, 4 a cada 10 famílias passaram por situação de restrição alimentar e, apesar do Brasil configurar entre os maiores produtores de alimentos do mundo, 36,7% dos lares brasileiros apresentaram IA, o que representa aproximadamente 3,1 milhões de domicílios, com a adultos, adolescentes e crianças em privação quantitativa de alimentos; os casos de desnutrição ainda são mais prevalentes nas regiões norte e nordeste. (FRAGA e VARELA, 2012; IBGE, 2020).

Figura 1: Comparativo da IA de 2004 a 2017-2018

Realidade brasileira ▲

Gráfico mostra oscilação da segurança alimentar no país (% da população)



FONTE: PESQUISA DE ORÇAMENTOS FAMILIARES/IBGE-2017/2018

No país tem sido observado o aumento do quadro da IA desde 2016 quando se acentuou a redução das políticas públicas voltadas à segurança alimentar e o advento da pandemia COVID-19 veio a agravar ainda mais tal situação; muitas famílias perderam sua fonte de renda, por conta da redução orçamentária foi imperativo a

redução do gasto com alimentos dando prioridade a quantidade adquirida para manutenção do sustento da família em detrimento da qualidade dos alimentos comprados. (VIGISAN, 2021)

A desnutrição na infância pode causar atrasos no desenvolvimento físico, pois os poucos recursos nutricionais serão direcionados para manutenção mínima das funções orgânicas prejudicando o desenvolvimento das funções motoras e implicando também na disposição da criança em manter uma relação proativa e instintiva natural da primeira infância; também atrasos no desenvolvimento intelectual, na imunidade e na formação de tecidos. Se a desnutrição ocorrer principalmente nos primeiros anos da infância, mesmo que esta criança venha a ter uma recuperação nutricional tardia, alguns danos no sistema nervoso central poderão não ter recuperação. (SILVA, 2018; MONTEIRO et al, 2009)

Os prejuízos sociais também são bastante relevantes pois as pessoas em tal situação podem ter o desenvolvimento cognitivo e motor comprometidos e uma limitação no seu desenvolvimento social e isto implica diretamente na sua qualidade de vida adulta, na sua capacidade produtiva e nos custos gerado aos serviços de saúde pública na assistência destes indivíduos. Segundo COSTA et al (2018), *“a negligência no tratamento da desnutrição, acarretam problemas que marcam toda a vida de uma pessoa e está associada à maior frequência de internações hospitalares, resultado das infecções repetidas, trazendo ao organismo sequelas duradouras”*.

Portanto, muitos são os prejuízos advindos dos quadros da desnutrição e da má alimentação. Há prejuízos físicos, intelectuais, sociais e financeiros onde, invariavelmente, o prejuízo maior é do ser que foi exposto a tal violência física e psicológica, conforme afirma a UNICEF, 2019, pag 06:

A tripla carga da má nutrição – subnutrição, fome oculta e sobrepeso – ameaça a sobrevivência, o crescimento e o desenvolvimento de crianças, adolescentes, economias e nações.

4.1.2 Má nutrição e sobrepeso

Deparar-se com este novo problema de saúde pública é um contrassenso pois, conforme o Programa Mundial de Alimentos da Organização das Nações Unidas

(PMA-ONU) advertiu, para o ano de 2020, 88 países, num contingente de 270 milhões de pessoas, podem ter sido atingidas pela fome (QUEIROZ, 2020). A fome oculta³ é das formas mais trágicas de IA porque vem disfarçada de uma aparente nutrição e sua percepção acaba sendo mais tardia, conseqüentemente, o seu tratamento muitas vezes já não será tão eficiente e algumas sequelas poderão ser permanentes (UNICEF, 2019).

“Bebê estava gordinho, mas anêmico” - É um relato de caso acontecido na periferia de São Paulo onde a Dra. Maria Paula de Albuquerque, pediatra no Centro de Recuperação e Educação Nutricional (Cren) prestou atendimento. O bebê atendido, com 15 meses de vida, apresentava peso acima do normal para a idade; sua dieta era composta basicamente de leite, farinha láctea e outros engrossantes, contraditoriamente, também apresentava anemia em níveis preocupantes. A pediatra complementa:

"Ele pode sofrer de atrasos no desenvolvimento por causa da anemia e está mais exposto a infecções. Também está tendo seu corpo programado para ter diabetes, pressão alta e obesidade na vida adulta. É um exemplo clássico da dupla carga da má nutrição."(IDOETA, 2021)

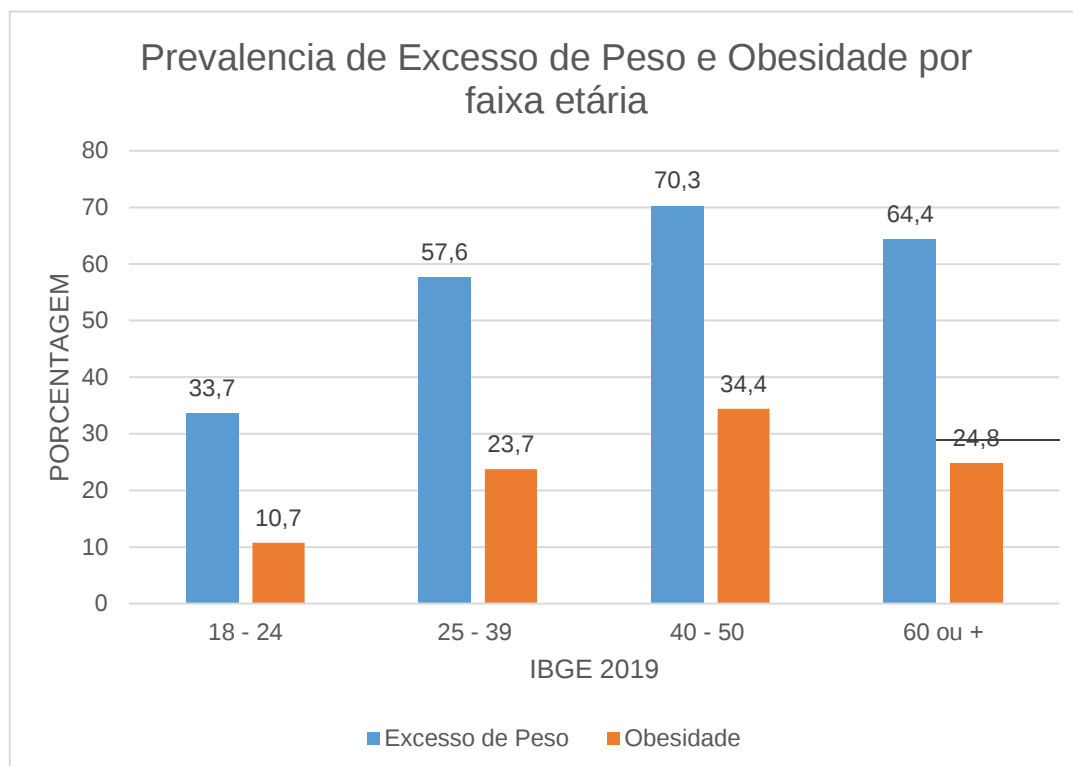
No Brasil, em 2014, estudos já apontavam que o número de pessoas com sobrepeso chegava a 65 milhões e de obesos era cerca de 20 milhões. Nas regiões sul, sudeste e centro-oeste temos hoje o sobrepeso e a obesidade ganhando o cenário nas questões de saúde coletiva. Segundo a nutricionista Semíramis Martins Álvares Domene, do Instituto Saúde e Sociedade da Unifesp, o paradoxo também está no fato de pessoas que sofrem com a falta de comida poderem também apresentar níveis de obesidade por causa da baixa qualidade dos produtos ingeridos. (QUEIROZ, 2020)

Estudos apontam que o problema da subnutrição pode vir a ser ainda maior quando se trata do sexo feminino pois denota o seu efeito intergeracional. As crianças geradas por mulheres em IA ou que já passaram por ela, tendem a nascer prematuramente, ter baixo peso ao nascer e comprometimento do desenvolvimento cognitivo. A desnutrição na infância predispõe ao quadro do sobrepeso e da

³ Carência nutricional causada pela falta da ingestão de alimentos nutritivos

obesidade na adolescência e na vida adulta; no que diz respeito às mulheres, na gestação podem vir a desenvolver diabetes gestacional e pré-eclâmpsia e complicações no parto. (UNICEF, 2019; CHAGAS et al, 2013)

Figura 2: Percentual de sobrepeso e obesidade da população brasileira em 2019



Fonte: Pesquisa Nacional de Saúde – 2019 IBGE (adaptado)

4.2 PARADOXOS E PARADIGMAS CONTEMPORÂNEOS

4.2.1 A superprodução de alimentos e os agrotóxicos presentes à mesa

A chamada “revolução verde⁴” teve seu auge no Brasil na década de 1970. Com a implantação do Programa Nacional de Defensivos Agrícola (PNDA) em 1975, seu maior incentivo veio por intermédio do Estado e da vinculação do crédito agrícola ao seu uso; a “revolução verde” trouxe dinamismo ao setor, mas teve caráter supressor, aumentou as desigualdades e propiciou concentração de riquezas. A partir de 2002 o que era chamado de “defensivo agrícola” teve reconhecido o seu caráter e então o termo “agrotóxico” passou a ser adotado no país. Desde 2008 o Brasil ocupa

⁴ Conjunto de tecnologias químicas e mecânicas voltadas ao aumento da produção de alimentos nas lavouras

o primeiro lugar em consumo de agrotóxicos: produtos destinados diretamente à eliminação de espécies entendidas como prejudicial ao desenvolvimento das plantações e/ou que interfira na produtividade do setor da agroindústria (LOPES e ALBUQUERQUE, 2018; ASSIS, 2005). Apesar da alta produtividade do setor, a maior parte é destinada à geração de commodities⁵; estima-se que 40% da área cultivável seja destinada somente para soja e gado, mas o país produz também algodão, milho, carne de frango, cana para produção de açúcar, entre outros, destinados ao mercado externo e, isto, paradoxalmente, acentua o problema da IA no país. Apesar do Brasil ser um dos maiores produtores de alimentos do mundo, a priorização da exportação, o aumento das monoculturas a partir de sementes transgênicas, a diminuição do plantio de arroz e feijão para consumo local e ainda o uso abusivo de agrotóxicos que contaminam os alimentos, faz com que a dieta seja menos diversificada, mais encarecida e mais pobre em nutrientes. (QUEIROZ, 2020; FROTA E SIQUEIRA, 2021); Entre os alimentos vindos diretamente desta agroindústria para a mesa das famílias brasileiras, estão os alimentos ultraprocessados, que são ricos em gorduras, açúcares, corantes e outros aditivos sintéticos, possuem baixo valor nutricional, são acessíveis por seu baixo custo, atrativos pela alta palatabilidade e ainda mantém parte dos agrotóxicos usados na sua produção mesmo após o processamento. Segundo a cartilha “Tem veneno neste pacote” (IDEC, 2020), que realizou um estudo em diversos alimentos ultraprocessados disponíveis em supermercado, mercadinhos e padarias, constatou que a maioria dos produtos que têm o trigo como ingrediente principal (pãezinhos tipo bisnaguinha e bolachas doces e salgadas) apresentaram contaminação por agrotóxicos. Os produtos continham de 03 a 08 tipos de defensivos agrícolas que são considerados produtos altamente prejudiciais à saúde. Conforme aponta estudo realizado entre 2015 e 2017, entre os produtos mais consumidos pela população brasileira estão os alimentos ultraprocessados, principalmente os embutidos tipo salsichas, bolachas, pães, comidas instantâneas e refrigerantes. (QUEIROZ, 2020)

Os agrotóxicos usados na agroindústria também têm sido apontados como um novo determinante nos quadros de IA da população; os contaminantes diminuem o valor nutricional dos alimentos e agregam produtos nocivos que, ingeridos, trazem

⁵ Bens de consumo mundial, padronizadas, negociadas em bolsas de valores.

danos à saúde e trazem um impacto ambiental profundo. Estudo realizado em 2011 pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA) evidenciavam que 63% das amostras dos alimentos do cotidiano da população brasileira apresentavam contaminação por agrotóxicos sendo muitos deles não eram autorizados ou estavam sendo usados além dos limites de recomendação. Os agrotóxicos são absorvidos pelas plantas, pelo solo, contaminam as águas, são carregados pelas massas de ar e passam a integrar a cadeia alimentar; entre seus maiores danos à saúde estão: intoxicações, distúrbios endócrinos, mal formação congênita em fetos, distúrbios neurológicos, entre outros; a população rural encontra-se ainda mais exposta a tais efeitos pois além da ingestão há a carga absorvida por processo de trabalho no campo (LOPES E ALBUQUERQUE, 2018; DOSSIÊ ABRASCO, 2015). Em um estudo realizado por ROCHA et al (2021) em Primavera do Leste, Mato Grosso, associou a alta taxa de casos de asma não controlada em crianças e adolescente à grande exposição aos agrotóxicos uma vez que a cidade tem sua economia voltada ao agronegócio e é umas das dez na região que mais consomem este insumo; o Estado do MT é o maior consumidor deste tipo de produto no país. A pesquisa considera ainda que toda a população esteja exposta e sofra os efeitos dos agrotóxicos e que, em alguns estudos foi achado resíduos de agrotóxicos até mesmo na poeira doméstica.

Figura 3: Contaminação dos alimentos por agrotóxicos



Fonte: Ciclo Orgânico⁶, 2019.

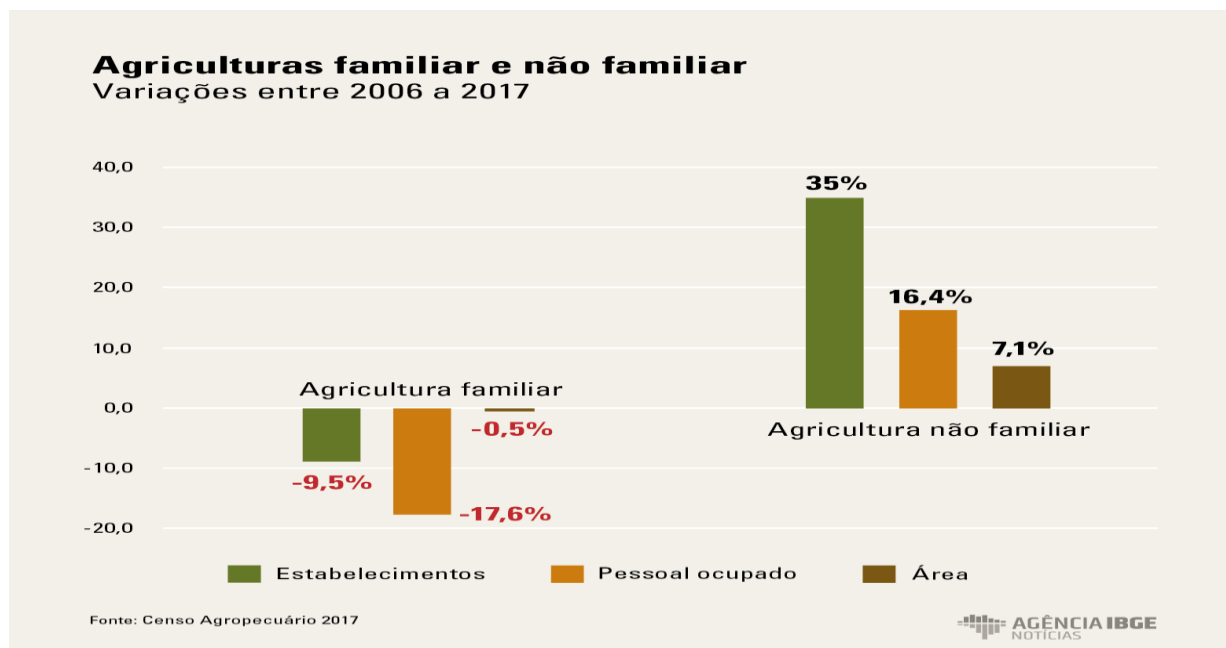
⁶ Disponível em: <http://blog.cicloorganico.com.br/sustentabilidade/voce-sabia-que-somos-campeoes-mundiais-em-agrotoxicos/>

4.2.2 Agricultura familiar e sustentabilidade

A questão agrária do Brasil tem sido palco de muitos conflitos e as políticas públicas voltadas às questões da terra e produtividade agrária tem passado por mudanças mais profundas desde meados dos anos de 1960. A partir principalmente dos anos 90 foram implementadas no país políticas públicas voltadas à agricultura familiar e ao desenvolvimento rural sustentável e o marco político e institucional criado pelo Estado, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) em 1995 trouxe um olhar diferenciado à agricultura familiar, no ano 2000 foi criado o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e a Secretaria da Agricultura Familiar (SAF) em 2001, isto, junto a outros eventos políticos que também favoreciam as questões de acesso e cultivo à terra, mercados, assistência social e segurança alimentar. (MEDEIROS E GRISA, 2019 apud Grisa e SCHNEIDER, 2015)

O Governo Federal passou então a ter pelo período de 2000 a 2016 dois ministérios conflitantes entre si voltados às questões rurais/agrárias do país: o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) voltado ao agronegócio principalmente, e o MDA voltado à reforma agrária e a agricultura familiar, sendo, este último extinto em 2016 no governo Temer (MEDEIROS E GRISA, 2019). Após um período de aproximadamente duas décadas de ascensão da agricultura familiar onde houve a criação do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) atrelado à programas de segurança alimentar e nutricional, houve um enfraquecimento destas políticas e isto pode ter refletido nos índices de aumento da IA no meio rural que, neste momento, apresenta-se maior que nos centros urbanos, segundo avaliou o cientista político Thiago Lima do Departamento de Relações Internacionais da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em entrevista à Revista Pesquisa Fapesp. Segundo o censo agropecuário do IBGE de 2017, a agricultura familiar respondeu por 23% da produção nacional sendo que em relação ao censo de 2006, houve redução em 9,5% na quantidade de unidades de produção familiar. (QUEIROZ, 2020)

Figura 4: Gráfico comparativo do desenvolvimento das agriculturas familiar/não familiar.



Fonte: Censo Agropecuário 2017.

As questões de preservação do meio ambiente e sustentabilidade nos processos de produção abriram espaço nos países que já faziam uso de insumos agroquímicos e provocaram movimentos ambientalistas preocupados com as questões de saúde, meio ambiente e com os malefícios de tais produtos por, não só contaminarem os alimentos como também afetarem de forma severa o meio ambiente. Desde então a agricultura orgânica e meios de cultivos sustentáveis vêm ganhando espaço nas discussões sobre saúde e qualidade de vida e, neste cenário, o conceito de agroecologia surge no final da década de 1970 como uma ciência que busca compreender a complexidade dos ecossistemas, trazer pesquisas e tecnologias para agregar produção, economia, sustentabilidade e um fundamento às formas não industrial de cultivar a terra. Vários eixos e movimentos haviam surgido pelo mundo e, embora todos com enfoque na produção harmônica e sustentável para o planeta, cada um tendo a sua particularidade metodológica no manejo da terra e formas de cultivo (ASSIS, 2005). Os alimentos orgânicos têm ganhado a atenção do público consumidor e, embora ainda demande maiores pesquisas sobre a qualidade nutritiva superior ou não dos alimentos cultivados neste formato, a detecção de resíduos dos agrotóxicos em alimentos vindos da agroindústria, mesmo quando in natura, processados ou

ultraprocessados, que muitos estudos comprovam com bastante propriedade, apontam este fato, por si só, como um dos componentes da IA na atualidade. (IDEC, 2021; SILVA e POLLI, 2020)

4.3 ALGAS, O POTENCIAL TECNOLÓGICO DOS SERES PRIMITIVOS

4.3.1 Os seres fotossintetizantes na evolução do planeta Terra

Segundo a teoria da evolução da vida na Terra, o resfriamento do planeta e o surgimento da água em estado líquido, o gás CO² que dominava a atmosfera junto a outros gases principalmente Nitrogênio, Hidrogênio e Enxofre, aliados às altas descargas elétricas e à radiação ultravioleta que passava livremente, pois não havia a formação da camada protetora de Ozônio que temos hoje, deram origem às primeiras moléculas orgânicas e suas reações químicas. Hoje já foi comprovado cientificamente, por meio de simulações em laboratórios onde se repetiram a suposta condição da terra primitiva, a formação espontânea dos biomonômeros ⁷ que propiciaram a formação dos primeiros compostos orgânicos do planeta. A partir da junção destes biomonômeros foram sintetizados os primeiros aminoácidos e outras substâncias orgânicas e, acredita-se que as primeiras células e seus metabolismos primitivos surgiram a partir do encapsulamento espontâneo destes compostos. Registro de microfósseis encontrados na Austrália e que datam de 3,5 bilhões de anos sugerem organismos extremófilos que viviam em fossas hidrotermais marinhas e em ambientes vulcânicos, muito parecidos como os seres procariontes de hoje foram os precursores da vida; eles provavelmente tinham a respiração a base de Enxofre, pois o Oxigênio disponível na atmosfera só viria a partir de 2,4 bilhões de anos atrás. Os fósseis, vivos, de estromatólitos⁸, que são a forma de vida mais antiga do planeta, confirmam que os próximos seres na linha evolutiva do planeta surgiriam há aproximadamente 3 bilhões de anos e teriam sido as cianobactérias, seres procariontes, fotossintetizantes, mas que não apresentam fotossistemas organizados em cloroplastos como as plantas superiores. Elas foram, acredita-se, os primeiros seres a realizar fotossíntese e responsáveis pela constituição da atmosfera terrestre

⁷ Moléculas simples que têm o elemento Carbono como base.

⁸ Estruturas rochosas construídas por colônias de organismos microscópicos fotossintetizantes

e ainda mantém esta função primordial para a manutenção da vida de todos os seres deste planeta. (PELLIZARI e BENDIA, 2021)

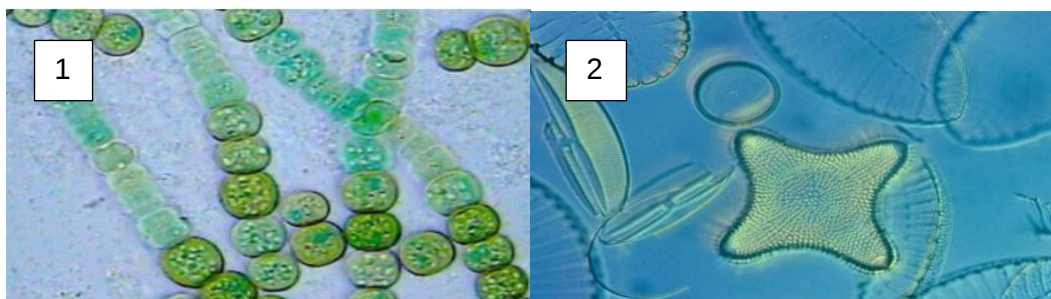
Figura 5: Estromatólitos do Lado Thetis e Trombólitos (seus descendentes) do lago Clifton, ambos na Austrália



Fonte: BBC News/Brasil - Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-tra-55905807>

O termo “Algas” foi cunhado por Linnaeus no século XVIII e, embora permaneça em uso pois é um termo popular, fica evidente que é muito genérico para uma gama de organismos bastante distintos entre si. As algas habitam águas marinhas, dulcícolas ou salobras assim como podem ser encontradas em ambientes úmidos como troncos de árvores ou dentro de outras plantas; elas podem viver nas colunas d’água ou sobre a lâmina ou ainda presas a algum substrato; são em sua maioria seres autótrofos fotossintetizantes, mas existe espécies que se comporta de forma heterotrófica na ausência de luz. Elas fazem parte do plâncton aquático e são elementos essenciais da cadeia trófica ⁹. Pesquisas da fisiologia e bioquímica comprovam que elas pertencem a várias linhas evolutivas; foram reclassificadas em diferentes domínios, reinos e filos, mas popularmente são chamadas de microalgas ou macroalgas.

Figura 6: 1-Cianobactérias 2-Diatomáceas



Fonte: Imagens Google

⁹ Sequência linear da transferência de matéria e energia em um ecossistema.

Trata-se de seres que podem ser procariotos ou eucariotos, ou seja, possuírem ou não um núcleo organizado, podem ser microscópicos e unicelulares como as cianobactérias e diatomáceas ou macroscópicas como as algas verde, pardas e vermelhas. (GUERRA et al, 2011; OLIVEIRA et al, 2013)

Figura 7: 3-alga verde 4-alga parda



3- Fonte: Imagens Google



4- Fonte: Imagens Google

Macroalgas são usadas há centenas de anos e produzidas de forma comercial há muitas décadas no Japão e China principalmente. São algas das espécies *Rodophyta* e *Phaeophyta*, vermelhas e pardas, respectivamente, as mais cultivadas para produção de ficocolóides como ágar-ágar e alginato ou de nori, utilizado para fins culinários, entre outros. No Brasil, em 1970 o Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo (USP) iniciou o trabalho com microalga marinha e em 1976 foi publicado os primeiros resultados do trabalho sobre o cultivo de diatomáceas. A Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) deu início à primeira coleção de microalgas das águas doces do país (BARROS, 2010). No ano de 1995 foi introduzida a espécie *Kappaphycys alvarezii*, alga pertencente à Divisão *Rodophyta* (algas vermelhas), originária das Filipinas; desta alga deriva a Carragenana, hidrocoloide gelificante e estabilizante amplamente usado pela indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. Os primeiros experimentos foram realizados no litoral paulista, mas, somente em 2008 seu cultivo foi permitido por meio da Instrução Normativa nº 185 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). O país importa mais de 2 mil toneladas/ano desta espécie e, apesar do Brasil ter as

condições ambientais ideais e resultados animadores nas pesquisas, ainda não há cultivos em grande escala por questões de licenciamento ambiental, biossegurança, falta de políticas públicas de apoio aos produtores. (BIAZON, 2017)

Figura 8: macroalga *Kappaphycys alvarezii*



Fonte: ReBentos – Foto: Patrícia Guimarães Araújo / Imagens Google

Para auxiliar no combate à COVID-19, o Instituto de Pesca da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (IP-APTA), colocou seu material biológico de macroalgas marinhas à disposição dos pesquisadores e a macroalga *Kappaphycys alvarezii*, é uma das mais estudadas pelos seus compostos antivirais. (CDRS, 2020)

Microalgas são tipos mais recentes no cultivo comercial e a partir de 2004 que a produção deu um salto chegando, em 2013, a 15 mil toneladas; o mercado atual gira em torno dos 6,25 bilhões de dólares. As principais espécies cultivadas para fins comerciais para suplementação nutricional, indústria cosmética, abrasivos, produção de pigmentos e antioxidantes como os carotenoides, astaxantinas, ômega3 e 6, entre outros, são a *Arthrospira sp*, *Chorella sp*, *Dunaliella salina* e *Haematococcus pluvialis* e as *Bacillariophyta sp* (diatomáceas) e *Euglena gracilis*. No Brasil e no mundo muitas pesquisas avançam no sentido da aplicação biotecnológica das microalgas e os desafios consistem na melhoria genética para potencializar a produção e custos; a viabilidade técnica para a produção de polímeros, bioplástico e biocombustível está comprovada e inúmeras indústrias já usam os produtos de forma experimental; a expectativa é de crescimento acelerado pois são grandes as vantagens da biomassa das microalgas em relação às matérias primas tradicionais: alta produtividade, aproveitamento de áreas não cultiváveis na agricultura tradicional, sequestro de carbono da atmosfera, sem períodos de entressafra, tratamento de águas residuais,

são alguns exemplos do potencial e versatilidade das microalgas. O país conta neste momento com mais de 40 instituições que mantêm coleções com centenas de cepas de microalgas e cianobactérias e foi investido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) nos últimos dez anos mais de 26 milhões de reais em programas de pesquisas em universidades federais; na Embrapa existe uma coleção de microrganismos fotossintéticos dos biomas brasileiros. No Rio Grande do Norte, a Petrobras e a Universidade Federal iniciaram cultivo de microalgas para produção de biodiesel; também há iniciativas de pesquisas e produção por parte de empresas privadas para fornecimento de matéria prima para biorremediação de efluentes industriais e para alimentação na aquicultura. (COLLARES et al, 2016; SANTOS, 2013; SIMÕES et al, 2016)

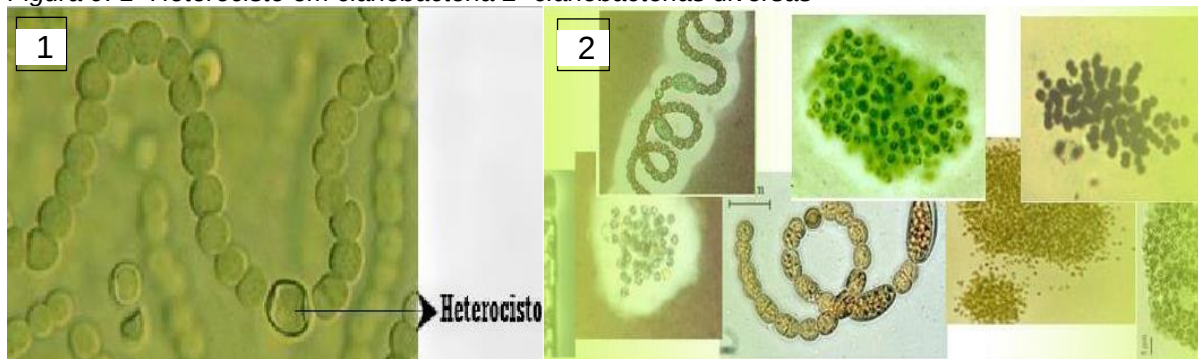
4.3.2 Cianobactérias

As cianobactérias são organismos simples que a partir de matérias inorgânicas como Gás Carbônico, Nitrogênio, Enxofre e energia solar se desenvolvem e se multiplicam facilmente. O atual “Código Internacional de Nomenclatura para Algas, Fungos e Plantas” (Código de Melbourne 2011) dividiu as cianofíceas, Divisão Cyanophyta, em quatro ordens distintas sendo: Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales e Stigonematales; são seres microscópicos, procariontes (bactérias do tipo Gram-negativas) e que realizam fotossíntese pelos fotossistemas¹⁰ I e II e da clorofila *a*, mas alguns tipos de cianobactérias também apresentam clorofila *b* e *d* e mais recentemente identificaram clorofila *f*; segundo estudos, esta característica de diferentes clorofilas conferem a elas a capacidade (e vantagem em relação aos vegetais) de absorver a energia luminosa além do espectro visível; possuem outros pigmentos como a ficocianina, sendo este o que confere a elas o termo de “algas azuis”, carotenoides e ficobilinas. São seres capazes de fixar nitrogênio atmosférico por meio de diferenciação de algumas células em heterocistos e esta característica lhes permite habitar ambientes extremos e variados; elas são os elos evolutivos das plantas verdes, teoriza-se que, por processos de endossimbiose. A reprodução das cianobactérias pode ser por divisão celular, fragmentação ou através da formação de

¹⁰ Complexo de proteínas otimizadas para coletar luz

esporos; elas podem ser unicelulares ou coloniais, organizadas em filamentos que ficam envoltos em bainha mucilaginosa que pode ser pigmentada ou não, elas não possuem parede de celulose e suas células são revestidas por peptideoglicanos (açúcares e aminoácidos). (SANTOS, 2013; BORBA, sd; GUERRA et al, 2011; SIMÕES et al; 2016)

Figura 9: 1- Heterocisto em cianobactéria 2- cianobactérias diversas



Fonte: 1- Imagens Google 2-Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente | Instituto de Botânica

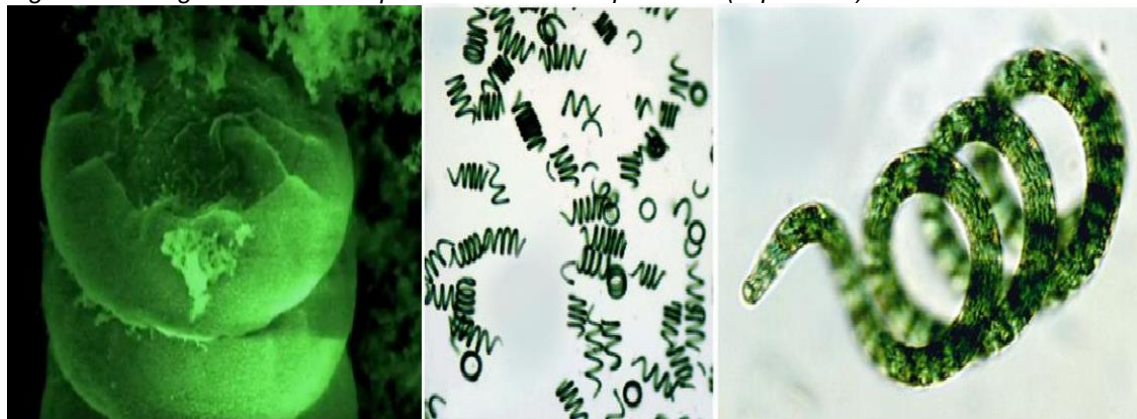
Elas podem produzir ciatoxinas mediante a eutrofização das águas por interferência antrópica causando severos riscos ambientais e de saúde pública. Fenômenos como marés vermelhas, casos de intoxicações, águas para consumo humano com gosto e cheiro ruins e mortandade da fauna dulcícola são alguns dos exemplos. Contudo, ainda não há estudos suficientes para comprovar ou não se estes fenômenos acontecem de forma espontânea em ambientes naturais, não poluídos pelo ser humano. Pelo fato de serem organismos simples e de fácil reprodução, e de ser sabido do seu uso na alimentação desde os povos antigos, foi despertado o interesse científico por estes organismos que, está provado, são altamente adaptáveis, têm alto valor nutricional e possuem compostos bioativos com muitas aplicabilidades pelas indústrias farmacêuticas, alimentícias, agroindústria e, conforme as mais recentes pesquisas apontam, indústrias de geração de energia (biocombustíveis). (COLLARES et al, 2016; OLIVEIRA et al, 2013; SANTOS, 2013; OLIVEIRA e OLIVEIRA et al, 2013)

4.3.2.1 “*Spirulina*”: do “dihé” aos programas espaciais

Apesar de conhecida popularmente por microalga, na classificação filogenética a *Spirulina*, reclassificada recentemente como *Arthrospira* (gênero), é reconhecida como uma cianobactéria, faz parte do Reino Bactéria, do Filo Cyanobactéria, da classe Cyanophyceae, da Ordem Nostocales, da família Oscillatoriaceae e conta com

trinta e cinco espécies identificadas até o momento, porém, as de principal interesse econômico são *A. platensis*, *A. máxima* e *A. fusiformis*. Esta reclassificação se deu após estudos identificarem diferenças morfológicas onde foi observado que, apesar de ambas (*Arthrospira* spp e *Spirulina* spp) possuírem tricomas espiralados, a *Arthrospira* possui septos visíveis ao microscópio e aerótopos (estrutura rígida permeável a gases) facultativos; também apresentam diferenças quanto à filogenia de alguns genes conferindo a cada um dos gêneros um clado monofilético¹¹ diferente. (SANTOS, 2013). um ser unicelular, procarioto, filamentosos, fotossintetizante que habita ambientes aquáticos pouco profundos e em pH alcalino; esta característica confere a ela a capacidade de ocupar ambientes inadequados para outros seres vivos. O termo “*Spirulina*”, como mais habitualmente aceito na literatura, advém da sua forma filamentosa pela justaposição de células cilíndricas curtas e largas, espiralada e recoberta por uma fina membrana mucilaginosa. Estas estruturas filamentosas são denominadas tricomas ¹² por analogia aos tricomas das plantas. Sua forma de reprodução se dá por fragmentação do filamento a partir das células especializadas chamadas necrídios. Estes fragmentos são os hormogônios que irão formar um novo indivíduo. (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013; FILÓCOMO, 2015)

Figura 10: Imagem de microscopia eletrônica da *A. platensis* (“*Spirulina*”)



Fontes: The European Space Agency - ESA / Imagens Google

O uso da *Arthrospira* pelo ser humano remete ao povo Asteca quando por volta dos anos 1300, eles coletavam a “pasta verde” no lago Texcoco e faziam um tipo de bolo seco chamado “Tecuitlatl”; na África, a tribo dos Kanembous também coletavam

¹¹ Grupo que inclui uma espécie ancestral e todos os seus descendentes.

¹² Apêndices formados por uma ou mais células semelhantes aos pelos das plantas.

alga no lago Chade e a secavam para vender no mercado ou fazer molho “dihé”, com salsa e pimenta, para consumir com carnes, milho e peixes. A “alga” ainda hoje é produzida pelas mulheres do povoado de Kanem e usado como suplemento alimentar e, apesar de ser um local de pouco acesso à alimentos variados e ter uma dieta pobre em outras proteínas, o índice de desnutrição é bastante baixo. (LUPATINI, 2016; FILÓCOMO, 2015; OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013)

Figura 11: Mulheres de Chade.



Fonte: <https://gccca.eu/photos/harvest-hope-spirulina-lake-chad>

Entretanto, estudos recentes apontaram que a alga produzida no lago Chade não se trata da *A. platensis* e sim de outra espécie: a *A. fusiformis*, sendo esta, limitada à Asia Tropical e Central e África e a *A. platensis* à América do Sul. Mas na maioria das literaturas continua sendo replicado o equívoco quanto à espécie. A questão da distribuição geográfica das espécies é bastante confusa e demanda de pesquisas que associem técnicas morfológicas, químicas e genéticas para que seja possível rastrear a verdadeira distribuição da espécie. (SANTOS, 2013)

Por ser um alimento completo e balanceado que fornece macro e micronutrientes (proteínas, carboidratos, lipídios; vitaminas e sais minerais, respectivamente) e, observado os cuidados no manuseio para a não contaminação do meio e do fornecimento adequado de nutrientes para o bom desenvolvimento da cultura, a *Arthrospira* tem sido objeto de muitas pesquisas e já foi, inclusive, utilizada como fonte de alimento e suplemento em programas espaciais da National

Aeronautics and Space Administration (NASA) e da European Space Agency (ESA), esta, por intermédio do programa MELLiSSA (Micro-Ecological Life Support System Alternative) onde também há projetos de levar à Estação Espacial experimentos para saber como se comportará seu desenvolvimento no espaço. A ESA também desenvolve o projeto de cultivo junto à comunidade no Congo para aporte nutricional por ser de fácil instalação e manejo. (ESA, 2016; OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013) Um projeto piloto em Karla, na Índia também foi desenvolvido junto à comunidade de integração de produção de “*Spirulina*”, peixes e compostagem; os dois últimos são vendidos no comercio local enquanto a “*Spirulina*”, enviada a Bombaim, é feito biscoitos e macarrão e distribuída às crianças. (SANTANA, 2014)

4.3.2.2 *Arthrospira (Spirulina) platensis*, um superalimento

A *A. platensis* “*Spirulina*” tem a maior parte de sua massa seca, cerca de 60 a 70%, constituído de proteínas, tipo biliproteínas e ficocianinas que participam dos processos fotossintéticos e são reservatórios de nitrogênio; seu valor proteico é bem superior em relação à proteína da carne vermelha e a de peixes, na média de 15 a 25%, e 35% maior que da soja. (LUPATINI, 2016) Contém os aminoácidos essenciais¹³ metionina, valina, isoleucina, leucina, treonina, lisina, triptofano, fenilalanina e treonina, além dos não essenciais. Sua parede celular constituída de mucopolissacarídeos dá a ela a característica de alta digestibilidade, sendo de 85 a 95% o índice de absorção pelo organismo, também tem melhor aproveitamento nutricional pois não necessita de cocção para ser consumida. Muitas vitaminas do complexo B são encontradas em abundância: tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido pantotênico (B5), piridoxina (B6) e cianocobalamina (B12), além de tocoferol (vit. E), fitonadiona (vit. K) e betacaroteno; também é rica em ferro absorvível e outros minerais. Sua estrutura possui de 15 a 20% de carboidratos, apresentando assim altas concentrações de glicogênio e amidos. (BORBA, sd; LUPATINI, 2016) Os aminoácidos presentes na *A. platensis* mostraram-se, nas pesquisas realizadas, muito superiores e em maior quantidade e qualidade em relação a outros alimentos como feijão, soja e

¹³ Aqueles que o ser humano obtém exclusivamente por meio da dieta alimentar.

cereais; em relação aos ácidos graxos, há uma marcante presença do ácido gama-linolênico (GLA), do alfa-linoleico e do oleico, sendo que os dois primeiros representam 30% da massa seca dos ácidos graxos presentes nesta cianobactéria; estes ácidos graxos contribuem para a redução do colesterol do sangue e diminuem assim a ocorrência de doenças cardiovasculares. (MOREIRA, 2010; BORBA, sd; BARROS, 2010)

Figura 12: Tabela em porcentagem de aminoácidos e Ác. graxos da *A. platensis* em base seca.

AMINOÁCIDO	%	AMINOÁCIDO	%
Isoleucina*	6,7	Arginina	7,3
Leucina*	9,8	Cisteína	0,9
Lisina*	4,8	Tirosina	5,3
Metionina*	2,5	Alanina	9,5
Fenilalanina*	5,3	Ácido Aspártico	11,8
Treonina*	6,2	Ácido Glutâmico	10,3
Triptofano*	0,3	Glicina	5,7
Valina*	7,1	Prolina	4,2
Histidina*	2,2	Serina	5,1
ÁCIDO GRAXO	%	ÁCIDO GRAXO	%
Ác. Láurico	0,4	Ác. Esteárico	1,3
Ác. Palmítico	45,5	Ác. Linoléico	14,5
Ác. Palmitoléico	9,5	Ác. Y-linolênico	21,3
Ác. Mirístico	0,7	Ác. Oléico	3,8

Fonte: Barros, 2010 (adaptado); (*)aminoácidos essenciais

A *A. platensis* é rica em vitaminas e minerais, mas um mineral em específico, o ferro, é de maior interesse pois a sua deficiência pode desencadear estado de desnutrição profunda. O ferro neste superalimento é altamente biodisponível pois não há presença de fitatos e/ou oxalatos, como nos cereais, sua absorção é plena no organismo. SILVA (2018), destaca em seu trabalho “Efeitos da *Spirulina* no combate

à anemia ferropriva” os vários estudos em grupos distintos de crianças, adultos e idosos, inclusive portadores de HIV, onde comprovaram que a administração da *A. platensis* “*Spirulina*” aumentaram os níveis de hemoglobina no sangue e reduziram o índice de anemia entre as populações pesquisadas; ressalta também que a sua biomassa apresenta alto nível de vitamina B12 e ácido fólico.

Figura 13: Tabela comparativa de vitaminas e minerais da *A. platensis* em relação a outros alimentos por 100 g de matéria

Vitaminas	<i>A. platensis</i> (mg/100g)	Leite de vaca em pó (mg/100g)	Soja (mg/100g)	Ovos de galinha (mg/100g)
Ácido ascórbico	42,0 - 195,3	6	Tr	0
Calciferol	12000 U	ND	ND	ND
Tocoferol	10 - 19	ND	ND	ND
Tiamina	0,8 – 15,4	0,29	0,66	0,1
Riboflavina	0,2 - 0,9	1,03	0,04	0,58
Nicotinamida	0,6 - 5,3	0,7	2,2	0,1
Piroxidina	0,3 - 4,0	Tr	0,03	Tr
Cianocobalamina	0,3 - 0,8	ND	ND	ND

Minerais	<i>A. platensis</i> (mg/100g)	Leite de vaca em pó (mg/100g)	Soja (mg/100g)	Ovos de galinha (mg/100g)
Cálcio	4.000	890	206	42
Ferro	1.060	0,5	13,1	1,6
Potássio	15.200	1.132	1.922	150
Magnésio	4.800	77	242	13
Manganês	26	Tr	2,87	Tr
Molibdênio	1,50	ND	ND	ND

Fonte: Barros, 2010 (adaptado). *Tr – traço / *ND – Não definido

Pesquisas sobre a toxicidade e patogenicidade da *A. platensis* não detectaram riscos ao consumo humano mesmo em quantidades acima do recomendado pela Food and Drug Administration (FDA); a Agência Nacional de Vigilância Sanitária

(Anvisa) preconiza a ingestão de até 2 g de purinas¹⁴ (quando metabolizadas por nosso organismo, resultam em ácido úrico; este ácido é pouco solúvel e pode precipitar nos tecidos ocasionando o surgimento da doença “gota” e favorecer a formação de cristais na bexiga e nos rins) de fontes não convencionais, animal e vegetal, e isto, em relação a *A. platensis*, significa algo em torno de até três colheres de sopa, aproximadamente 30g porém o seu consumo diário é limitado pela agência a 1,6g. Segundo a FDA, a *A. platensis* tem classificação “GRAS” - “Geralmente Reconhecido como Seguro” - o que garante o seu uso como seguro, a Anvisa, em 2009, incluiu a *A. platensis* na lista “Novos Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos”. (BORBA, sd; OLIVEIRA e OLIVEIRA et al, 2013; MOREIRA, 2010)

Entretanto, apesar do evidente alto nível qualitativo deste alimento, devido as suas propriedades organolépticas, seu consumo deve ser mais estimulado. A cor verde escura da biomassa seca, o odor suave de peixe e seu sabor levemente salgado são barreiras a serem ultrapassadas pela informação sobre o seu alto potencial nutricional e estimulação do seu consumo. Muitos experimentos têm sido realizados e o feedback positivo. Nas pesquisas adicionaram a biomassa seca da *A. platensis* para a confecção de pães, bolachas, massa de macarrão, snacks, bebidas lácteas tipo iogurtes, sorvetes, entre outros, e ofertaram o alimento pronto ao público pesquisado. Os resultados se mostraram animadores pois o índice de aceitação referente a cor, odor, textura e palatabilidade ficaram na média de 80 a 90% de aceitação entre os pesquisados. Contudo, a próxima barreira a ser transposta é a difusão popular desta microalga como alimento de alto poder nutricional para ser consumida in natura, como biomassa fresca ou nos alimentos já processados e, assim, ser incluída consumo diário. (BARROS, 2010; SANTANA, 2014)

SANTANA (2014), em seu estudo, teve como um dos vários objetivos propostos, avaliar a abertura da população de trabalhadores rurais da região semiárida do Estado da Paraíba para o desenvolvimento do cultivo da *A. platensis* “*Spirulina*” e, isto foi feito por meio da instalação de um tanque de cultivo para demonstração aos agricultores da região. Também um dos objetivos foi medir a aceitação da microalga como complemento da dieta alimentar pela comunidade

¹⁴ Bases nitrogenadas que compõem nucleotídeos.

estudada e, para isto, deram a degustação alimentos (tipo bolos, biscoitos, sorvetes e sucos) enriquecidos com a biomassa da “*Spirulina*”, porém sua biomassa fresca não foi dada à degustação. Este estudo evidenciou que há por parte da comunidade a aceitação para ambas propostas e registrou em 88% dos pesquisados a intenção de compra de produtos enriquecidos com “*Spirulina*” caso estes estivessem disponíveis nos mercados; deixou clara ainda a necessidade de disseminação dos processos artesanais de cultivo com o devido suporte técnico assim como a necessidade do apoio de políticas institucionais.

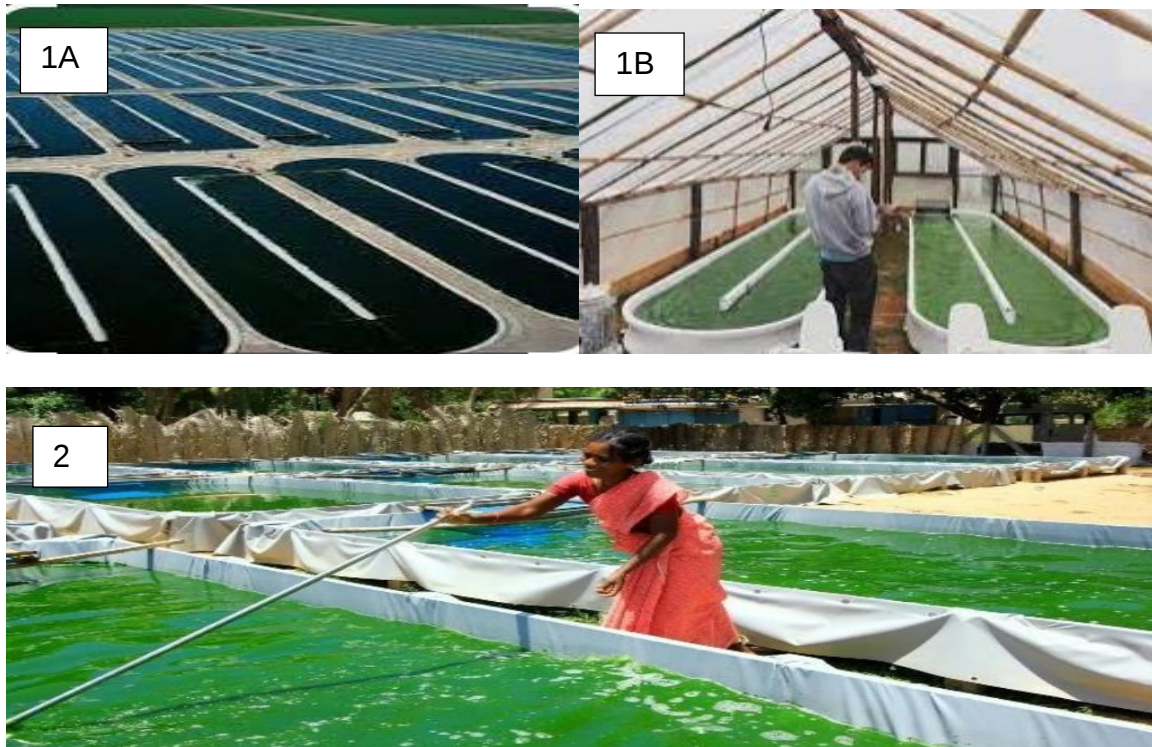
4.3.2.3 O cultivo da *A. platensis* - “*Spirulina*”

As cianobactérias, quando na natureza não requer meios sofisticados para o seu crescimento desde que atendida as necessidades básicas de água, matéria inorgânica, energia solar e temperatura ideal à espécie, e, no caso da “*Spirulina*”, um ambiente alcalino para o seu bom desenvolvimento. Entretanto, no cultivo doméstico ou comercial é necessário o controle das condições de cultivo para que se tenha um resultado satisfatório quanto a qualidade e volume de produção; os fatores físico-químicos assim como os biológicos têm interferência direta sobre as populações microalgais e desempenham papéis otimizantes ou limitantes do seu desenvolvimento. A quantidade e intensidade de luz, temperatura, salinidade, índice de pH e de aeração da água são condições que podem determinar o sucesso do projeto de cultura microalgal; a escolha da espécie adequada ao objeto-fim da produção e controle sanitário visando a não contaminação e/ou influência de outros possíveis microrganismo na cultura são imperativos e, juntamente como os fatores físico-químicos supra citados, influenciam na característica da composição bioquímica da biomassa gerada e, conseqüentemente, na qualidade do produto final. (FILÓCOMO, 2015; SILVA BARROS 2010; BORBA, sd)

O sistema de cultivo aberto da *A. platensis* é em tanques que podem ser a céu aberto ou em estufa, chamados por raceway (circuito) ou tipos lagoas, construídos diretamente na terra, alvenaria ou fibra de vidro, onde a circulação e aeração da água é favorecido e promovido por pás que garantem a circulação dos nutrientes e dos organismos à exposição da luz (essencial seu ao bom desenvolvimento); neste sistema a altura do tanque é fator importante pois este não pode exceder 35 cm para

que haja adequado recebimento de luz.. O sistema raceway aberto é o mais usado na produção comercial; embora o controle das condições de cultivos seja mais difícil pois há perdas da água por evaporação, a possibilidade de contaminação por outros microrganismos trazidos pelo vento ou por animais é grande, não é possível o controle da temperatura e as chuvas podem vir a fazer transbordar os tanques, entre outros, ele ainda é mais barato de implantação e manutenção. A garantia de um bom desempenho de crescimento da cultura de forma contínua, torna-o viável economicamente pois, no cultivo em grande escala é imperativo que os custos de capital investido e custos operacionais sejam os mais baixos possíveis. Já no sistema em estufa as estruturas são normalmente menores, o que torna o manejo mais fácil. Não há perda de água para o ambiente, o controle de temperatura é feito por climatizador, a checagem das condições de cultivo é acompanhada com mais frequência e o risco de contaminação/predação por outros organismos é menor pois o sistema está protegido. Estes sistemas são mais comumente encontrados em pequenas fazendas e em comunidades que têm a produção direcionada ao seu próprio consumo. (FILÓCOMO, 2015; BARROS, 2010; ANDRADE et al, 2014; ROCHA, 2014; SIMÕES et al, 2016;)

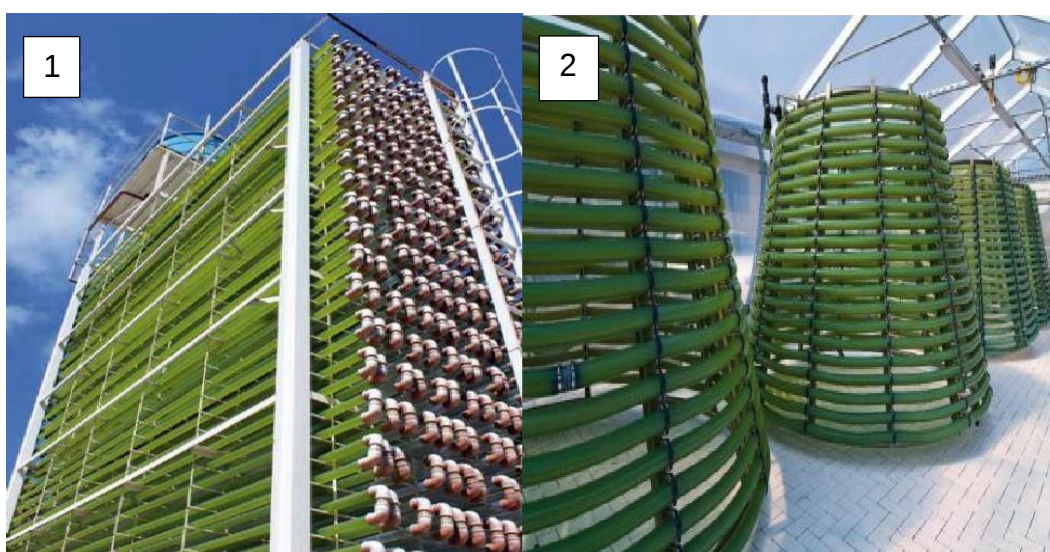
Figura 14:1A- Sistema raceway a céu aberto; 1B- Sist. raceway estufa; 2-Sistema tradicional antigo.



Fonte: Imagens Google.

Em sistemas de cultivo mais antigos e tradicionais na África e Índia, por questões de custos, é comum esta aeração ser feita por pessoas da comunidade que, de tempos em tempos, põe a água em movimento com o uso de rodos. Em Farende, um vilarejo no Togo, África Ocidental, a comunidade faz uso de bateria de caminhão, carregadas por energia de painéis solares, para a movimentação das pás que agitam a água de cultivo da microalga. Estes painéis também fornecem energia para as estufas de secagem e a biomassa pronta é distribuída, pela rede de saúde local, para as crianças da aldeia. (SANTANA, 2014)

Figura 15: Fotobiorreator 1-Universidade Federal do Paraná 2-Universidade Federal do Espírito Santo.



Fonte: Imagens Google

Existe também o sistema fechado em fotobiorreator; este sistema tem inúmeras vantagens em relação ao controle de cultivo, maiores taxas de produção, gerar compostos específicos a partir manipulação bioquímica e física, porém seu custo de implantação, manutenção e operação é alto visto que necessita de pessoas qualificadas para manuseio dos instrumentos. Este sistema é a principal ferramenta para institutos de pesquisas por oferecer meio controlado e direcionado de manejo onde se trabalha com o cultivo específico do microrganismo de interesse.

Várias linhas de pesquisas estão sendo desenvolvidas, desde limpeza de efluentes industriais por microalgas a biocombustíveis e aplicações na indústria química e farmacêutica. Além de alta eficiência na produtividade, este sistema por

fotobiorreator tem o aproveitamento dos espaços verticais, o que não acontece nas formas tradicionais de cultivos de microalgas ou de outras culturas. Pelo fato da maioria das microalgas serem seres fotoautotróficos portanto, dependentes da luz para sua produção de energia e consequente desenvolvimento, a intensidade da luz, o comprimento de sua onda e sua distribuição sobre o fotobiorreator são fatores que exigem projeto específicos visto o tipo de microrganismo e cultura desejada, para melhor desempenho, eficiência energética e volume de produção. (ROCHA, 2014; COLLARES et al, 2016)

O meio de cultivo da *A. platensis* (que é o ambiente direcionado para seu pleno desenvolvimento) pode ser definido ou semidefinido, dependendo do produto-fim de interesse: biomassa para consumo humano ou animal ou extração de seus compostos para uso na indústria alimentícia, química ou farmacêutica. O meio definido é o ambiente totalmente controlado onde a água é purificada e esterilizada para posterior enriquecimento com os nutrientes e inoculação do microrganismo; este meio é usado em sistema de fotobiorreator pois há a necessidade de acompanhamento da composição exata dos nutrientes para acompanhamento da curva de crescimento e comportamento da microalga no meio de cultivo bem como a composição final da biomassa gerada. O meio semidefinido é aquele cujas condições são conhecidas, porém não totalmente controladas; pode-se usar águas de corpos d'água como de rio ou do mar, água coletada da chuva ou dos meios de abastecimento local e, nesta água é adicionado os nutrientes em quantidades específicas. Este meio é amplamente utilizado nos cultivos abertos, são mais baratos e, para a produção em escala comercial, onde a biomassa gerada, normalmente de forma integral, é destinada para consumo. (FILÓCOMO, 2015; BARROS, 2010)

4.3.2.4 Nutrição adequada: crescimento otimizado da cultura

Para um bom crescimento da *A. platensis* é necessária uma condição minimamente parecida com a do meio natural em que é encontrada, mas, para se ter o crescimento otimizado, exponencial, o balanceamento de macro e micronutrientes¹⁵

¹⁵ São aqueles que devem ser absorvidos em maior ou menor quantidade; varia de ser vivo para ser vivo.

e complexos vitamínicos ofertados é essencial. Os macronutrientes são responsáveis pela constituição estrutural da célula e dos processos metabólicos; sua ausência pode comprometer as suas funções vitais. São eles:

*carbono (C): o mais importante deles pois constitui metade de sua biomassa adquirido da atmosfera e adição de sais de carbonatos ou bicarbonatos ao meio de cultivo;

*hidrogênio (H) e oxigênio (O) facilmente adquirido pela quebra de moléculas da água de cultivo;

*nitrogênio (N): envolvido nos processos de metabolismo primário e componente básico da formação dos ácidos nucleicos, proteínas e pigmentos fotossintetizantes, sua falta pode diminuir a porção proteica e aumentar o percentual de polissacarídeos assim como diminuir as clorofilas das células aumentar os carotenoides, levando ao aspecto amarelado do microrganismo;

*fósforo (P): ligado a regulação do metabolismo e à síntese de lipídeos, carboidratos, moléculas estruturais e geração de energia (ATP), as fontes de aquisição são os sais de sódio e de potássio enquanto o arsênio (As) pode inibir sua absorção;

*enxofre (S): presente na constituição dos aminoácidos metionina e cisteína e em certas vitaminas como tiamina e biotina, representa de 1 a 2% do seu peso seco;

*potássio (K): regula a pressão osmótica e é co-fator de várias enzimas e na estabilidade de proteínas;

*magnésio (Mg): constituinte da molécula de clorofila, estimula a síntese dos ácidos graxos essenciais, regula os níveis iônicos, participa da ativação das enzimas glicolíticas. (BARROS, 2010; ROCHA, 2014)

Os micronutrientes desempenham papéis essenciais da manutenção do metabolismo por meio da participação na estrutura e atividade de diversas enzimas. Os micronutrientes metálicos ensejam maior atenção pois, embora essenciais, em altas concentrações podem ser tóxicos e/ou atuar como antagonistas na absorção de outros nutrientes ainda que estes estejam disponíveis no meio. Os micronutrientes são: ferro (Fe); manganês (Mn); molibidênio (Mo); cobalto (Co); boro (B); vanádio (V);

zinco (Zn); cobre (Cu); selênio (Se). As vitaminas tiamina, biotina e cianocobalamina são as mais importantes e precisam ser recebidas de fontes exógenas. Há também os quelantes, substância empregada para interagir com elementos metálicos não solúveis, tornando-os disponíveis para o meio sendo o principal quelante usado hoje em dia o Ácido Etilenodiaminotetraacético (EDTA). (BARROS, 2010; ROCHA, 2014)

Outros fatores de primeira importância são:

*temperatura: é fator de forte influência na velocidade das reações metabólicas, quando a menos de 20° não há crescimento e acima de 42° pode ocorrer morte, sendo o ideal para bom desenvolvimento de 30° a 35°;

*iluminação: determina o crescimento microalgal e não deve ser mantida 24h por dia para que não ocorra a fotoinibição pelo excesso de exposição que inibi a fotossíntese e causa a concentração de elétrons, estes reagem com a água e formam o peróxido de hidrogênio, tóxico para as células. A exposição prolongada também pode levar à lise celular por foto-oxidação;

*pH: o pH favorável de crescimento da *A. platensis* é na faixa de 9,5, mas

é necessário o controle do índice pois o processo de fixação do dióxido de carbono aumenta o pH do meio e se houver aumento da alcalinidade com pH acima de 11 não ocorrerão os processos metabólicos além de ocorrer a precipitação de carbonato;

*aeração: além da distribuição homogênea dos nutrientes e permitir a captação de gases da atmosfera, a aeração também promove a distribuição das células impedindo a formação de aglomerados e garantindo a incidência luminosa adequada e a difusão do calor a todas as células. (BARROS, 2010; ROCHA, 2014; BORBA, sd)

Dos meios de cultura usados, o “Zarrouk” é o mais bem aceito como eficaz para o cultivo da *A. platensis* e outras cianobactérias pelo crescimento eficiente. Zarrouk defendeu, em 1966, sua tese de doutorado detalhando seus experimentos de cultivo de *Arthrospira máxima* em relação à temperatura e ao meio nutricional adequados. Pesquisadores fazem eventuais alterações na fórmula para testar parâmetros de desenvolvimento e adaptabilidade e para direcionar o desenvolvimento de característica de interesse inerente ao cultivo (SANTOS, 2013; SANTANA, 2014). Os compostos

usados no meio “Zarrouk” são compostos usados comumente como fertilizantes na agricultura tradicional.

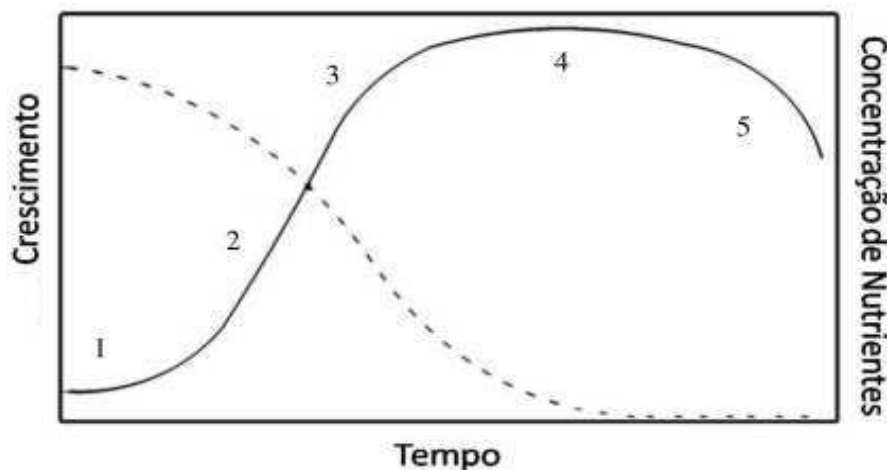
Figura 16: Meio de cultura para "A.platensis" padrão "Zarrouk" e meio modificado

Ingredient	Standard media (gm/l)	Modified media (gm/l)
NaCl (Cloreto de Sódio)	1.0	1.0
CaCl ₂ · 2H ₂ O (Cloreto de Cálcio dihidrat.)	.04	.04
KNO ₃ (nitrato de potássio)	-	2.5
NaNO ₃ (Nitrato de Sódio)	2.5	-
FeSO ₄ · 7H ₂ O (Sulf. de Ferro heptahidrat.)	.01	.01
Na (Sódio)	.08	.08
K ₂ SO ₄ (Sulfato de Potássio)	1	1
MgSO ₄ · 7H ₂ O (Sulf. Magnésio heptahidrat.)	.2	.2
NaHCO ₃ (Bicarbonato de Sódio)	16.8	16.8
K ₂ HPO ₄ (Fosfato de Potássio)	.5	.5
A5 micronutrient	1ml	-

Fonte: Alejandra Guasto, 2019 - *Arthrospira platensis*.

A curva de crescimento é exponencial em relação ao fornecimento de nutrientes e outras condições necessárias; as fases são: 1- Fase de indução e adaptação; 2- Fase exponencial; 3- Fase de diminuição ou crescimento relativo; 4- Fase estacionária e 5-Fase de morte celular. Na fase exponencial (2) a cultura duplica sucessivamente em intervalo regular de tempo chegando a completar um ciclo de vida de 2 a 4 horas, em elevada e constante velocidade de crescimento; nesta fase sua biomassa pode ter o volume dobrado em menos de 24 horas. Na fase de crescimento relativo (3) a diminuição dos nutrientes e a menor atividade fotossintética devido à densidade microalgal do meio reduz a energia luminosa afeta na sua replicação. (BARROS, 2010; FILÓCOMO, 2015)

Figura 17: Curva de crescimento microalga



Fonte: Filócomo, 2015

A colheita pode ser realizada por diversos métodos dependendo do tipo de cultivo desenvolvido e da escala de produção: incluem centrifugação, sedimentação por gravidade, técnicas de eletroforese, flotação e filtração.

A técnica de filtração é a mais usada por pequenos produtores onde o processo é artesanal e normalmente destinado ao uso como suplemento nutricional, humano ou não; consiste basicamente em passar a suspensão por uma tela de filtração com tamanho específico do poro para haver a contenção da massa; as cepas flutuam na superfície da água e são recolhidas com baldes e lançadas na tela de filtração. No cultivo de maior volume é usado também sistemas de filtros rotatórios como os de purificação da água para acelerar e otimizar o processo. Após este processo coloca-se a massa em uma prensa, que pode ser mecânica ou por sucção, para ser retirado o excesso de água; a biomassa vai então para a extrusora de onde será feito o “macarrão” acomodado em bastidor que pode ser de base de nylon ou metálica. O bastidor segue então para o secador de bandeja tipo cabine onde uma câmara que recebe as bandejas com o produto e por um compartimento onde é feito o condicionamento do ar de secagem. Este é impulsionado por um ventilador, passando por um sistema de aquecimento e entrando em contato com a matéria-prima, iniciando o processo de secagem. Após todo este processo a biomassa seca é triturada ou somente “quebrada” e poderá ser acondicionada em embalagens herméticas. A biomassa pronta poderá ser consumida “in natura” em sucos ou polvilhada sobre os

alimentos, também poderá ser adicionada às massas para confecção de macarrão, pães, biscoitos, iogurtes, sopas etc.

Nas comunidades com poucos recursos financeiros em que o cultivo seja para consumo próprio, dispõe-se a biomassa sobre tabuleiros ou lonas devidamente higienizadas para secagem ao sol; é um recurso barato, mas que exige o cuidado em evitar o acesso de roedores ou insetos ao produto para não haver contaminação.

4.3.2.5 Processo final do cultivo artesanal de *Arthrospira platensis*



Figura 18: Filtração



Figura 19: Prensagem



Figura 20: Biomassa prensada



Figura 21: Extrusora



Figura 22: Bastidor de secagem



Figura 23: Biomassa pronta "in natura"

PROJETOS A. PLATENSIS “SPIRULINA” NO COMBATE À IA

1- ORGANIZAÇÃO PARA REABILITAÇÃO DE REFUGIANOS ELANGAI - CEILÃO

 ORGANIZAÇÃO PARA REABILITAÇÃO DE REFUGIADOS ELANGAI

Procurar 

Casa Sobre nós Notícia Apoie-nos Publicações Galeria Entre em contato conosco

OFERR INDIA

OFERR SPIRULINA

Casa / OFERR Spirulina

A Spirulina, alga verde-azulada, tornou-se parte do esquema de geração de renda do OFERR, bem como do programa de nutrição para refugiados na Índia desde 2002. O OFERR usou a Spirulina para combater a desnutrição entre mulheres e crianças desnutridas nos campos de refugiados, ao mesmo tempo promovendo isso como um programa de geração de renda substancial entre as famílias vulneráveis que merecem. Com isso, o OFERR superou efetivamente a mortalidade infantil, mortalidade materna, desnutrição, epidemias e doenças fatais entre os refugiados que viviam em campos em Tamil Nadu, na Índia.

A espirulina é uma alga verde azulada notável, conhecida por suas propriedades nutricionais. Ele já existe há 3,6 bilhões de anos e tem a capacidade de crescer tanto no oceano quanto em águas interiores. Considerado por alguns como um dos alimentos mais poderosos do planeta, a espirulina agora é consumida em mais de 75 países ao redor do mundo.



Disponível em: <https://www.oferrceylon.com/2017/09/19/2335/>

2- AMURT-AMURTEL.ORG – PROJ. SPIRULINA DO RIO TANA

amurt-amurtel.org/disasters-projects/africa/spirulina-to-the-rescue-in-horn-of-africa/

- Pixabay Métodos práticos p... Nova guia Zoomquilt 2 Silk - Interactive Ge... obg Jornada Lições... Ent

Spirulina para o resgate no Chifre da África

Respondendo à fome no Chifre da África com o Projeto Spirulina do Rio Tana



Novos estudos sugerem que a espirulina melhora não apenas o desenvolvimento físico da criança, mas também o desempenho cognitivo.

empoderando as mulheres: o cultivo da espirulina é um trabalho ideal para as mulheres rurais.

uma empresa local: a produção de espirulina pode ser organizada como uma indústria rural descentralizada e pode envolver a população local. É, portanto, uma solução sustentável de longo prazo.

[av_dropcap1] Dois meses [/ av_dropcap1] após nossa primeira reunião, a construção começou em nossa fazenda Spirulina em Wote, Makueni, cerca de 3 horas fora de Nairobi. Em parceria com a Fundação Abha Light (ALF), Amurtel criou três tanques para o cultivo da espirulina, cujo produto acabado é destinado a crianças, gestantes e nutrízes em situação de desnutrição.

Disponível em: <https://amurt-amurtel.org/disasters-projects/africa/spirulina-to-the-rescue-in-horn-of-africa/>

PROJETO SPIRULINA

postado em 22 de julho de 2013 por Jenn Winter



A espirulina é uma alga verde-azulada que é cultivada em águas rasas e oferece inúmeros benefícios nutricionais. Desde maio, um dos projetos da VICDA tem cultivado e colhido essas algas para ajudar a fornecer nutrição sustentável para as crianças em muitos projetos da VICDA. Com este projeto, a VICDA espera atender até 50.000 pessoas este ano.

Fatos rápidos sobre a espirulina:

- A espirulina possui qualidades nutricionais de proteínas vegetais e animais, mas carece de celulose, por isso é facilmente assimilada pelo corpo.
- A espirulina fresca contém a maior proteína de qualquer substância conhecida pelo homem - 20 vezes mais do que a carne bovina, 20 vezes mais do que a soja e 40 vezes mais do que o milho.
- Quando colhida, a espirulina é como uma pasta verde e pode ser consumida dessa forma ou seca e consumida em cápsulas.
- A espirulina consumiu de 5 a 6 toneladas de dióxido de carbono por hectare e emite mais de 16 toneladas de oxigênio anualmente. Também não requer solo para crescer, tornando-se uma

Além de fornecer nutrição para crianças famintas, a espirulina também tem mostrado melhorar a vida de quem



vive com HIV. O Kifia Health Group faz parte da Kieni Fighters of HIV / AIDS and TB em Nyeri, Quênia. A VICDA fez parceria com este grupo de 52 adultos e 6 crianças e ajudou a introduzir a espirulina no grupo e observou uma melhoria positiva na qualidade de vida de vários dos membros. Conforme observado pelo Kifia Health Group:

POLINE NJERI: Njeri estava sofrendo de erupções cutâneas graves que duraram 2 anos, após usar a Spirulina em 2 meses as erupções desapareceram. Ela agora está muito feliz

porque costumava sentir nojo e vergonha. Ela também tem um apetite muito bom e ganhou peso. Ela diz que se sente muito saudável e forte para começar o dia.

CHARITY MURINGO : Charity é HIV positiva e diabética, desde que ela começou a espirulina ela controlou seu nível de açúcar e ganhou peso, ela costumava sentir tonturas e enjoos, mas agora ela está forte e saudável. Seu CD4 aumentou em 2 meses de 506 para 536.

CRISTOPHER KARIUKI : Kariuki agora está forte e se sente ativo. Sua pele também é lisa e com bom apetite. Ele costumava sentir fraqueza geral em seu corpo. Sua pele estava pálida e seca e com pouco apetite. Mas desde quando começou o produto Spirulina mudou sua maneira de viver devido ao forte sentimento que sentia.

Disponível em: <https://vicdakenya.com/2013/07/22/spirulina-project/>

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscar alternativas alimentares que se atentem não somente para a questão nutricional a um custo acessível a todas as camadas sociais mas que tragam também a possibilidade de ser produzida no núcleo comunitário (ou mesmo no lar de cada família) poderá ser um grande passo na busca por soluções de problemas tão complexos quanto da alimentação, saúde e desenvolvimento sustentável pois, como já sabido, as questões geradas pela insegurança alimentar (IA) não atingem somente o indivíduo que dela padece, mas a família, a comunidade e a nossa sociedade sobremaneira.

Na revisão literária, proposta por este trabalho, pudemos corroborar as múltiplas possibilidades da *A. platensis* “*Spirulina*” como forma de atender às necessidades ora expostas e evidenciar que:

- a) Seu uso restabelece os níveis de hemoglobina nos casos de anemia ferropriva, reduz os níveis glicêmicos, possui alto valor proteico, supre as necessidades de macro e micronutrientes nas dietas alimentares e é um alimento não somente funcional e sim nutracêutico, ou seja, não só promove a saúde e reduz os riscos de doenças, mas trata-as;
- b) seu uso é amplo e vai desde alimentação humana a rações para criações para abate e/ou como insumos em cultivos agrícolas;
- c) requer pouca área de cultivo, é de fácil manejo, tem grande velocidade de crescimento e possibilita o controle sobre as condições de cultivo;

O Brasil, apesar dos muitos estudos nos centros de pesquisas em microalgas para aplicações biotecnológicas, conta apenas três grandes produtores de “*Spirulina*”; a prática do cultivo comercial por pequenos produtores, comum na Europa e em alguns países da Am. do Sul, não acontece aqui pois precisa ser levado a eles o conhecimento sobre esta microalga, suas propriedades, aplicações e manejo. A exemplo da África, onde o cultivo nos vilarejos atende às demandas de alimentação e saúde da própria comunidade, precisamos desenvolver estratégias para levar às nossas comunidades modelos de cultivo em pequena escala e disseminar para a população o conhecimento sobre seu potencial como alimento funcional. **Aliada à**

reeducação alimentar, a cultura da *A. platensis* poderá vir a ser um marco positivo na busca por soluções das questões da IA no país, trazendo aporte nutricional para famílias tanto do ambiente rural como urbano. Seu cultivo também poderá ser complemento de renda, de forma ecológica e sustentável de produção como demanda a nossa atualidade ambiental.

Diante do exposto, fica evidente a importância do investimento em pesquisas, pois por meio delas é que novas possibilidades são apontadas, e da necessidade de investimento do setor público e/ou privado na formação técnica de agentes que disseminarão o conhecimento e darão o suporte necessário para formação de núcleos de cultivos de *A. platensis* “*Spirulina*” em comunidades urbanas ou rurais.

O acesso a uma nutrição satisfatória, é decisivo para a condição todo ser vivente e de seus descendentes; para o ser humano isto significa ir além de nutrir o corpo pois determina o seu desenvolvimento cognitivo, sua capacidade laboral e, principalmente, a sua parcela de contribuição com a sociedade como indivíduo pensante e capaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, R. L. **Agroecologia: Visão Histórica e Perspectivas no Brasil**. Tese Doutorado em Economia Aplicada. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eco/a/mg6Ypg7DYFQYhSdnVVHwsHD/?lang=pt&format=pdf> Acesso em 03 jun 2021.
- BARROS, K. K. S. **Produção de biomassa de Arthrospira platensis (Spirulina platensis) para alimentação humana**. João Pessoa, 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4089>. Acesso 12 mai 2021.
- BLAZON, T. **O cultivo de algas marinhas no Brasil**. Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros (REBENTOS), 2017. Disponível em: <https://reentos.org/index.php/divulgacao/107-o-cultivo-de-algas-marinhas-no-brasil>. Acesso em 11 ago 2021.
- BORBA, V. I. de A.; FERREIRA-CAMARGO, L. S. **CIANOACTÉRIA Arthrospira (Spirulina) platensis: BIOTECNOLOGIA E APLICAÇÕES**. Centro de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão Oswaldo Cruz. Disponível em: http://revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Edicao_1_9_Vivian_Borba.pdf. Acesso em 16 mai 2021.
- CHAGAS D. C. et al. **Prevalência e fatores associados à desnutrição e ao excesso de peso em menores de cinco anos nos seis maiores municípios do Maranhão**. Revista Brasileira de Epidemiologia, 2013; 16(1): 146-56. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2013000100014>. Acesso em 20 jul 2021.
- COLLARES et al, D.G. **Revista Agroenergia, Ano IV, nº 10, dezembro de 2016**. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, EMBRAPA. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153095/1/Agroenergia-Revista-microalgas-ed10-red.pdf>. Acesso 05 jun 2021.
- COSTA, G. L. P., FERREIRA, L. A.; SILVA, S. R. G. **Atuação da psicologia em uma instituição voltada a desnutrição infantil**. Centro Universitário CESMAC. Maceió, 2018. Disponível em: <https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/199/1/ATUA%C3%87%C3%83O%20DA%20PSICOLOGIA%20EM%20UMA%20INSTITUI%C3%87%C3%83O%20VOLTADA%20A%20DESNUTRI%C3%87%C3%83O%20INFANTIL.pdf>. Acesso 29 jun 2021.
- DOSSIÊ ABRASCO. **Um alerta sobre os agrotóxicos na saúde**. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio - Fundação Oswaldo Cruz, 2015. Disponível em: <https://abrasco.org.br/dossieagrototoxicos>. Acesso em 13 jul 2021.
- EUROPEAN SPACE AGENCY – ESA - **Círculo completo: algas espaciais no combate à malnutrição no Congo**. MELISSA (Micro-Ecological Life Support System Alternative), 2016. Disponível em: https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Portugal/Circulo_completo_algas_espaciais_no_combate_a_malnutricao_no_Congo - Acesso em 05 ago 2021

FILÓCOMO, D. **Obtenção de compostos de alto valor comercial a partir de biomassa microalgal por extração com fluido supercrítico (EFS)**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/jspui/2852>. Acesso 20 jun 2021.

FRAGA, J. A. A.; VARELA, D. S. S. **A relação entre a desnutrição e o desenvolvimento infantil**. Revista da Associação Brasileira de Nutrição-RASBRAN, v.4, n.1, p.59-62, 2012. Disponível em: <https://www.rasbran.com.br/rasbran/article/view/129>. Acesso em 05 jul 2021.

FROTA, M.T.B. e SIQUEIRA, C. E. **Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa**. Cad. Saúde Pública 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/pWgs4R38wDw6NBWKzYshwYx/?lang=pt>. Acesso em 05 jul 2021.

GUERRA, R. A. T. et al. **Biologia e Sistemática de Fungos, Algas e Briófitas**. 569 Cadernos Cb Virtual 2 UFJP - João Pessoa: Ed. Universitária, 2011. 610p.: Il. ISBN: 978-85-7745-902-5. Disponível em: http://portal.virtual.ufpb.br/biologia/novo_site/Biblioteca/Livro_2/5-fungos_briofitas.pdf Acesso em 25 jul 2021.

IDOETA, P. A. **“Bebê estava gordinho, mas anêmico”**. G1 Ciência e Saúde, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2021/07/05/bebe-estava-gordinho-mas-anemico-criancas-sofrem-com-alta-de-desnutricao-e-excesso-de-peso.ghtml>. Acesso em 27 jul 2021

INSTITUTO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). **Tem veneno neste pacote**. Cartilha Idec, 2021. Disponível em: https://idec.org.br/system/files/ferramentas/idec_cartilha_tem-veneno-nesse-pacote.pdf. Acesso em 29 jun 2021.

INSTITUTO BRASILEIROS DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE - **Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), 2017-2018**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101749.pdf>. Acesso em 26 jun

LOPES, C.V A. e ALBUQUERQUE, G.S.C. **Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática**. Saúde Debate / Rio de Janeiro, 2018. V. 42, N. 117, P. 518-534. Disponível em: <https://scielosp.org/article/sdeb/2018.v42n117/518-534/>. Acesso em 01 jun 2021.

LUPATINI, A. L. **Extração de proteínas e carboidratos da biomassa de *Spirulina platensis* e caracterização da fração proteica**. Universidade Tecnológica do Paraná. Medianeira. 2016. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2180/1/MD_PPGTA_M_Lupatini%2C%20Anne%20Luize_2016.pdf. Acessado em 04 abr 2021.

MEDEIROS, J. C. e GRISA, C. **O Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e suas capacidades estatais na promoção do desenvolvimento rural.** CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v. 14, n. 34, p. 06-35, dez., 2019ISSN 1809-6271. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/51787/28672>. Acesso em 31 jul 2021.

MONTEIRO, B. et al. **A desnutrição infantil energético-proteíca e suas implicações no processo de memória e aprendizagem motora.** Anais do VI Congresso Goiano de Ciências do Esporte. Goiânia, 2009. Disponível em: <http://congressos.cbce.org.br/index.php/congoce/VICONGOCE/paper/viewFile/1796/382>. Acesso em 05 jul 2021

OLIVEIRA, C. A. et al. **Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria *spirulina*.** Revista da Associação Brasileira de Nutrição (RASBRAN), São Paulo, SP, Ano 5, n. 1, p. 52-59, Jan-Jun. 2013 - ISSN 1983-3164 | ISSN 2177-7527 (online) Disponível em: <https://www.rasbran.com.br/rasbran/article/view/7/9>. Acesso em jun 2021.

OLIVEIRA E OLIVEIRA **Cianobactérias: uma revisão sobre potencial nutricional e alguns aspectos biotecnológicos.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273707383_Cianobacterias_uma_revisao_sobre_potencial_nutricional_e_alguns_aspectos_biotecnologicos. Acesso em jul 2021.

PELLIZARI, V. H. e BENDIA, A. G. **Origem da vida na Terra.** Instituto de Oceanografia - USP. Disponível em: <https://www.io.usp.br/index.php/infraestrutura/museu-oceanografico/29-portugues/publicacoes/series-divulgacao/vida-e-biodiversidade/807-origem-da-vida-na-terra>. Acesso em 06 ago 2021.

QUEIROZ, C. **Paradoxo à mesa.** Revista Pesquisa Fapesp, 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/paradoxo-a-mesa/#:~:text=Reconhecido%20com%20o%20Nobel%20da,82%25%20em%20com para%C3%A7%C3%A3o%20com%202019>. Acesso em 03 jul 2021.

ROCHA L. G. **Cultivo de microalgas – Dossiê Técnico.** Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), 2012. Disponível em: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/OTM3Ng==> . Acesso em 29 abril 2021.

ROCHA, C. B. et al. **Asma não controlada em crianças e adolescentes expostos aos agrotóxicos em região de intensa atividade do agronegócio.** Caderno de Saúde Pública, 2021. Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csp/2021.v37n5/e00072220/> Acesso em 18 jun 2021.

SANTANA, J. K. S. **Microalgas sob a ótica da biotecnologia e de intenção de uso popular em comunidades rurais com espécies isoladas do bioma caatinga nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.** Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. João Pessoa, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/9173>. Acesso em jul.2021

SANTOS, K. R. S. **Estudos de desenvolvimento moleculares e do potencial biotecnológico em cepas de cianobactérias provenientes de lagoas salinas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. Anabaenopsis elenkinii (Nostocales) e Arthrospira platensis (Oscillatoriales).** Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, 2013. Disponível em: [http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2013/09/Kleber Renan de Souza Santos DR1.pdf](http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2013/09/Kleber%20Renan%20de%20Souza%20Santos%20DR1.pdf). Acesso em 04 de jul 2021.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. **Agronegócio se mobiliza na luta contra o novo coronavírus.** Coordenadoria do Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS); Secretaria de Comunicação, 2020. Disponível em: <https://www.cdrs.sp.gov.br/portal/imprensa/noticia/agronegcio-se-mobiliza-na-luta-contra-o-novo-coronavrus> . Acesso em 22 ago 2021.

SILVA, A. S. A **PREVALÊNCIA DA DESNUTRIÇÃO INFANTIL NO CENÁRIO BRASILEIRO** Revista Científica FacMais, Volume XIII, Número 2. junho. Ano 2018/1º Semestre. ISSN 2238-8427. Disponível em: <https://revistacientifica.facmais.com.br/wp-content/uploads/2018/10/4.-A-PREVAL%C3%80NCIA-DA-DESNUTRI%C3%87%C3%83O-INFANTIL-NO-CEN%C3%81RIO-BRASILEIRO.pdf>. Acesso em 07 jul 2021.

SILVA, D. A. e POLLI, H. Q. **A importância da agricultura orgânica para a saúde e o meio ambiente.** Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (Fatec) - Interface Tecnológica -v.17 n.1 (2020). Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/825/488>. Acesso em 10 jul 2021.

SILVA, L. L. **EFEITOS DA SPIRULINA NO COMBATE DA ANEMIA FERROPRIVA.** Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/12678/1/21501439.pdf>. Acesso 02 jul 2021

SIMÕES, M.A. et al. **Algas cultiváveis e sua aplicação biotecnológica.** Aracaju: IFS, 2016. E-book, 98 p. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/952>. Acesso em 04 jul 2021.

UNICEF - **Situação Mundial da Infância 2019, Crianças, alimentação e nutrição – Crescendo saudável em um mundo em transformação.** Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/relatorios/situacao-mundial-da-infancia-2019-crianca-alimentacao-e-nutricao>. Acesso em 10 jul 2021.

VIGISAN - **Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil.** Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (Rede PENSSAN), 2021. Disponível em: <https://pesquisassan.net.br/olheparaafome/>. Acesso em 22 jul 2021.