PLANO ESTRATÉGICO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ALGICULTURA CATARINENSE (2027-2037)

INOVAÇÃO • SUSTENTABILIDADE • COMPETITIVIDADE • INCLUSÃO



RUMO A UMA BIOECONOMIA AZUL DE ALTO VALOR AGREGADO

MINUTA PARA DISCUSSÃO, VALIDAÇÃO PARTICIPATIVA E APERFEIÇOAMENTO

Organizador

Felipe Matarazzo Suplicy

Epagri

GOVSC SECRETARIA EXECUTIVA AQUICULTURA E PESCA

Florianópolis, 2026

PLANO ESTRATÉGICO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ALGICULTURA CATARINENSE (2027–2037)

VERSÃO 2.0 - MINUTA PARA DISCUSSÃO, VALIDAÇÃO PARTICIPATIVA E APERFEIÇOAMENTO

Felipe Matarazzo Suplicy
Organizador

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri
Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca - Cedap

Florianópolis, 2026

NOTA SOBRE ESTA MINUTA

Esta versão 2.0 foi estruturada segundo o padrão editorial e a lógica de planejamento do Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável da Maricultura Catarinense (2018–2028), adaptados às características específicas da algicultura e ao horizonte 2027–2037. O documento consolida a versão 1.0, as prioridades apontadas pela cadeia produtiva, dados de produção estadual e de importações, referências nacionais e internacionais e as contribuições técnicas reunidas durante sua preparação.

A proposta mantém a abordagem ecossistêmica e participativa, articulando os aspectos social, ambiental e econômico. Valores, metas quantitativas, responsabilidades institucionais e prazos devem ser confirmados e aperfeiçoados ao longo do processo de validação.

Validação participativa

Serão realizados três workshops para colher contribuições dos integrantes da cadeia produtiva e das instituições parceiras sobre esta versão preliminar: um em Florianópolis, um em Palhoça e um em Itajaí. Os encontros reunirão algicultores, empresas, pesquisadores, extensionistas, gestores públicos, organizações de produtores e instituições de apoio. As propostas serão sistematizadas e incorporadas à versão final do Plano.

A nomenclatura e a estrutura dos órgãos públicos deverão ser conferidas na etapa de publicação final. Nesta minuta, a Secretaria Executiva da Aquicultura e Pesca é apresentada como o principal órgão estadual de formulação e coordenação das políticas de apoio ao setor, em articulação com a Secretaria de Estado da Agricultura e Pecuária.

COORDENAÇÃO E PARTICIPAÇÃO INSTITUCIONAL

Coordenação técnica: Epagri/Cedap. Coordenação estadual de políticas públicas: Secretaria Executiva da Aquicultura e Pesca. Instituições e organizações consideradas no Plano: UFSC, Embrapa, Rede Algicultura BR, Senar, CNA, Faesc, Sebrae, Fiesc, Fecoagro, Ocesc, AMASI, Ministério da Pesca e Aquicultura, Ministério da Agricultura e Pecuária, Fapesc, Ciasc, IMA, Cidasc, municípios, ANPII Bio, ACDI/VOCA, International Bioeconomy & Macroalgae Center (IBMC) e demais universidades, empresas e organizações da cadeia.

APRESENTAÇÃO

A algicultura representa uma oportunidade estratégica para o desenvolvimento sustentável do litoral catarinense. A atividade combina geração de renda, diversificação econômica de comunidades costeiras, inovação, produção de matérias-primas renováveis e prestação potencial de serviços ecossistêmicos.

A expansão iniciada com o cultivo comercial de *Kappaphycus alvarezii* demonstrou que Santa Catarina possui competências técnicas, infraestrutura aquícola, capacidade institucional e empreendedorismo suficientes para liderar a consolidação de uma nova cadeia produtiva. Entretanto, a rapidez dessa expansão também evidenciou desafios relacionados ao mercado, à regularização, à organização coletiva, à tecnologia, ao processamento, à rastreabilidade, ao financiamento, à biossegurança e à governança.

Este Plano propõe uma estratégia integrada para transformar a biomassa produzida no mar em renda, conhecimento, produtos de maior valor agregado e benefícios sociais e ambientais. O documento reconhece que este setor representa uma folha em branco em nossa frente, onde tudo ainda está por ser feito, e que nós precisamos fazer isso da forma certa. O plano chama e orienta as instituições e o setor produtivo para uma ação coordenada do poder público, dos produtores, da pesquisa, da extensão, da indústria, das entidades de representação e dos agentes de mercado.

Mais do que aumentar a produção, a estratégia busca fazer uma visão de futuro para construir uma bioeconomia azul catarinense competitiva, inclusiva, ambientalmente responsável e capaz de permanecer inovadora ao longo da próxima década.

SUMÁRIO DA MINUTA

A paginação será atualizada após a validação participativa e a editoração final.

INTRODUÇÃO

1 DIAGNÓSTICO ECOSSISTÊMICO DA ALGICULTURA CATARINENSE

1.1 Aspecto social

1.2 Aspecto econômico

1.3 Aspecto ambiental

1.4 Aspecto institucional, regulatório e tecnológico

1.5 Cooperação internacional para inovação, comércio e desenvolvimento tecnológico

2 A ESTRATÉGIA

2.1 Processo participativo e workshops

2.2 Visão de futuro e objetivos estratégicos

3 PLANO DE AÇÃO

Meta 1 – Ampliar e consolidar o mercado

Meta 2 – Zonear as áreas propícias

Meta 3 – Apoiar o associativismo e o cooperativismo

Meta 4 – Desenvolver, adaptar e incorporar tecnologias

Meta 5 – Criar e manter um biobanco

Meta 6 – Avaliar as linhagens de Kappaphycus alvarezii

Meta 7 – Desenvolver sistema de monitoramento e alerta

Meta 8 – Assegurar regularização e segurança jurídica

Meta 9 – Estruturar beneficiamento, logística e agregação de valor

Meta 10 – Promover bioeconomia circular e aproveitamento integral

Meta 11 – Ampliar assistência técnica e profissionalização

Meta 12 – Criar instrumentos de financiamento e proteção econômica

Meta 13 – Desenvolver espécies nativas e ampliar a diversidade

Meta 14 – Implantar gestão ambiental e biossegurança

Meta 15 – Implantar governança, monitoramento e revisão do Plano

4 PROJETOS ESTRUTURANTES

5 GOVERNANÇA, IMPLEMENTAÇÃO E MONITORAMENTO

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS SELECIONADAS

INTRODUÇÃO

A algicultura vem se consolidando mundialmente como um dos segmentos mais promissores da aquicultura, impulsionada pela demanda por alimentos, hidrocoloides, bioinsumos agrícolas, ingredientes para alimentação animal, cosméticos, fármacos, biomateriais e soluções associadas à bioeconomia azul. Além do potencial econômico, o cultivo de macroalgas pode contribuir para a assimilação de nutrientes dissolvidos, a ciclagem de carbono, a produção de oxigênio e a integração de sistemas aquícolas multitróficos.

A produção mundial de algas é majoritariamente proveniente de cultivo e permanece fortemente concentrada na Ásia (FAO, 2018). A experiência internacional demonstra, contudo, que a geração de valor não depende apenas do volume produzido. Secagem, classificação, processamento, extração, formulação, registro, certificação, logística e posicionamento comercial determinam a parcela de renda apropriada por cada elo da cadeia (Chopin et al., 2001).

Na América Latina, experiências no Chile, na Venezuela e no Brasil mostram diferentes trajetórias de desenvolvimento. No entanto, a troca de experiências e o aprendizado com profissionais de países latinos que também estão envolvidos com o desenvolvimento da algicultura ressaltam a importância de integrar cultivo, colheita, secagem, processamento, comercialização e exportação, bem como de considerar impactos sociais, participação feminina, serviços ecossistêmicos e inserção em cadeias globais de valor. Estes aspectos estruturais são extremamente relevantes para o planejamento catarinense (FAO, 2025).

Planejando estrategicamente a algicultura

O crescimento da algicultura - e, sobretudo, a sustentabilidade de sua expansão - depende da adoção de um planejamento estratégico fundamentado em demandas reais de mercado e na capacidade do setor de atendê-las de forma eficiente e contínua. O planejamento deve integrar as dimensões social, ambiental e econômica, reconhecidas como os três pilares da sustentabilidade, essenciais não apenas para alcançar, mas também para manter os objetivos estabelecidos para o desenvolvimento do setor (Soto et al., 2008).

Uma abordagem ecossistêmica exige compreender o funcionamento da cadeia produtiva, as interações entre cultivo, ambiente, comunidades costeiras e demais usuários do espaço marinho, bem como as relações entre produção, processamento, mercado, pesquisa, assistência técnica, financiamento e regulação. O planejamento participativo é condição para construir legitimidade, reduzir conflitos e favorecer a implementação das ações propostas (Brugère et al., 2010).

Uma plataforma para a bioeconomia azul

A algicultura não deve ser compreendida apenas como uma nova atividade aquícola. Ela pode funcionar como plataforma para a bioeconomia azul, conectando comunidades costeiras, pesquisa, indústria, agricultura, alimentação, saúde, materiais renováveis e serviços ambientais. Essa visão amplia o alcance das políticas públicas e permite articular recursos de diferentes áreas de governo, agências de fomento e parceiros privados.

Diretriz de foco econômico

O Plano prioriza produtos de maior valor agregado e com perspectivas realistas para Santa Catarina: bioestimulantes e biofertilizantes, alimentos e ingredientes funcionais, carragenana e outros hidrocolóides, cosméticos, nutracêuticos, ingredientes para alimentação animal, biomateriais e bioembalagens. Biocombustíveis não constituem prioridade estratégica para o horizonte 2027–2037, diante da dificuldade de competir economicamente com rotas energéticas consolidadas no Brasil.

1 DIAGNÓSTICO ECOSSISTÊMICO DA ALGICULTURA CATARINENSE

1.1 Aspecto social

A algicultura catarinense surgiu como diversificação da maricultura familiar, aproveitando conhecimentos, embarcações, estruturas e áreas anteriormente utilizadas principalmente para o cultivo de moluscos. Em 2022 havia quatro produtores; em 2023, 22; e em 2024 e 2025, 52 algicultores. Em 2024, os produtores estavam distribuídos em nove municípios, com maior concentração em Florianópolis e Palhoça.

A atividade apresenta ciclos relativamente curtos e possibilidade de integração com outras ocupações costeiras. Essas características favorecem a participação de famílias de maricultores, pescadores artesanais, mulheres e jovens. O potencial de inclusão, entretanto, não se realiza automaticamente: depende de acesso a áreas, capacitação, infraestrutura, financiamento, organizações representativas e relações comerciais transparentes.

O crescimento da produção não foi acompanhado, na mesma velocidade, pela consolidação de organizações coletivas, mecanismos de negociação, contratos padronizados, planejamento da oferta e proteção contra oscilações do mercado. Produtores isolados possuem menor capacidade de adquirir equipamentos, secar e armazenar a biomassa, cumprir exigências regulatórias e negociar com compradores industriais.

Conflitos relacionados a arribamentos de biomassa, navegação, sinalização, cabos flutuantes e ocupação visual das áreas demonstram que a expansão precisa ser acompanhada por boas práticas, comunicação social e mecanismos locais de mediação. Comunidades tradicionais devem participar das decisões e beneficiar-se das oportunidades geradas pela cadeia. Além disso, os demais usuários do espaço marinho costeiro, como representantes dos setores da pesca, do turismo, do lazer e da navegação devem participar do processo de planejamento espacial para cessão de áreas aquícolas necessárias à expansão da algicultura.

Inclusão social, trabalho e equidade

A experiência internacional evidencia que as etapas de preparação de mudas, classificação, secagem, processamento e controle de qualidade podem ampliar a participação econômica das mulheres. Em Santa Catarina, o Plano deverá incentivar deliberadamente a inclusão de mulheres e jovens em capacitações, governança, empreendedorismo, pesquisa aplicada e atividades de maior valor agregado, evitando que a modernização da cadeia reproduza desigualdades existentes.

A mecanização precisa ser orientada para reduzir esforço físico, acidentes e riscos ergonômicos, sem excluir os pequenos produtores. Equipamentos compartilhados, cooperativas de serviços e linhas de crédito subsidiadas são mecanismos capazes de combinar produtividade, trabalho digno e distribuição dos benefícios.

1.2 Aspecto econômico

Produção e cadeia estadual

Os cultivos comerciais de *Kappaphycus alvarezii* tiveram início em 2021 e, a partir de 2022, a comercialização da biomassa e de biofertilizantes consolidou o surgimento de uma nova cadeia produtiva em Santa Catarina. A venda de algas movimentou R$ 204.600,00 em 2022, R$ 840.980,00 em 2023 e R$ 2.103.052,00 em 2024. A comercialização de biofertilizantes movimentou R$ 1.473.120,00 em 2022, R$ 4.325.040,00 em 2023 e R$ 10.815.696,00 em 2024. Em 2025, o valor da produção estadual de macroalgas, considerando o peso úmido pago ao produtor, foi estimado em R$ 2.029.776,00.

Em 2024, Santa Catarina produziu 751,09 toneladas em uma área declarada de 40,46 hectares. Florianópolis respondeu por 351,21 toneladas e Palhoça por 254,49 toneladas. A concentração geográfica e a dependência de poucos compradores aumentam a vulnerabilidade da cadeia a mudanças de demanda, logística, preço e qualidade.

Tabela 1. Área, número de produtores e produção de Kappaphycus alvarezii por município em 2024. Fonte: Epagri/MPA.

Município	Área (ha)	Produtores	Produção (t)
Florianópolis	15,75	22	351,21
Palhoça	14,35	10	254,49
Bombinhas	4,20	5	72,87
Governador Celso Ramos	1,04	3	29,04
Biguaçu	2,77	5	19,02
Penha	0,54	3	12,80
Porto Belo	1,00	2	7,10
São José	0,56	1	3,56
São Francisco do Sul	0,25	1	1,00
Total	40,46	52	751,09

Mercado, agregação de valor e importações

O mercado mundial apresenta uma diferença marcante entre o volume de matéria-prima comercializada e o valor capturado pelos produtos processados. A competitividade e a geração de renda dependem da capacidade de secar, padronizar, extrair, formular, registrar, certificar, embalar e comercializar produtos de maior valor agregado.

Para Santa Catarina, os bioestimulantes agrícolas constituem um mercado inicial estratégico. A diversificação deve incluir carragenana, alimentação animal, alimentos e ingredientes funcionais, cosméticos, nutracêuticos, biomateriais, bioembalagens, hidrogéis e compostos bioativos, respeitando a viabilidade técnico-econômica e o marco regulatório de cada produto.

A análise das importações brasileiras considerou os códigos NCM 1212.21.00, relativo às algas próprias para alimentação humana, e 1212.29.00, relativo às demais algas frescas, refrigeradas, congeladas ou secas. Entre 2020 e 2025, o valor importado aumentou de US$ 11,56 milhões para US$ 27,69 milhões, enquanto o volume passou de aproximadamente 1.501 para 2.138 toneladas (Fig. 1). O valor unitário médio aumentou de cerca de US$ 7.699/t para US$ 12.951/t.

Em 2025, as algas próprias para alimentação humana representaram US$ 24,51 milhões e 1.374 toneladas, com valor médio de US$ 17.839/t. As demais algas totalizaram US$ 3,17 milhões e 764 toneladas, com valor médio de US$ 4.157/t. A China respondeu por 79,3% do valor importado (Fig. 2). Esses dados revelam oportunidades, mas não significam que toda a demanda possa ser atendida por *K. alvarezii*; parte relevante corresponde a espécies e produtos com outras finalidades.

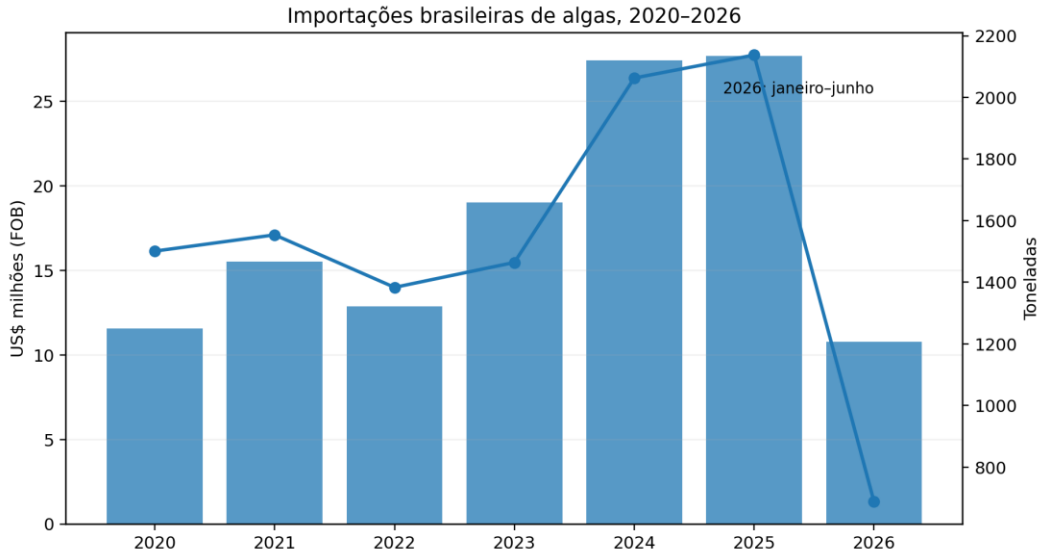


Figura 1. Importações brasileiras de algas pelos códigos NCM 1212.21.00 e 1212.29.00, 2020–2026. O ano de 2026 contempla janeiro a junho. Fonte: elaboração própria com dados do Comex Stat.

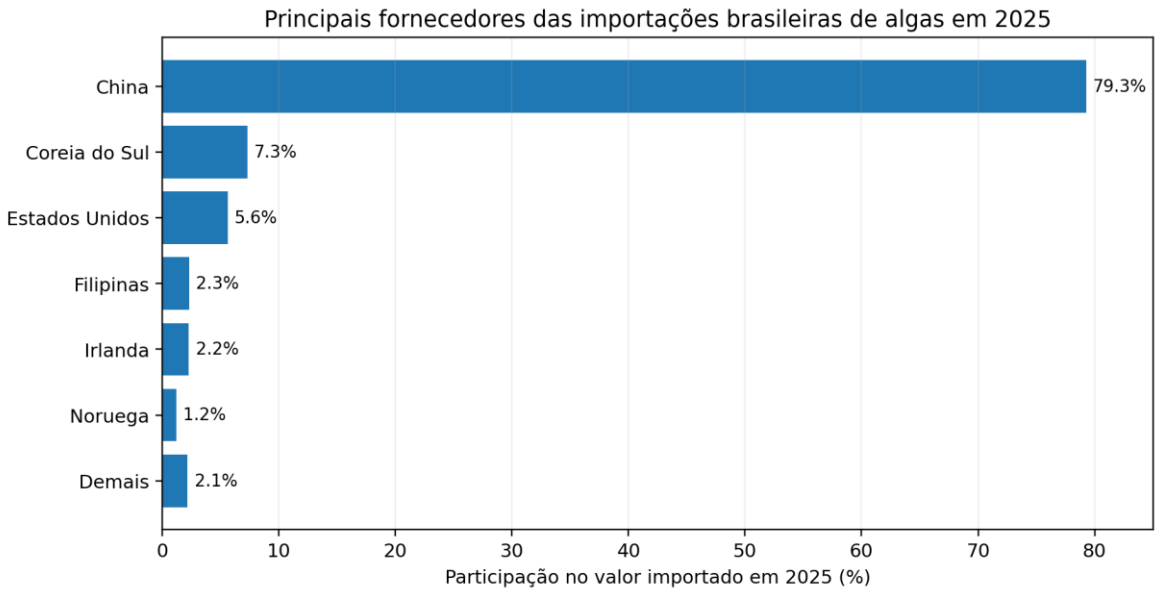


Figura 2. Participação dos principais países fornecedores no valor das importações brasileiras de algas em 2025. Fonte: elaboração própria com dados do Comex Stat.

Cadeia de valor e cadeia industrial

A cadeia produtiva compreende etapas interdependentes: seleção e multiplicação de linhagens, cultivo, colheita, secagem, beneficiamento, extração de compostos, formulação, controle de qualidade, distribuição e acesso aos mercados. O maior potencial de geração de renda está na capacidade de avançar para as etapas de processamento e formulação, sem perder a conexão com os produtores que fornecem a biomassa.

Bioeconomia circular e aproveitamento integral

O conceito de biorrefinaria é utilizado neste Plano exclusivamente no sentido de aproveitamento integrado e sucessivo da biomassa para produtos de maior valor agregado. A prioridade não é a produção de biocombustíveis. A estratégia consiste em recuperar componentes úteis, reduzir desperdícios e direcionar as frações remanescentes a fertilizantes orgânicos, condicionadores de solo, ingredientes para alimentação animal, materiais e outras aplicações compatíveis com a economia circular (Fig. 3).



Figura 3. Cadeia de valor da algicultura catarinense, da produção sustentável aos mercados finais.

As decisões sobre novos produtos devem ser guiadas por estudos de mercado, disponibilidade de matéria-prima, escala mínima, custos de processamento, exigências regulatórias e análise de ciclo de vida.

Mercado Internacional da Carragenina: Oportunidades e Desafios para Santa Catarina

A carragenina representa o principal produto industrial obtido a partir da *Kappaphycus alvarezii* e responde pela maior parcela da demanda mundial por essa espécie. O mercado global desse hidrocoloide movimenta atualmente entre US$ 1,05 e 1,12 bilhão por ano, com perspectivas de crescimento para valores entre US$ 1,48 e 1,78 bilhão ao longo da próxima década, mantendo taxas médias anuais de crescimento entre 4,8% e 5,7%. A carragenina possui ampla aplicação como agente gelificante, estabilizante e espessante nas indústrias de alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos, cosméticos e de cuidados pessoais, sendo considerada um dos hidrocoloides naturais de maior importância econômica no mercado mundial. Suas propriedades físico-químicas, aliadas ao fato de ser um composto inodoro, incolor, insípido e hipoalergênico, permitem sua utilização em uma ampla variedade de produtos industriais, conferindo-lhe um mercado global superior a US$ 1 bilhão anuais, com perspectivas de crescimento contínuo nas próximas décadas.

Entre os diferentes tipos de carragenina comercializados, a kappa-carragenina destaca-se como a principal responsável pela demanda global, representando aproximadamente metade do mercado mundial. Extraída principalmente de *Kappaphycus alvarezii*, forma géis firmes na presença de potássio e é amplamente utilizada na fabricação de produtos lácteos, bebidas achocolatadas, queijos processados e produtos cárneos. A iota-carragenina, obtida principalmente de espécies do gênero *Eucheuma*, apresenta propriedades distintas, formando géis mais flexíveis e elásticos, sendo utilizada em sobremesas, geleias e suspensões farmacêuticas. Já a lambda-carragenina, que não forma gel e atua exclusivamente como espessante, representa uma parcela menor do mercado, embora apresente uma das maiores taxas de crescimento devido à expansão de sua utilização em molhos, bebidas e produtos cosméticos (Fig. 4).

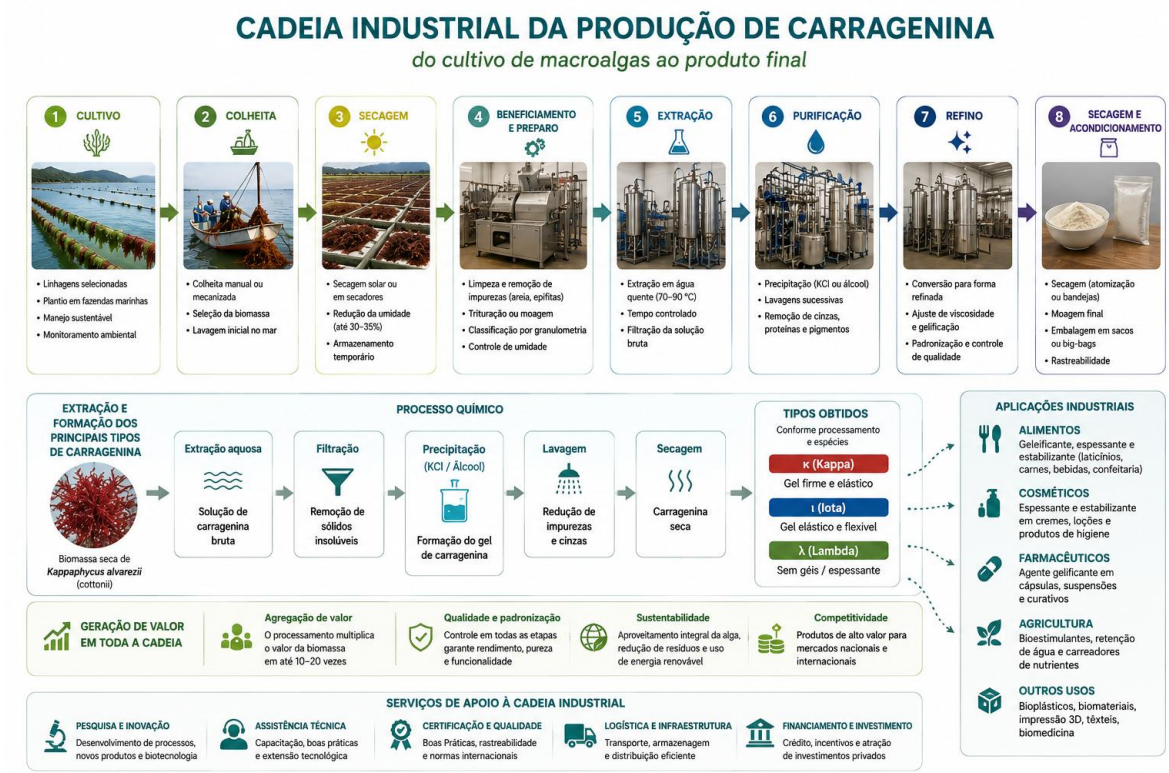


Figura 4. Cadeia industrial da produção de carragenana, do cultivo ao produto final.

Apesar do elevado potencial econômico desse mercado, sua estrutura representa um dos maiores desafios para novos países produtores. A cadeia global de produção da carragenina encontra-se fortemente consolidada e integrada. A região Ásia-Pacífico responde por aproximadamente 48% da produção mundial, com Indonésia e Filipinas dominando o cultivo de *Kappaphycus* e *Eucheuma* e o processamento da carragenina semirrefinada. A China, por sua vez, concentra grande parte da capacidade industrial de refino e modificação química dos hidrocoloides, enquanto Europa e América do Norte constituem os principais mercados consumidores, impulsionados pelas indústrias alimentícia, farmacêutica e de ingredientes funcionais.

Além da concentração geográfica da produção, o mercado é caracterizado por elevado grau de consolidação empresarial. Grandes multinacionais controlam os segmentos de maior valor agregado, especialmente aqueles relacionados à carragenina refinada e às formulações especiais desenvolvidas para aplicações industriais específicas. Empresas como Tate & Lyle, Cargill, Roquette, Ceamsa, Gelymar e Greenfresh possuem elevada capacidade tecnológica, forte investimento em pesquisa e desenvolvimento, redes globais de distribuição e estreito relacionamento com as principais indústrias usuárias de hidrocoloides. Esse cenário estabelece elevadas barreiras de entrada para novos concorrentes, especialmente aqueles que pretendem competir apenas pelo fornecimento de carragenina commodity.

Outro fator que dificulta a inserção de novos produtores é a própria estrutura do processamento industrial. Aproximadamente metade do volume mundial corresponde à carragenina semirrefinada, destinada principalmente à indústria de carnes processadas e alimentos para animais de companhia, em razão do menor custo de produção. Entretanto, os maiores valores agregados concentram-se na carragenina refinada, obtida por processos industriais mais complexos, que atendem aos rigorosos requisitos das indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. O domínio dessas tecnologias exige elevados investimentos em infraestrutura industrial, controle de qualidade, certificações e desenvolvimento tecnológico.

Nesse contexto, a produção de carragenina representa, simultaneamente, uma oportunidade e um desafio estratégico para a algicultura catarinense. O crescimento contínuo da demanda mundial demonstra que existe mercado para esse produto, especialmente diante da expansão dos alimentos plant-based, da substituição de hidrocoloides de origem animal e do aumento do consumo de ingredientes naturais. Entretanto, competir diretamente com os grandes produtores asiáticos e com as multinacionais que dominam o processamento global da carragenina exigiria investimentos industriais de grande porte e ganhos de escala dificilmente alcançáveis no curto e médio prazo.

Conforme apresentado na Figura 5, as importações brasileiras de carragenina oscilaram entre aproximadamente 1,3 e 2,3 mil toneladas anuais no período de 2020 a 2025, alcançando valores entre US$ 9,6 milhões e US$ 17,6 milhões. As Filipinas constituíram, com ampla margem, o principal país fornecedor, respondendo pela maior parte do volume e do valor importados no período, seguidas pela China e, em menor proporção, pela Indonésia. Essa elevada concentração das compras externas em poucos países asiáticos evidencia o domínio regional da cadeia mundial de produção e processamento de carragenina e reforça, ao mesmo tempo, o potencial de substituição parcial das importações por uma indústria nacional baseada na biomassa cultivada em Santa Catarina.

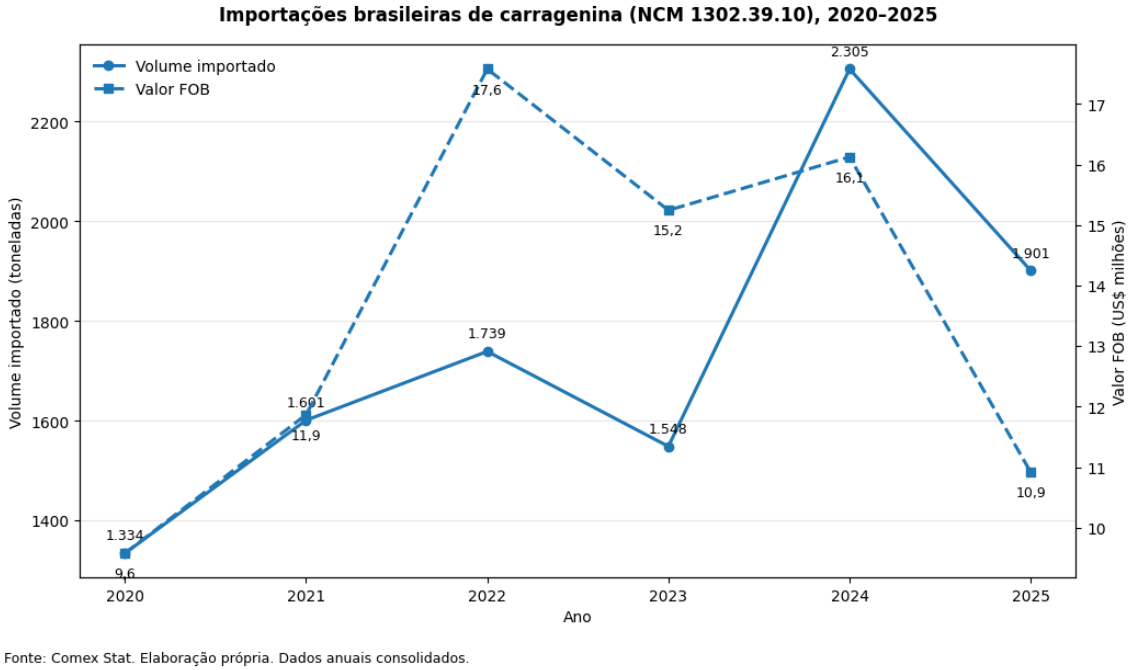


Figura 5. Evolução do volume e do valor das importações brasileiras de carragenina, classificada na NCM 1302.39.10, entre 2020 e 2025. Fonte: Comex Stat. Elaboração própria. Dados anuais consolidados

Dessa forma, a estratégia para Santa Catarina concentra-se na agregação de valor e na diferenciação tecnológica, em vez da competição baseada exclusivamente em volume e custo. A produção de carrageninas especiais, blends funcionais, biomateriais, hidrogéis e ingredientes destinados a aplicações específicas representa uma oportunidade mais compatível com a escala de produção prevista para o estado e com sua capacidade científica e tecnológica. Essa abordagem permite explorar nichos de maior valor agregado, reduzir a exposição à competição internacional baseada em commodities e integrar a cadeia produtiva da *Kappaphycus alvarezii* ao crescente mercado da bioeconomia marinha.

Assim, embora a carragenina permaneça como um dos principais mercados potenciais para a biomassa produzida em Santa Catarina, seu desenvolvimento deve ocorrer de forma gradual e seletiva, priorizando inovação, diferenciação de produtos e parcerias tecnológicas, em vez da simples replicação do modelo industrial atualmente dominado pelos grandes produtores asiáticos e pelas multinacionais do setor.

1.3 Aspecto ambiental

As macroalgas absorvem nitrogênio, fósforo e carbono inorgânico dissolvidos, contribuindo para a ciclagem de nutrientes e, em determinadas condições, para a melhoria da qualidade da água. Em áreas de cultivo de moluscos, podem integrar sistemas multitróficos, recuperar parte dos nutrientes e ampliar a diversidade produtiva.

Os serviços ecossistêmicos precisam ser quantificados em condições locais. A intensidade, a permanência e o valor dos benefícios dependem da espécie, densidade, hidrodinâmica, sazonalidade, colheita, destino da biomassa e efeitos indiretos. O Plano recomenda estudos de balanço de nutrientes, carbono, biodiversidade e qualidade da água antes da criação de mecanismos de compensação ou créditos ambientais. O uso de expressões como “carbono azul” ou “sequestro de carbono” deverá ser tecnicamente qualificado, pois a absorção de carbono durante o crescimento não equivale, por si só, a armazenamento climático de longo prazo.

A expansão sem planejamento pode gerar impactos: escape de fragmentos e arribamento em praias; disseminação de epífitas, pragas e patógenos; descarte de cabos e materiais; sombreamento e alterações locais de fluxo; conflitos com navegação, pesca e turismo; e homogeneização genética das linhagens cultivadas. O fato de *K. alvarezii* ser espécie exótica exige monitoramento, biossegurança e rastreabilidade.

A sazonalidade térmica de Santa Catarina e os eventos extremos - ressacas, chuvas intensas, baixas salinidades e ondas de calor - podem afetar estruturas, crescimento e qualidade da biomassa. O sistema de monitoramento e alerta deve combinar dados meteorológicos, oceanográficos, produtivos e sanitários.

1.4 Aspecto institucional, regulatório e tecnológico

Marco regulatório dos bioinsumos de macroalgas

A regulamentação dos produtos derivados de macroalgas envolve diferentes categorias e normas aplicáveis a fertilizantes, biofertilizantes, aditivos, agentes quelantes, condicionadores de solo e outros insumos. O enquadramento depende da composição, do processo produtivo, da finalidade e das alegações apresentadas. A Lei nº 15.070/2024 instituiu um novo marco para bioinsumos e cria oportunidade para atualização e harmonização das normas infralegais.

A revisão normativa anunciada pelo MAPA representa uma janela estratégica para a participação organizada da cadeia de *Kappaphycus*. Produtores, indústrias, Epagri, Embrapa, UFSC, Rede Algicultura BR, ANPII Bio e demais parceiros deverão elaborar propostas fundamentadas em evidências e participar das consultas públicas, grupos de trabalho e fóruns técnicos.

- Reconhecimento explícito de *Kappaphycus alvarezii* como matéria-prima nacional para bioestimulantes, biofertilizantes e outros bioinsumos.
- Critérios de identidade e qualidade compatíveis com macroalgas tropicais cultivadas no Brasil.
- Reconhecimento de processos físicos, aquosos, enzimáticos ou fermentativos que preservem compostos bioativos, com exigências proporcionais ao risco.
- Alegações funcionais relacionadas à eficiência do uso de nutrientes, tolerância a estresses abióticos, vigor e desenvolvimento vegetal, desde que comprovadas por ensaios.
- Procedimentos de registro mais claros e proporcionais, preservando segurança, rastreabilidade, eficácia e qualidade.
- Harmonização internacional para facilitar a exportação de produtos brasileiros.

A estratégia regulatória deve ser acompanhada de caracterização química, métodos analíticos, estudos de estabilidade, eficácia agronômica, segurança e padronização de processos. A solicitação de mudanças baseada apenas no interesse econômico teria pouca força; a apresentação de evidências técnico-científicas aumenta a possibilidade de contribuição efetiva para a nova redação.

Inserção no mercado brasileiro de bioinsumos

A ANPII Bio constitui parceira estratégica para a representação técnica, regulatória e institucional das empresas catarinenses de bioestimulantes. Desde 2024, a entidade ampliou seu escopo para representar as indústrias de bioinsumos, incluindo bioestimulantes e biodefensivos. A associação das empresas catarinenses poderá ampliar sua visibilidade, participação em fóruns regulatórios, acesso a capacitações, integração com outras empresas e presença em eventos do agronegócio.

O Sistema CNA, por meio da CNA, Senar, Faesc, federações e sindicatos rurais, possui capilaridade para aproximar os produtos dos agricultores e consultores. Recomenda-se articular apoio para estandes compartilhados, passagens e diárias em feiras, rodadas de negócios, seminários, dias de campo e capacitação de técnicos. A realização de eventos sobre bioinsumos apoiados pela Faesc/Senar evidencia a aderência institucional ao tema.

A Central de Inteligência do Agro - Silo Agrodata - poderá reunir informações sobre culturas, formas de uso, doses, épocas de aplicação, resultados experimentais, retorno econômico e casos de sucesso. O Agro PesquisAção poderá ser utilizado para validação e demonstração em propriedades-vitrine, aproximando pesquisa, assistência técnica e produtores.

Publicação estruturante

A Rede Algicultura BR, coordenada pela Embrapa, deverá articular a elaboração do Manual Brasileiro de Bioinsumos de Macroalgas, reunindo resultados da Epagri, UFSC e demais universidades e instituições. A obra, impressa e digital, deverá traduzir resultados científicos em recomendações acessíveis, ser atualizada periodicamente e contar com ampla difusão por Embrapa, Epagri, Rede Algicultura BR, CNA/Senar, ANPII Bio, cooperativas, empresas e eventos do agronegócio.

1.5 Cooperação internacional para inovação, comércio e desenvolvimento tecnológico

A implementação do Plano Estratégico será fortalecida pela inserção da algicultura catarinense nas iniciativas internacionais voltadas ao desenvolvimento sustentável das cadeias produtivas de macroalgas. A adesão do Brasil à United Nations Global Seaweed Initiative (UNGSI), coordenada pela Global Seaweed Coalition em parceria com organismos das Nações Unidas, cria uma oportunidade inédita para integrar Santa Catarina às principais redes globais de ciência, inovação, comércio e governança da algicultura. A iniciativa reúne governos, organismos internacionais, instituições de pesquisa, setor produtivo e sociedade civil com o objetivo de promover cadeias produtivas sustentáveis, inclusivas e competitivas, fortalecendo a cooperação internacional, a harmonização regulatória, o desenvolvimento tecnológico e a ampliação do comércio internacional de produtos derivados de macroalgas.

A participação brasileira na UNGSI, anunciada pelo Ministério da Pesca e Aquicultura durante a COP30 e posteriormente consolidada em fóruns internacionais, posiciona o país entre os membros responsáveis pela construção da agenda global para o setor. Esse protagonismo cria condições favoráveis para que o Plano Estratégico da Algicultura Catarinense seja apresentado como uma iniciativa piloto de implementação da economia azul baseada em macroalgas, ampliando o acesso a cooperação técnica, intercâmbio científico, capacitação, financiamento internacional e projetos colaborativos de pesquisa e inovação.

Nesse contexto, recomenda-se que o Ministério da Pesca e Aquicultura e o Ministério das Relações Exteriores (Itamaraty) atuem como articuladores da participação brasileira na UNGSI, apoiando a inserção das instituições catarinenses nas redes internacionais de pesquisa, inovação, comércio e desenvolvimento industrial. A Epagri, a Embrapa, a UFSC, a Rede Algicultura BR, empresas e demais parceiros da cadeia produtiva poderão integrar grupos temáticos, projetos internacionais e ações de capacitação, contribuindo para a adaptação de tecnologias, a harmonização de padrões de qualidade, o desenvolvimento de novos mercados e a atração de investimentos para o setor.

A cooperação internacional também deverá ser utilizada para ampliar o acesso às melhores práticas de cultivo, processamento, certificação, rastreabilidade, mecanização, bioeconomia e agregação de valor. Em complemento às ações desenvolvidas no âmbito do International Bioeconomy & Macroalgae Center (IBMC), o Plano prevê estabelecer parcerias com centros de pesquisa, empresas e organismos internacionais participantes da UNGSI, incluindo iniciativas de codesenvolvimento tecnológico, licenciamento, produção autorizada, intercâmbio de pesquisadores e participação em projetos multilaterais financiados por organismos internacionais.

2 A ESTRATÉGIA

2.1 Processo participativo

A preparação do Plano considera a enquete inicial realizada com representantes da cadeia, reuniões técnicas, documentos de apoio e contribuições reunidas junto a produtores, empresas, pesquisadores e instituições. As prioridades convergentes incluem mercado, segurança jurídica, beneficiamento, mecanização, melhoramento genético, monitoramento, validação agronômica, assistência técnica, financiamento, organização coletiva, serviços ecossistêmicos e governança.

A versão 2.0 será submetida a três workshops regionais, em Florianópolis, Palhoça e Itajaí. Cada encontro deverá apresentar o diagnóstico e as metas, organizar grupos de discussão nos aspectos social,

ambiental e econômico e registrar propostas de alteração. A sistematização dos resultados será publicada e utilizada para consolidar a versão final.

O processo participativo não se encerra com a publicação. A governança do Plano deverá manter canais permanentes de consulta, reuniões semestrais e revisões periódicas, assegurando que produtores e demais interessados acompanhem a implementação.

2.2 Visão de futuro

Visão 2037

Santa Catarina será reconhecida como polo nacional de algicultura sustentável e de bioeconomia marinha, com produtores organizados, áreas regularizadas e zoneadas, linhagens rastreáveis e geneticamente diversas, sistemas de cultivo eficientes, monitoramento ambiental operacional, rastreabilidade digital, capacidade industrial de processamento e uma carteira diversificada de produtos competitivos nos mercados agrícola, alimentício, aquícola, cosmético, farmacêutico e de biomateriais.

2.3 Objetivo geral

Promover o desenvolvimento ordenado, inclusivo, competitivo, inovador e ambientalmente responsável da algicultura catarinense entre 2027 e 2037, ampliando renda e oportunidades nas comunidades costeiras, agregando valor à biomassa e consolidando a inserção da atividade na bioeconomia azul.

2.4 Objetivos estratégicos

- Ampliar e diversificar mercados, com atenção especial aos bioestimulantes de macroalgas no agronegócio brasileiro.
- Garantir segurança jurídica, zoneamento, ordenamento e governança das áreas aquícolas.
- Fortalecer organização coletiva, inclusão social, trabalho digno e participação de mulheres e jovens.
- Desenvolver, adaptar e incorporar tecnologias de cultivo, processamento, monitoramento e rastreabilidade.
- Conservar e caracterizar a diversidade genética das linhagens cultivadas.
- Qualificar a assistência técnica, a pesquisa, a validação agronômica e a transferência de tecnologia.
- Promover bioeconomia circular e aproveitamento integral da biomassa, sem priorizar biocombustíveis.
- Quantificar e preservar serviços ecossistêmicos, prevenindo impactos e assegurando biossegurança.
- Criar instrumentos de crédito, subsídio, seguro e proteção econômica adequados à atividade.
- Implantar sistema transparente de monitoramento, avaliação e revisão do Plano.

2.5 Princípios orientadores

- Abordagem ecossistêmica, precaução ambiental e gestão adaptativa.
- Planejamento orientado por demandas verificáveis de mercado e capacidade de processamento.
- Participação efetiva dos produtores e demais partes interessadas.
- Inclusão da agricultura familiar, da pesca artesanal, das mulheres e dos jovens.
- Cooperação entre pesquisa, extensão, indústria, fomento, regulação e gestão pública.
- Inovação aberta, propriedade intelectual, rastreabilidade, biossegurança e diversificação genética.
- Bioeconomia circular e retenção de maior parcela do valor em Santa Catarina.
- Transparência, indicadores, prestação de contas e revisão periódica.

3 PLANO DE AÇÃO

As quinze metas seguintes são interdependentes. Mercado sem qualidade e validação não se consolida; produção sem áreas regularizadas não oferece segurança; expansão sem monitoramento e biossegurança não é sustentável; mecanização sem inclusão pode concentrar benefícios; e pesquisa sem

transferência de tecnologia não produz impacto. Cada tabela apresenta ações prioritárias, indicadores, horizonte temporal, responsáveis principais e parceiros indicativos.

META 1 – Ampliar e consolidar o mercado para os produtos da algicultura catarinense

Construir uma demanda diversificada e estável, apoiada por inteligência comercial, validação técnica, promoção institucional, contratos transparentes e inserção em cadeias nacionais e internacionais.

O fortalecimento do mercado constitui a principal condição para a expansão sustentável da algicultura em Santa Catarina. O crescimento da oferta ocorrido nos primeiros anos da atividade demonstrou que o aumento da produção, quando não acompanhado pela ampliação da demanda e da capacidade de processamento, pode gerar sobreoferta, redução do poder de negociação dos produtores e dependência de poucos compradores. Por essa razão, o desenvolvimento da cadeia deve ser orientado por informações permanentes sobre volumes demandados, especificações técnicas, preços, sazonalidade, logística, requisitos regulatórios e tendências de consumo.

Embora exista demanda crescente por macroalgas e seus derivados nos segmentos agrícola, alimentício, aquícola, cosmético, farmacêutico e de biomateriais, a inserção da produção catarinense nesses mercados ainda é limitada. Os dados de importação demonstram que o Brasil adquire volumes expressivos de algas e produtos derivados, sobretudo de países asiáticos. Entretanto, a substituição competitiva dessas importações exige distinguir quais produtos podem ser obtidos a partir de *Kappaphycus alvarezii* e quais dependem de outras espécies, tecnologias de processamento, padrões de qualidade ou estratégias comerciais específicas.

No curto prazo, os bioestimulantes e demais bioinsumos agrícolas representam uma oportunidade concreta, favorecida pela dimensão do agronegócio brasileiro. Para transformar esse potencial em mercado estável, será necessário validar agronomicamente os produtos em diferentes culturas e condições de cultivo, estabelecer doses e protocolos de aplicação, demonstrar benefícios econômicos aos agricultores e atender às exigências de registro e controle de qualidade. Paralelamente, devem ser desenvolvidos mercados para biomassa seca, carragenana, ingredientes para alimentação animal, alimentos, cosméticos e outros produtos de maior valor agregado.

A consolidação comercial também dependerá da construção de uma identidade para a produção catarinense, associada à qualidade, rastreabilidade, responsabilidade ambiental e origem regional. A promoção conjunta, a participação em feiras e rodadas de negócios, a aproximação com indústrias e cooperativas e a criação de mecanismos de informação sobre preços, estoques e demanda contribuirão para reduzir assimetrias de mercado e ampliar o poder de negociação dos produtores.

Espera-se, com esta meta, diminuir a dependência de poucos compradores, ampliar o número de produtos e mercados atendidos, aumentar a participação do processamento no valor total da cadeia e assegurar que o crescimento da produção ocorra de forma compatível com a capacidade efetiva de absorção do mercado.

A inserção dos bioestimulantes de *Kappaphycus* no agronegócio deverá ser organizada em parceria com entidades que já possuem credibilidade e capilaridade. A Associação Nacional de Promoção e Inovação da Indústria de Biológicos - ANPII Bio poderá apoiar representação institucional, participação regulatória, integração empresarial e divulgação técnica. O Sistema CNA/Senar poderá aproximar os produtos de produtores, consultores, cooperativas e sindicatos rurais, além de apoiar feiras, vitrines tecnológicas, cursos e inteligência de dados.

A promoção comercial deve ser baseada em evidências. Resultados agronômicos, protocolos de uso, retorno econômico e limites de aplicação precisam ser reunidos, revisados e comunicados de forma acessível. O Manual Brasileiro de Bioinsumos de Macroalgas será uma entrega central dessa estratégia.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Mapear compradores, aplicações, volumes, especificações, preços, sazonalidade e barreiras de entrada para biomassa úmida, seca, extratos, bioestimulantes, carragenana e demais derivados.	Estudo de mercado atualizado a cada dois anos.	2027–2037	Epagri, Sebrae, Fiesc	CNA, Fecoagro, Rede Algicultura BR, UFSC, MPA

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Estabelecer programa de validação agronômica em culturas de interesse, com protocolos replicáveis, análise econômica e divulgação dos resultados.	Culturas, ensaios e produtos validados.	2027–2032	Epagri, Embrapa, UFSC	CNA/Senar, Fecoagro, Fapesc, empresas
Estimular a associação das empresas catarinenses à ANPII Bio e sua participação em comissões técnicas, fóruns regulatórios e eventos.	Empresas associadas e participações institucionais.	2027–2030	Empresas, ANPII Bio	Epagri, Fiesc, Rede Algicultura BR
Firmar parceria com CNA, Faesc e Senar para estandes compartilhados, apoio a passagens e diárias, rodadas de negócios e presença nas principais feiras do agronegócio.	Feiras, empresas apoiadas, contatos e contratos.	2027–2037	CNA/Faesc/Senar, SAQ	Sebrae, Fiesc, empresas
Inserir informações técnicas sobre bioestimulantes de macroalgas no Silo Agrodata e em aplicativos do Sistema CNA.	Conteúdos publicados, acessos e atualizações.	2028–2037	Instituto CNA, Rede Algicultura BR	Epagri, Embrapa, ANPII Bio
Validar produtos em unidades do Agro PesquisAção, propriedades-vitrine e dias de campo.	Unidades, culturas e demonstrações realizadas.	2028–2035	CNA/Senar, Epagri, Embrapa	UFSC, empresas, cooperativas
Produzir e difundir o Manual Brasileiro de Bioinsumos de Macroalgas, em formatos impresso e digital.	Manual publicado, tiragem, downloads e atualizações.	2028–2031	Embrapa/Rede Algicultura BR, Epagri, UFSC	CNA/Senar, ANPII Bio, MAPA, empresas
Promover marca coletiva, certificações, rastreabilidade e comunicação técnica baseada em evidências.	Marca/selo, produtos certificados e mercados acessados.	2029–2037	Sebrae, empresas, cooperativas	Epagri, Ocesc, Fiesc

META 2 – Zonear as áreas propícias para a instalação de fazendas de macroalgas

Identificar áreas ambiental, oceanográfica, social e logisticamente adequadas ao cultivo, reduzindo conflitos de uso e orientando novas cessões, investimentos e processos de licenciamento.

A expansão ordenada da algicultura depende da disponibilidade de áreas com condições ambientais adequadas, segurança jurídica e compatibilidade com os demais usos do espaço costeiro. A utilização de áreas sem avaliação prévia de sua aptidão pode resultar em baixa produtividade, perdas de estruturas, conflitos com a navegação, a pesca, o turismo e as comunidades locais, além de aumentar a complexidade dos processos de licenciamento e autorização.

O zoneamento deverá integrar informações sobre temperatura, salinidade, circulação, profundidade, exposição a ondas, disponibilidade de nutrientes, qualidade da água e sazonalidade do crescimento. Esses critérios precisam ser analisados em conjunto com aspectos logísticos, como distância dos pontos de desembarque, acesso a infraestrutura, disponibilidade de mão de obra, proximidade de unidades de beneficiamento e custos de operação.

A análise espacial também deverá incorporar áreas de navegação, rotas de pesca, paisagens de interesse turístico, unidades de conservação, habitats sensíveis e usos tradicionais. A participação dos usuários locais na validação dos mapas será indispensável para identificar conflitos que não aparecem nas bases cartográficas e para aumentar a legitimidade das decisões. O zoneamento não deve ser entendido apenas como um mapa de aptidão biofísica, mas como instrumento de negociação, planejamento e governança territorial.

As mudanças climáticas e os eventos extremos precisam ser incorporados à avaliação de risco. Ressacas, chuvas intensas, redução de salinidade e alterações na temperatura podem modificar a aptidão das áreas ao longo do tempo. Assim, os mapas deverão ser atualizados periodicamente e vinculados ao sistema de monitoramento ambiental previsto neste Plano.

Como resultado, o Estado poderá direcionar a expansão para locais com maior probabilidade de sucesso, reduzir custos de implantação e licenciamento, prevenir conflitos e oferecer maior previsibilidade aos produtores, investidores e órgãos gestores.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Definir critérios de aptidão: temperatura, salinidade, hidrodinâmica, profundidade, nutrientes, abrigo, qualidade ambiental, navegação, pesca, turismo, logística e capacidade de suporte.	Protocolo de zoneamento aprovado.	2027–2028	Epagri, UFSC, MPA	Rede Algicultura BR, municípios
Elaborar mapas de aptidão e risco em escala estadual e validar áreas prioritárias em campo.	Mapa estadual e número de áreas validadas.	2028–2030	Epagri, UFSC	FAPESC, MPA
Integrar o zoneamento aos parques aquícolas, ao licenciamento e ao planejamento espacial marinho.	Áreas incorporadas aos instrumentos oficiais.	2029–2033	MPA, órgãos ambientais	Epagri, municípios

META 3 – Apoiar o associativismo e o cooperativismo na algicultura catarinense

Fortalecer a capacidade dos algicultores de negociar, adquirir insumos, compartilhar equipamentos, beneficiar e comercializar a produção, representar seus interesses e prestar serviços aos associados.

A algicultura catarinense é formada predominantemente por pequenos produtores vinculados à maricultura familiar. Individualmente, esses produtores possuem escala reduzida, limitada capacidade de investimento e menor poder de negociação diante de compradores, fornecedores e instituições financeiras. A organização coletiva é, portanto, uma condição para que os benefícios do crescimento da atividade sejam distribuídos de forma mais equilibrada.

Associações e cooperativas podem reduzir custos por meio da compra conjunta de insumos, do compartilhamento de embarcações, máquinas e estruturas de secagem, do planejamento coordenado das colheitas e da comercialização em lotes padronizados. Também podem assumir funções de classificação, armazenamento, rastreabilidade, certificação e representação institucional, atividades difíceis de serem realizadas isoladamente por pequenos produtores.

O fortalecimento organizacional exige mais do que a criação formal de entidades. É necessário desenvolver lideranças, estabelecer regras de governança, garantir transparência financeira, manter reuniões regulares, definir responsabilidades e criar mecanismos para resolver conflitos. A confiança entre os participantes e a demonstração de benefícios concretos serão fundamentais para ampliar a adesão dos produtores.

A AMASI e os grupos locais poderão desempenhar papel central na pactuação de boas práticas, na comunicação com a base produtiva e na representação do setor. A OCESC, o Sebrae, o Senar e a Fecoagro podem apoiar a avaliação de modelos cooperativos e de centrais de serviços adaptadas à realidade da algicultura.

Espera-se que a organização coletiva amplie o poder de negociação, facilite o acesso a crédito e políticas públicas, reduza custos, viabilize infraestrutura compartilhada e assegure maior participação dos produtores nas decisões que afetam o futuro da cadeia.

O programa Mar de Oportunidades deverá integrar capacitação, organização cooperativa, infraestrutura compartilhada e acesso ao mercado. A articulação com a ACDI/VOCA poderá apoiar metodologia de desenvolvimento cooperativo, governança, cadeias de valor, aproximação com compradores e mobilização de recursos.

A implantação deverá começar por projetos-piloto em comunidades com concentração de produtores, liderança local e volume mínimo de produção, com avaliação de resultados antes da expansão.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Estruturar o programa Mar de Oportunidades, integrando capacitação, organização cooperativa, infraestrutura e acesso ao mercado.	Programa estruturado, recursos mobilizados e comunidades atendidas.	2027–2030	Epagri, Ocesc, Amasi	ACDI/VOCA, Sebrae, Senar, SAQ
Realizar diagnóstico socioeconômico e organizacional dos produtores e comunidades.	Diagnóstico e planos locais concluídos.	2027–2028	Epagri, Ocesc	UFSC, Sebrae, ACDI/VOCA
Implantar núcleos regionais para compra de insumos, equipamentos e comercialização coletiva.	Núcleos ativos e volume negociado.	2028–2032	Amasi, Ocesc	Fecoagro, Sebrae, Epagri
Apoiar a formalização ou o fortalecimento jurídico, administrativo e financeiro das organizações.	Organizações regularizadas e planos de negócio.	2027–2032	Ocesc, Sebrae	ACDI/VOCA, Epagri, Senar
Capacitar dirigentes e associados em governança, liderança, gestão financeira, contratos e divisão de resultados.	Pessoas capacitadas e conformidade da gestão.	2027–2037	Ocesc, Senar, Sebrae	ACDI/VOCA, CNA
Implantar unidades coletivas de prensagem, secagem, moagem, classificação e armazenamento.	Capacidade instalada e redução de perdas.	2029–2035	Cooperativas, Amasi	Fecoagro, SAQ, Fapesc, Fiesc
Estabelecer protocolos coletivos de qualidade, rastreabilidade e pós-colheita.	Protocolos adotados e lotes conformes.	2028–2032	Epagri, UFSC	Amasi, empresas compradoras
Promover negociação conjunta e contratos de fornecimento com indústrias.	Contratos, compradores e preço médio.	2028–2037	Cooperativas, Amasi	Sebrae, Fiesc, ACDI/VOCA

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Desenvolver marca coletiva e avaliar certificações ambientais, sociais e de origem.	Marca registrada e produtos certificados.	2030–2037	Cooperativas, Sebrae	Epagri, Ocesc, Fiesc
Monitorar impactos econômicos, sociais e ambientais do programa.	Renda, empregos, participação social e indicadores ambientais.	2028–2037	Epagri, Comitê Gestor	UFSC, Fapesc, ACDI/VOCA

META 4 – Desenvolver, adaptar e incorporar tecnologias para aumentar a competitividade da algicultura

Aumentar a produtividade, reduzir perdas, esforço físico, geração de resíduos e custos de produção, adaptando técnicas e equipamentos às condições ambientais e à escala dos empreendimentos catarinenses.

O desenvolvimento tecnológico é essencial para que a algicultura evolua de sistemas predominantemente manuais para uma atividade mais eficiente, segura e competitiva. As operações de preparação de mudas, instalação, manejo, colheita, lavagem, prensagem, transporte e secagem demandam grande quantidade de mão de obra e podem limitar a escala de produção. A mecanização adequada deve reduzir o esforço físico sem excluir os pequenos produtores, priorizando soluções modulares, compartilháveis e compatíveis com embarcações e estruturas já existentes.

A pesquisa deverá comparar sistemas de cultivo, materiais, densidades, profundidades, ciclos e estratégias sazonais, considerando diferenças entre localidades. O objetivo não deve ser apenas maximizar a biomassa, mas otimizar produtividade, qualidade, custo, durabilidade das estruturas, segurança do trabalho e prevenção de perdas e arribamentos.

O desenvolvimento de máquinas e equipamentos precisa envolver produtores, pesquisadores, fabricantes e usuários desde as etapas iniciais. Protótipos de semeadura, manejo e colheita deverão ser testados em condições reais, avaliando eficiência, manutenção, consumo de energia, ergonomia e viabilidade econômica. Unidades demonstrativas permitirão comparar tecnologias e acelerar sua adoção.

Também devem ser investigados sistemas integrados com moluscos e outras espécies, bem como alternativas de cultivo em diferentes profundidades ou períodos do ano. Essas inovações podem ampliar o aproveitamento das áreas aquícolas, distribuir riscos e aumentar os serviços ecossistêmicos prestados pelas fazendas.

Os resultados esperados incluem maior produtividade por área e por trabalhador, redução das perdas e dos custos operacionais, melhoria das condições de trabalho e formação de uma base tecnológica capaz de sustentar a expansão da cadeia.

O desenvolvimento nacional deverá ser combinado com prospecção e absorção de tecnologias internacionais. Parcerias devem respeitar patentes e propriedade intelectual, priorizando licenciamento, produção autorizada, codesenvolvimento e adaptação às condições catarinenses.

A mecanização da algicultura pode ser acelerada por meio de cooperação internacional, licenciamento e fabricação autorizada, evitando a reprodução não autorizada de tecnologias protegidas. A Epagri integra o International Bioeconomy & Macroalgae Center (IBMC), rede que conecta instituições de pesquisa, empresas e comunidades e oferece oportunidades de colaboração, financiamento, treinamento e desenvolvimento tecnológico.

A Sea6 Energy desenvolveu a plataforma SeaCombine para mecanizar a semeadura e a colheita, com embarcações e sistemas customizáveis para condições locais. Considerando a proteção de propriedade intelectual e a relação do IBMC com a empresa, o Plano propõe negociar uma parceria entre a Epagri e esta empresa para avaliação, licenciamento, produção autorizada ou desenvolvimento conjunto no Brasil (Fig. 6).

A participação da Epagri no IBMC cria uma ponte para negociações com centros e empresas, incluindo a Sea6 Energy. A estratégia pode transformar Santa Catarina em local de demonstração e adaptação de tecnologias de mecanização para a América Latina.



Figura 6. Cooperação internacional para absorção e nacionalização de tecnologias de mecanização.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Comparar sistemas, densidades, profundidades, materiais, ciclos e estratégias sazonais.	Protocolos técnicos e ganhos de produtividade.	2027–2031	Epagri, UFSC	Rede Algicultura BR, FAPESC
Desenvolver e testar equipamentos de plantio, manejo, colheita, lavagem, prensagem, transporte e secagem.	Protótipos testados e adotados.	2028–2034	Epagri, UFSC	Empresas
Criar unidades demonstrativas e linhas de crédito para adoção coletiva de máquinas.	Unidades e produtores atendidos.	2029–2037	Epagri, SAQ	MPA
Negociar acordos com o IBMC, Sea6 Energy e outras empresas ou centros para licenciamento, produção autorizada, adaptação e testes de tecnologias.	Acordos firmados, equipamentos avaliados e testes realizados.	2027–2032	Epagri, SAQ, IBMC	Sea6 Energy, Fiesc, empresas, MPA
Apoiar fabricação nacional de componentes e formação de operadores, respeitando propriedade intelectual e requisitos de segurança.	Componentes nacionalizados, operadores capacitados e custo reduzido.	2029–2037	Fiesc, indústria, Epagri	Senar, Sebrae, instituições financeiras

META 5 – Criar e manter um biobanco das linhagens de *Kappaphycus alvarezii*

Conservar material genético identificado, saudável, rastreável e disponível para pesquisa, multiplicação e produção comercial.

A manutenção da diversidade genética é um requisito para a sustentabilidade da algicultura no longo prazo. A propagação vegetativa contínua de um número reduzido de linhagens pode levar à homogeneização dos cultivos e aumentar a vulnerabilidade a doenças, epífitas, alterações ambientais e perda de desempenho. Além disso, eventos extremos ou falhas produtivas podem resultar na perda de materiais de interesse caso não existam coleções de segurança.

O biobanco deverá reunir, identificar e conservar as linhagens atualmente utilizadas em Santa Catarina, com informações sobre origem, histórico de cultivo, características produtivas e condição sanitária. A coleção precisa combinar manutenção em cultivo, conservação ex situ e, quando tecnicamente viável, métodos de criopreservação ou conservação de tecidos.

A entrada e a distribuição de materiais deverão seguir protocolos de quarentena, sanidade, rastreabilidade e biossegurança. Isso permitirá reduzir o risco de disseminação de epífitas, pragas e patógenos entre localidades. O biobanco também deverá manter registros que permitam relacionar cada lote distribuído à sua linhagem de origem.

Regras claras de acesso, propriedade intelectual, uso científico e repartição de benefícios serão necessárias para conciliar o interesse público, a pesquisa e os direitos de instituições e produtores que contribuírem com materiais. A governança do biobanco deverá ser compartilhada entre as instituições responsáveis e articulada com redes nacionais de pesquisa.

Como resultado, o Estado contará com uma reserva estratégica de diversidade genética, capaz de apoiar pesquisas, programas de seleção, recuperação de cultivos após perdas e fornecimento de mudas identificadas e de qualidade.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Inventariar e codificar as linhagens atualmente cultivadas.	Linhagens registradas e georreferenciadas.	2027–2028	UFSC, Epagri, Embrapa	CNPq, Instituto de Pesca de São Paulo
Implantar coleção ex situ e protocolos de manutenção, criopreservação, quarentena, sanidade e distribuição.	Biobanco operacional e protocolo publicado.	2028–2030	UFSC	CNPq, Epagri
Estabelecer regras de acesso, rastreabilidade, propriedade intelectual e repartição de benefícios.	Regulamento institucional aprovado.	2029–2031	UFSC	Epagri

META 6 – Avaliar geneticamente, bioquimicamente e fenotipicamente as linhagens de *K. alvarezii*

Identificar linhagens produtivas, resilientes e adequadas a diferentes ambientes e mercados, preservando a diversidade genética disponível.

A caracterização das linhagens cultivadas é necessária para compreender a diversidade atualmente existente e evitar que materiais distintos sejam tratados como equivalentes. A avaliação deverá integrar ferramentas genéticas, bioquímicas, fisiológicas e produtivas, relacionando a identidade de cada linhagem ao seu desempenho em diferentes localidades e épocas do ano. Para tanto, através de um Acordo de Parceria entre a Epagri e o Instituto de Pesca de São Paulo (IP-SP), serão trazidas em 2026 nove linhagens de *Kappaphycus alvarezii* do biobanco da base de Ubatuba do IP-SP, para serem avaliadas juntamente com as três linhagens mantidas no biobanco da UFSC. A avaliação será realizada durante as quatro estações do ano em fazendas localizadas nas baías Norte e Sul da Ilha da Santa Catarina.

Além da taxa de crescimento e da produtividade, devem ser avaliadas a resistência a temperaturas extremas, baixa salinidade, epífitas e sintomas de ice-ice, bem como a capacidade de recuperação após eventos de estresse. Essas informações permitirão recomendar materiais mais adequados às diferentes regiões do litoral e reduzir riscos associados à adoção indiscriminada de uma única linhagem.

A composição bioquímica também serão consideradas. Teor e qualidade da carragenana, proteínas, minerais, compostos bioativos e características relevantes para bioestimulantes, alimentação animal, alimentos, cosméticos e biomateriais podem variar entre linhagens e condições de cultivo serão avaliadas pelo Laboratório de Metabolômica e Bioquímica Aplicada (LMBA) da UFSC. A identificação dessas diferenças permitirá direcionar a biomassa para usos específicos e agregar valor à produção.

Paralelamente, a caracterização genética das linhagens de *Kappaphycus alvarezii* será conduzida em parceria com a Embrapa, utilizando uma abordagem de sequenciamento genômico de alta resolução. Estão previstas análises de 12 linhagens, combinando o sequenciamento de leituras curtas pela plataforma Illumina, com cobertura aproximada de 50 vezes, e de leituras longas pela plataforma PromethION/Nanopore, também com cobertura estimada de 50 vezes. A análise bioinformática compreenderá o controle de qualidade das sequências, a montagem e o refinamento dos genomas e a comparação entre as linhagens, gerando arquivos de sequências brutas, genomas montados e tabelas comparativas. Esses resultados permitirão avaliar a identidade, a diversidade e a proximidade genética das linhagens cultivadas em Santa Catarina, identificar materiais redundantes ou diferenciados e estabelecer uma base científica para o biobanco, a rastreabilidade genética, a conservação da variabilidade e futuros programas de seleção de linhagens mais produtivas, resilientes e adequadas a diferentes aplicações industriais.

Os ensaios deverão ser realizados de forma padronizada e, sempre que possível, em múltiplos ambientes e ciclos produtivos. A associação entre dados genéticos, ambientais e fenotípicos formará uma base para programas de seleção e melhoramento, sem provocar redução excessiva da diversidade.

Espera-se obter um painel de identidade e desempenho das linhagens, recomendações regionais e materiais selecionados para diferentes finalidades comerciais, fortalecendo a competitividade e a resiliência da cadeia.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Caracterizar diversidade e identidade genética.	Painel genético das linhagens.	2027–2030	Epagri, Embrapa	UFSC, CNPq, Rede Algicultura BR
Avaliar crescimento, resistência a estresses, epífitas, ice-ice, teor e qualidade de carragenana e composição de compostos bioativos.	Banco de dados fenotípico e bioquímico.	2028–2033	UFSC, Epagri	CNPq, Rede Algicultura BR
Desenvolver programa de seleção e recomendação regional de linhagens.	Linhagens recomendadas e distribuídas.	2030–2037	UFSC, Epagri	Produtores, Embrapa

META 7 – Desenvolver sistema de monitoramento e alerta de parâmetros ambientais relevantes

Apoiar decisões de manejo e reduzir perdas decorrentes de eventos meteorológicos, oceanográficos e biológicos.

As macroalgas respondem rapidamente às variações de temperatura, salinidade, luminosidade, nutrientes, hidrodinâmica e qualidade da água. Alterações abruptas podem reduzir o crescimento, modificar a composição da biomassa, favorecer epífitas ou provocar perdas de estruturas. Como os produtores atuam em ambientes distintos e sujeitos a elevada variabilidade, informações ambientais acessíveis e oportunas são essenciais para orientar o manejo.

O sistema deverá combinar estações de monitoramento, sensores instalados em áreas de cultivo, previsões meteorológicas e oceanográficas, imagens de satélite e registros fornecidos pelos próprios produtores. A integração desses dados permitirá estabelecer faixas operacionais e identificar condições associadas ao melhor ou pior desempenho das linhagens.

Os alertas devem ser traduzidos em recomendações práticas. A previsão de ressacas, chuvas intensas, baixa salinidade ou ondas de calor poderá orientar reforço das estruturas, antecipação de colheitas, transferência de mudas, redução de densidade ou suspensão temporária de determinadas operações. Para serem úteis, as informações precisam chegar aos produtores por meios simples, como aplicativos, painéis e mensagens.

O monitoramento produtivo deverá acompanhar o ambiental. Registros de crescimento, mortalidade, epífitas, qualidade e perdas permitirão aperfeiçoar os limites de alerta e construir modelos específicos para as condições catarinenses. A participação dos produtores na geração e validação dos dados aumentará a precisão e a adesão ao sistema.

Como resultado, espera-se reduzir perdas, aprimorar o planejamento dos ciclos, identificar tendências relacionadas às mudanças climáticas e fornecer suporte técnico à gestão adaptativa das áreas de cultivo.

O sistema de monitoramento deverá ser integrado ao SIGMAR, permitindo cruzar dados ambientais com registros de plantio, linhagens, crescimento, perdas e colheita. A integração facilitará alertas, pesquisa aplicada, fiscalização baseada em risco e gestão adaptativa.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Definir variáveis, limites operacionais e protocolo de coleta.	Protocolo e rede-piloto.	2027–2029	Epagri, UFSC	Produtores, CNPq
Implantar estações e integrar sensores, previsões, dados remotos e registros produtivos.	Estações instaladas e disponibilidade dos dados.	2029–2033	Epagri, UFSC	Produtores, CNPq
Disponibilizar alertas por aplicativo, painel e mensagens aos produtores.	Usuários cadastrados e alertas emitidos.	2030–2037	Epagri	AMASI
Integrar dados e alertas ao SIGMAR, relacionando condições ambientais, linhagens, manejo, crescimento e perdas.	Módulo operacional e usuários ativos.	2029–2034	Epagri, SAQ, CIASC	UFSC, Amasi

META 8 – Assegurar regularização, segurança jurídica e governança das áreas aquícolas

Garantir acesso transparente, previsível e de longo prazo às áreas de produção, com regras claras, procedimentos eficientes e articulação entre os órgãos competentes.

A segurança jurídica é indispensável para que os produtores invistam em estruturas, equipamentos, capacitação e contratos de longo prazo. A existência de cessões, licenças ou autorizações desatualizadas, bem como dificuldades para transferência de uso e inclusão da algicultura em áreas originalmente destinadas a outras modalidades de cultivo, pode limitar a expansão e manter produtores em situação de incerteza.

Um diagnóstico consolidado deverá identificar a situação de cada área e produtor, incluindo cessão, licenciamento, autorização ambiental, sinalização e compatibilidade do uso autorizado com o cultivo de macroalgas. Esse levantamento permitirá priorizar pendências e orientar ações conjuntas entre os órgãos federais, estaduais e municipais.

A simplificação de procedimentos não significa redução dos controles ambientais. O objetivo é eliminar duplicidades, padronizar exigências, definir fluxos e prazos e disponibilizar orientação técnica aos produtores. A articulação institucional será especialmente importante para integrar o zoneamento, o licenciamento, a regularização fundiária aquícola e as normas de navegação.

A sinalização adequada das estruturas e a adoção de boas práticas para evitar cabos flutuantes e cercamentos superficiais são componentes da segurança jurídica e da convivência com outros usuários. Regras claras e fiscalização imparcial reduzem conflitos e protegem tanto os produtores quanto a sociedade.

Espera-se ampliar o percentual de algicultores regularizados, reduzir o tempo e a incerteza dos processos administrativos e criar um ambiente institucional favorável a investimentos responsáveis.

A Secretaria Executiva da Aquicultura e Pesca deverá liderar a articulação estadual para regularização, crédito e ordenamento, em diálogo com o MPA, órgãos ambientais, Marinha, municípios e setor produtivo. O Sistema Integrado de Gestão da Maricultura - SIGMAR deverá funcionar como cadastro operacional e instrumento de gestão das áreas.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Levantar situação de cessões, transferências, licenças e autorizações ambientais.	Cadastro consolidado.	2027–2028	MPA, Epagri	AMASI
Apoiar a regularização e transferência de uso para algicultores, com procedimentos simplificados.	Percentual de produtores regularizados.	2027–2031	MPA	Epagri, AMASI
Padronizar sinalização náutica e boas práticas para evitar cercamentos e conflitos.	Norma orientativa e adesão dos cultivos.	2027–2029	MPA, Marinha/autoridades competentes	Epagri, AMASI
Integrar cadastro, licenças, cessões, áreas e produção ao SIGMAR.	Percentual de áreas e produtores cadastrados.	2027–2032	Epagri, MPA	SAQ, CIASC, municípios

META 9 – Estruturar beneficiamento, logística e agregação de valor

Superar gargalos de colheita, transporte, prensagem, secagem, armazenamento, classificação e processamento, aumentando a qualidade e o valor da biomassa.

A biomassa fresca possui elevado teor de água, grande volume e vida útil limitada, o que aumenta os custos de transporte e restringe a distância entre fazendas e compradores. Sem infraestrutura adequada, parte da produção pode perder qualidade ou deixar de ser comercializada. A expansão da cadeia exige organizar a logística desde a colheita até o destino final, com capacidade compatível com os picos sazonais de produção.

Unidades compartilhadas de prensagem, secagem, moagem e armazenamento podem reduzir custos individuais e permitir a formação de lotes padronizados. A localização dessas estruturas deverá considerar concentração de produtores, acesso viário e marítimo, disponibilidade de energia e água, restrições ambientais e proximidade dos mercados ou plantas industriais.

A agregação de valor depende também de padrões claros de qualidade. Umidade, presença de impurezas, contaminantes, integridade da biomassa, identificação da linhagem, origem e condições de armazenamento precisam ser controladas e registradas. A rastreabilidade permitirá atender compradores mais exigentes, reduzir disputas comerciais e diferenciar produtos.

O fortalecimento da capacidade industrial estadual contribuirá para transformar matéria-prima em ingredientes e produtos finais, gerando empregos qualificados e retendo maior parcela da renda em Santa Catarina. Entretanto, os investimentos deverão ser dimensionados com base na oferta real e nas demandas confirmadas, evitando a criação de capacidade ociosa.

Os resultados esperados incluem redução de perdas e custos logísticos, melhoria da qualidade, aumento da vida útil, formação de lotes comerciais e expansão da participação dos produtos processados no valor total da cadeia.

A infraestrutura deve ser dimensionada a partir da demanda e da viabilidade econômica, evitando a instalação de unidades sem volume, gestão ou mercado. Cooperativas e centrais de serviços podem compartilhar secadores, prensas, moagem, armazenamento e controle de qualidade.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Mapear capacidade instalada, custos e alternativas de localização de unidades.	Plano estadual de infraestrutura.	2027–2029	Epagri, FIESC, UFSC	AMASI, municípios
Implantar unidades compartilhadas de prensagem, secagem, moagem e armazenagem.	Capacidade instalada e perdas reduzidas.	2029–2034	Cooperativas/empresas, UFSC	MPA, FINEP
Desenvolver padrões de qualidade, umidade, contaminantes, rastreabilidade e classificação comercial.	Padrões publicados e lotes conformes.	2028–2032	Epagri, UFSC	CNPq, MAPA, empresas
Elaborar projetos executivos e modelos de gestão para unidades regionais, condicionando investimentos à oferta, demanda e viabilidade.	Projetos, planos de negócio e taxa de utilização.	2028–2033	Epagri, UFSC	Cooperativas, municípios, SAQ, Sebrae, Fiesc

META 10 – Promover a bioeconomia circular e o aproveitamento integral da biomassa

Transformar a biomassa em um portfólio diversificado de produtos, aproveitar seus componentes de forma integral e reduzir a dependência de um único comprador ou segmento de mercado.

A competitividade da algicultura catarinense não deverá se apoiar exclusivamente na venda de biomassa úmida. O maior valor econômico da cadeia mundial de algas está associado ao processamento e à transformação em ingredientes, extratos e produtos finais. A diversificação permitirá atender mercados com diferentes exigências, aproveitar lotes que não se enquadrem em uma única especificação e distribuir os riscos decorrentes das oscilações de demanda.

Kappaphycus alvarezii é tradicionalmente utilizada como matéria-prima para carragenana, mas sua biomassa pode originar bioestimulantes agrícolas, ingredientes para alimentação animal, alimentos, cosméticos, hidrogéis, filmes, biomateriais e compostos bioativos. Cada aplicação exige padrões próprios de matéria-prima, tecnologias de processamento, comprovação de desempenho, avaliação de segurança e adequação regulatória. Por isso, a definição das rotas prioritárias deverá combinar potencial de mercado, disponibilidade tecnológica, escala de produção e vantagem competitiva regional.

O conceito de biorrefinaria propõe o aproveitamento sequencial da biomassa, extraindo inicialmente os componentes de maior valor e utilizando as frações remanescentes em outros produtos. Essa abordagem pode aumentar o rendimento econômico por tonelada produzida, reduzir resíduos e criar sinergias entre diferentes indústrias. Entretanto, sua viabilidade deverá ser demonstrada por estudos técnico-econômicos, balanços de massa e energia e avaliações ambientais de ciclo de vida.

A passagem da pesquisa para a escala comercial constitui um dos principais desafios. Tecnologias desenvolvidas em laboratório precisam ser testadas em plantas-piloto, com avaliação de estabilidade, qualidade, custo, produtividade, tratamento de efluentes e aceitação pelo mercado. A cooperação entre universidades, empresas, startups, produtores e instituições de fomento será necessária para superar essa etapa intermediária.

A atração de investimentos deverá priorizar empreendimentos conectados à produção local, capazes de estabelecer relações transparentes com os produtores e de desenvolver produtos competitivos. Incubadoras, programas de inovação aberta, encomendas tecnológicas e projetos cooperativos podem acelerar a formação de novos negócios.

Como resultado, espera-se ampliar o número de produtos desenvolvidos e comercializados, elevar o valor obtido por tonelada de biomassa, reduzir resíduos e consolidar em Santa Catarina uma base industrial vinculada à bioeconomia marinha.

O aproveitamento integral deve priorizar bioestimulantes, biofertilizantes, alimentos, carragenana, ingredientes funcionais, cosméticos, nutracêuticos, alimentação animal, biomateriais e bioembalagens. O Plano não prioriza biocombustíveis, diante da baixa competitividade esperada frente às rotas energéticas consolidadas no Brasil.

O conceito de biorrefinaria, quando empregado, refere-se à extração sequencial de componentes de maior valor e ao uso das frações remanescentes, com avaliação técnico-econômica e ambiental.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Desenvolver rotas para carragenana, bioestimulantes, biofertilizantes, alimentos, ingredientes para ração, cosméticos, nutracêuticos, biomateriais e bioembalagens.	Tecnologias e produtos em escala piloto.	2027–2035	UFSC, Embrapa, Epagri	Fiesc, Fapesc, empresas
Avaliar o aproveitamento sequencial da biomassa e o uso das frações remanescentes, sem priorizar biocombustíveis.	Estudos de rendimento, custo e resíduos.	2028–2034	UFSC, Epagri, Embrapa	Fiesc, Sebrae, empresas
Realizar avaliações técnico-econômicas, de ciclo de vida e de mercado antes do escalonamento.	Estudos de viabilidade concluídos.	2029–2035	UFSC, Epagri, Fiesc	Sebrae, Fapesc
Apoiar plantas-piloto, inovação aberta, startups e atração de indústrias conectadas à produção local.	Investimentos e empreendimentos atraídos.	2030–2037	Fiesc, Sebrae, Governo do Estado	Epagri, SAQ, MPA, Finep

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Desenvolver padrões de qualidade e especificações para cada aplicação, incluindo aproveitamento de coprodutos.	Padrões e produtos conformes.	2028–2034	Epagri, UFSC, empresas	MAPA, ANPII Bio, Rede Algicultura BR

META 11 – Ampliar assistência técnica, capacitação e profissionalização

Padronizar práticas produtivas e fortalecer as competências técnicas, gerenciais e empresariais dos produtores, trabalhadores, técnicos e organizações da cadeia.

O crescimento acelerado da algicultura incorporou produtores com diferentes níveis de experiência, estrutura e conhecimento técnico. A ausência de procedimentos padronizados pode resultar em diferenças de produtividade e qualidade, disseminação de problemas sanitários, perdas de biomassa e dificuldade para atender às especificações dos compradores. A assistência técnica continuada será fundamental para transformar conhecimentos científicos em práticas aplicáveis às fazendas.

Um manual estadual de boas práticas deverá reunir orientações sobre seleção e preparo de mudas, instalação das estruturas, densidade de cultivo, manejo, prevenção de epífitas e doenças, colheita, limpeza, transporte, secagem, rastreabilidade, biossegurança, segurança do trabalho e prevenção de resíduos e arribamentos. O manual deverá ser revisto periodicamente à medida que novas técnicas e resultados de pesquisa se tornem disponíveis.

A capacitação precisa ser contínua, prática e acessível. Cursos presenciais, conteúdos digitais, dias de campo, unidades demonstrativas e intercâmbios entre produtores poderão atender diferentes perfis e localidades. Além das competências produtivas, deverão ser abordados gestão de custos, planejamento da produção, contratos, comercialização, cooperativismo, qualidade, legislação e uso de informações ambientais.

A implantação de cadernos de campo permitirá registrar linhagem, origem das mudas, datas, local, manejo, crescimento, perdas, insumos, mão de obra, custos e destino da produção. Esses dados serão úteis tanto ao produtor quanto aos programas de pesquisa, extensão, rastreabilidade e monitoramento do Plano. Ferramentas simples e adaptadas à realidade dos algicultores aumentarão a adesão.

A profissionalização também depende da formação de técnicos e extensionistas. A atualização das equipes da Epagri, do Senar e das demais instituições deverá acompanhar a evolução tecnológica, ambiental e regulatória da atividade.

Espera-se aumentar a adoção de boas práticas, reduzir diferenças de qualidade, melhorar a gestão das propriedades, gerar dados confiáveis e formar uma rede de assistência técnica capaz de acompanhar a expansão da algicultura em todo o Estado.

A transferência de tecnologia deverá incluir o Manual Brasileiro de Bioinsumos de Macroalgas, coordenado pela Rede Algicultura BR/Embrapa em parceria com Epagri, UFSC e demais instituições. O conteúdo deverá ser disponibilizado em versão impressa e digital, com vídeos, infográficos, cursos e atualizações periódicas.

A assistência técnica deverá também capacitar consultores do agronegócio e equipes do Sistema CNA/Senar para recomendar produtos de forma tecnicamente segura.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Elaborar manual estadual de boas práticas de cultivo, biossegurança, colheita e pós-colheita.	Manual publicado e revisado.	2027–2029	Epagri	Senar, AMASI
Ofertar cursos continuados presenciais e digitais para produtores e técnicos.	Pessoas capacitadas e taxa de adoção.	2027–2037	Senar, Epagri	Sebrae, UFSC
Implantar cadernos de campo e indicadores de custo, produtividade e qualidade.	Produtores com registros padronizados.	2028–2032	Epagri, Senar	AMASI
Coordenar e atualizar o Manual Brasileiro de Bioinsumos de Macroalgas, reunindo pesquisas da Rede Algicultura BR.	Publicação, atualizações e alcance junto ao agro.	2028–2037	Embrapa/Rede Algicultura BR, Epagri, UFSC	CNA/Senar, ANPII Bio, MAPA, empresas
Capacitar técnicos do Sistema CNA/Senar, consultores, distribuidores e cooperativas sobre uso seguro e eficaz dos bioestimulantes.	Técnicos capacitados e ações de difusão.	2028–2037	Senar, Epagri, Embrapa	ANPII Bio, empresas, Fecoagro

META 12 – Criar instrumentos de financiamento e proteção econômica

Reduzir os riscos associados aos investimentos, eventos climáticos, perdas de safra e oscilações de mercado, criando condições financeiras compatíveis com as características da atividade.

A algicultura apresenta ciclos relativamente curtos e menor necessidade de alimentação ou insumos quando comparada a outros segmentos aquícolas, mas ainda exige investimento em estruturas, embarcações, cabos, sistemas de fundeio, equipamentos, processamento e capital de giro. A ausência de modelos econômicos consolidados e de séries históricas dificulta a análise de crédito e a tomada de decisão por produtores e instituições financeiras.

A construção de modelos de custo de produção deverá considerar diferentes escalas, sistemas de cultivo, localidades, níveis de mecanização e formas de comercialização. Indicadores de produtividade, custo por quilograma, necessidade de capital, ponto de equilíbrio e retorno do investimento permitirão avaliar a viabilidade dos empreendimentos e orientar políticas de crédito.

As linhas de financiamento precisam contemplar não apenas a implantação das fazendas, mas também equipamentos de manejo e colheita, unidades coletivas de secagem e armazenamento, inovação, certificação e processamento. Condições diferenciadas podem ser justificadas para organizações de produtores, projetos de baixo impacto ambiental e empreendimentos que agreguem valor localmente.

Os produtores estão sujeitos a ressacas, chuvas intensas, redução de salinidade, perdas de estruturas, problemas biológicos e oscilações bruscas de demanda. Instrumentos como seguro aquícola, fundos garantidores, mecanismos de estabilização de renda, contratos com preços ou volumes mínimos e compras programadas devem ser avaliados. A formulação desses instrumentos dependerá de dados produtivos confiáveis, zoneamento de risco e definição objetiva dos eventos cobertos.

A transparência contratual também integra a proteção econômica. Acordos entre produtores e compradores deverão estabelecer critérios de qualidade, formas de medição, preço, prazos, responsabilidade pelo transporte e condições para recusa da biomassa. Organizações coletivas podem oferecer apoio jurídico e ampliar o equilíbrio dessas relações.

Como resultado, espera-se ampliar o acesso ao crédito, reduzir a exposição individual dos produtores, incentivar investimentos produtivos e criar maior estabilidade para o planejamento da oferta e da renda.

A Secretaria Executiva da Aquicultura e Pesca deverá liderar a construção de políticas estaduais de crédito e subsídio, com recursos para estruturas, equipamentos, unidades coletivas, inovação, certificação e processamento. Incentivos devem ser condicionados a regularização, boas práticas, rastreabilidade e viabilidade.

Instrumentos financeiros deverão contemplar pequenos produtores e organizações coletivas, reduzindo garantias exigidas e apoiando a adoção de tecnologias com benefícios públicos, como redução de resíduos, melhoria das condições de trabalho e monitoramento.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Construir modelos de custo de produção e referências de viabilidade para diferentes escalas e sistemas.	Planilhas, coeficientes e atualização bienal.	2027–2029	Epagri, Sebrae	CNA/Senar, Amasi
Criar linhas estaduais de crédito e subsídio para estruturas, equipamentos, monitoramento e processamento.	Volume de crédito, subsídio e beneficiários.	2027–2037	SAQ, instituições financeiras	Epagri, Fecoagro, Ocesc, Fapesc
Criar modalidade de apoio a cooperativas e unidades coletivas, com fundo garantidor e assistência para projetos.	Organizações financiadas e inadimplência.	2028–2037	SAQ, Ocesc, BRDE/Badesc	Sebrae, Fecoagro, CNA
Avaliar seguro aquícola e mecanismos de cobertura para ressacas, perdas de estruturas, eventos ambientais e interrupção de mercado.	Produto de seguro proposto/implementado.	2029–2035	SAQ, seguradoras, CNA	MPA, Amasi, instituições financeiras
Estimular contratos transparentes, critérios de qualidade, planejamento da oferta e mecanismos de proteção de renda.	Modelos de contrato e adesão.	2027–2032	Amasi, cooperativas, compradores	Epagri, Sebrae, Ocesc

META 13 – Desenvolver o cultivo de espécies nativas e ampliar a diversidade produtiva

Reduzir a dependência de uma única espécie e explorar oportunidades em mercados alimentares, ambientais, aquícolas e biotecnológicos.

Embora *Kappaphycus alvarezii* seja atualmente a base da algicultura comercial catarinense, a concentração em uma única espécie aumenta a vulnerabilidade a mudanças regulatórias, eventos ambientais, pragas, doenças e oscilações de mercado. A diversificação deverá ser conduzida de forma gradual, baseada em pesquisa, análise de mercado e avaliação ambiental.

Santa Catarina possui macroalgas nativas com potencial para alimentação, extração de compostos, bioinsumos, alimentação animal, restauração ambiental e sistemas multitróficos. A seleção de espécies prioritárias deverá considerar disponibilidade de material reprodutivo, domínio do ciclo de vida, desempenho em cultivo, segurança ambiental, interesse comercial e possibilidade de processamento.

O desenvolvimento de uma nova espécie exige mais do que testes de crescimento. Devem ser estabelecidos protocolos de reprodução, obtenção de mudas, manejo, colheita, conservação, controle de qualidade e processamento. Projetos-piloto poderão demonstrar a viabilidade técnica e econômica antes da expansão comercial.

A diversificação também pode ocorrer por meio da integração de macroalgas a cultivos de moluscos, peixes ou outros organismos. Esses sistemas podem melhorar o aproveitamento de nutrientes, diversificar a renda e ampliar a resiliência das fazendas, desde que sejam adequadamente dimensionados e monitorados.

Espera-se formar uma carteira de espécies e sistemas produtivos adaptados às condições catarinenses, reduzindo riscos e abrindo novos mercados sem comprometer a conservação dos ecossistemas costeiros.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Selecionar espécies nativas prioritárias segundo aptidão, mercado e segurança ambiental.	Lista e agenda de pesquisa.	2027–2029	UFSC, Epagri, Rede Algicultura BR	Embrapa, FAPESC, CNPq
Desenvolver protocolos de reprodução, cultivo e processamento.	Espécies com protocolo validado.	2029–2036	UFSC, Epagri	Produtores, empresas
Implantar projetos-piloto comerciais e avaliar integração multitrófica.	Pilotos e viabilidade demonstrada.	2032–2037	Epagri, UFSC	MPA, FAPESC

META 14 – Implantar programa de gestão ambiental e biossegurança

Prevenir impactos, controlar resíduos, monitorar escapes e arribamentos e assegurar o uso responsável de espécies cultivadas, especialmente de *Kappaphycus alvarezii*, que não é nativa do litoral catarinense.

Os benefícios ambientais da algicultura não eliminam a necessidade de gestão e precaução. A expansão da atividade pode aumentar a ocorrência de fragmentos desprendidos, arribamentos em praias, resíduos de cabos e estruturas, sombreamento localizado e conflitos com outros usuários. A adoção de protocolos preventivos e de resposta rápida é indispensável para manter a licença social e ambiental da cadeia.

Os planos locais de prevenção e resposta a arribamentos deverão definir responsabilidades, canais de comunicação, procedimentos de recolhimento, locais de destinação e formas de aproveitamento da biomassa recuperada. O registro das ocorrências permitirá identificar causas, estruturas ou períodos de maior risco e orientar melhorias nos sistemas de cultivo.

Por se tratar de espécie exótica autorizada, *K. alvarezii* deve ser acompanhada quanto ao escape de fragmentos, sobrevivência fora das áreas cultivadas e eventual estabelecimento no ambiente. O monitoramento deverá abranger também epífitas, doenças, organismos associados e alterações na diversidade genética das linhagens. Resultados devem ser compartilhados com os órgãos ambientais e utilizados para revisar as práticas de manejo.

A biossegurança inclui controle da origem e movimentação de mudas, quarentena, limpeza de equipamentos, rastreabilidade e resposta a ocorrências sanitárias. A integração com o biobanco e com a caracterização genética permitirá identificar materiais e acompanhar sua distribuição entre as áreas.

A gestão de resíduos deverá priorizar materiais duráveis, adequados ao ambiente marinho, passíveis de identificação e recuperação. Sistemas de logística reversa, inventários periódicos e metas de redução podem evitar que cabos, boias e outros componentes se tornem lixo marinho.

Espera-se reduzir arribamentos e resíduos, detectar precocemente riscos biológicos, aumentar a conformidade ambiental e demonstrar à sociedade que a expansão da algicultura será acompanhada por controles transparentes e efetivos.

O programa deverá quantificar serviços ecossistêmicos e evitar alegações não comprovadas. A assimilação de carbono e nutrientes durante o cultivo deve ser distinguida de armazenamento climático de longo prazo. Estudos de balanço ambiental e análise de ciclo de vida orientarão eventuais mecanismos de remuneração.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Estabelecer protocolos para prevenção e resposta a arribamentos, descarte e recuperação de biomassa.	Planos locais e tempo de resposta.	2027–2029	Epagri, municípios, AMASI	Órgãos ambientais
Monitorar escape, estabelecimento fora das áreas, epífitas, doenças e diversidade genética.	Relatórios anuais e ocorrências tratadas.	2028–2037	UFSC, Epagri	Rede Algicultura BR, órgãos ambientais
Adotar materiais duráveis, rastreáveis e sistemas de logística reversa.	Redução de resíduos e materiais recuperados.	2028–2034	Produtores, AMASI	FIESC, Sebrae
Quantificar assimilação de nutrientes, carbono, efeitos sobre biodiversidade e qualidade da água, com análise de ciclo de vida.	Estudos locais e indicadores publicados.	2027–2035	Epagri, UFSC, Embrapa	Fapesc, Rede Algicultura BR, órgãos ambientais

META 15 – Implantar governança, monitoramento e revisão do Plano

A Secretaria Executiva da Aquicultura e Pesca deverá exercer papel central na coordenação política do Plano. A Epagri deverá apoiar a secretaria na coordenação técnica, na produção de indicadores e na articulação com pesquisa e extensão.

O SIGMAR, atualmente estruturado para arrendamentos, produção, monitoramento e rastreabilidade da maricultura, deverá ser ampliado em sua segunda versão para incluir macroalgas. Com apoio do CIASC, o sistema deverá registrar áreas, linhagens, plantios, colheitas, lotes, processamento, análises e destino comercial, permitindo rastreabilidade por QR Code (Fig. 7).

Os três workshops de Florianópolis, Palhoça e Itajaí constituirão a primeira etapa de governança participativa da versão 2.0. Após a publicação, o Comitê Gestor deverá manter consulta pública permanente e revisões intermediárias.

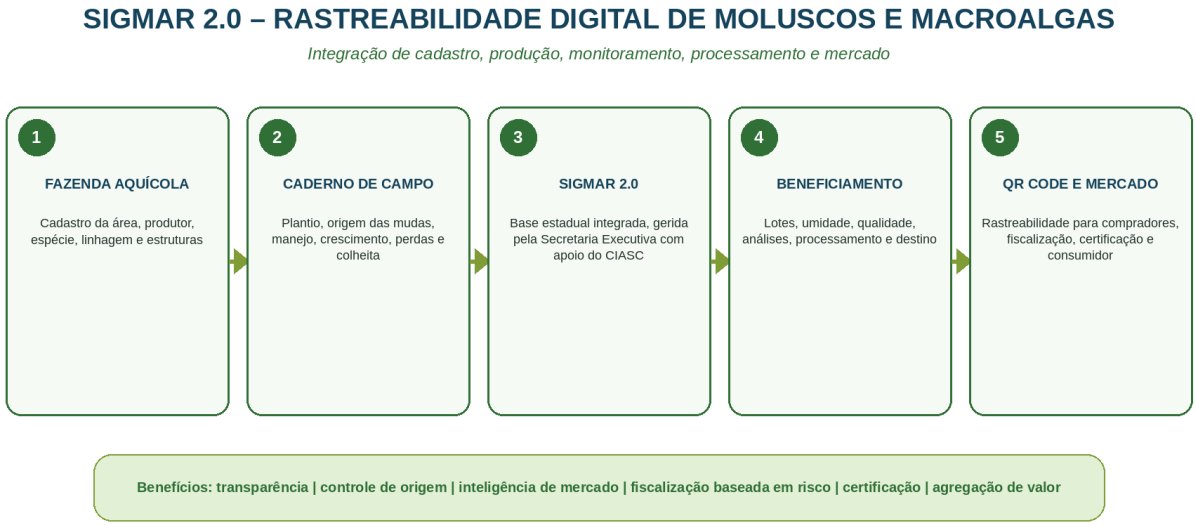


Figura 7. Proposta de ampliação do SIGMAR para rastreabilidade digital de moluscos e macroalgas.

Ações prioritárias	Indicadores	Prazo	Responsáveis principais	Parceiros
Criar Comitê Gestor com produtores, SAQ, Epagri, pesquisa, indústria e organizações de apoio.	Comitê instituído e reuniões semestrais.	2027	SAQ, Epagri, Amasi	Todos os parceiros
Realizar três workshops de validação da versão preliminar em Florianópolis, Palhoça e Itajaí.	Workshops, participantes e contribuições incorporadas.	2026–2027	Epagri, SAQ	Amasi, municípios, parceiros
Implantar o módulo de macroalgas do SIGMAR com apoio do CIASC.	Módulo em produção, áreas, produtores e lotes cadastrados.	2027–2031	SAQ, CIASC	Epagri, MPA, empresas
Ampliar a rastreabilidade de moluscos para macroalgas, com cadernos de campo e QR Code.	Percentual da produção rastreável.	2028–2034	SAQ, CIASC, Epagri	Empresas, cooperativas, Cidasc
Publicar painel anual de indicadores e relatório de execução.	Relatório e painel publicados.	2028–2037	Epagri, Comitê Gestor	Sebrae, Fapesc, CIASC
Realizar revisões intermediárias em 2030, 2033 e 2036.	Revisões concluídas e Plano atualizado.	2030–2036	Comitê Gestor	Todos os parceiros

4 PROJETOS ESTRUTURANTES

As ações distribuídas entre as metas podem ser organizadas em projetos estruturantes, capazes de mobilizar recursos, integrar parceiros e produzir entregas reconhecíveis. A lista a seguir deverá ser refinada durante os workshops.

1. Mar de Oportunidades

Programa de cooperativismo, organização comunitária, infraestrutura compartilhada e acesso ao mercado, com possível cooperação da ACDI/VOCA.

2. Zoneamento da Algicultura Catarinense

Mapeamento de aptidão, risco e capacidade de suporte, integrado ao licenciamento e ao planejamento espacial marinho.

3. Biobanco Catarinense de *Kappaphycus*

Conservação, sanidade, identificação, rastreabilidade e disponibilização de linhagens.

4. Programa de Melhoramento e Recomendação de Linhagens

Caracterização genética, bioquímica e fenotípica e seleção para produtividade, resiliência e mercados.

5. Sistema de Monitoramento e Alerta

Rede de sensores, dados oceanográficos, registros produtivos, alertas e integração com SIGMAR.

6. SIGMAR 2.0 - Macroalgas

Ampliação da plataforma estadual para cadastro, rastreabilidade, monitoramento, inteligência e QR Code.

7. Programa de Inserção no Agronegócio

ANPII Bio, CNA/Senar, feiras, Silo Agrodata, Agro PesquisAção, dias de campo e demonstração tecnológica.

8. Manual Brasileiro de Bioinsumos de Macroalgas

Publicação viva, impressa e digital, coordenada pela Rede Algicultura BR/Embrapa com Epagri, UFSC e parceiros.

9. Agenda Regulatória dos Bioinsumos de Macroalgas

Participação organizada na revisão das normas do MAPA e geração da base científica necessária.

10. Programa de Cooperação Internacional e Mecanização

Parcerias via IBMC, licenciamento e adaptação de tecnologias da Sea6 Energy e outros parceiros.

11. Programa de Bioeconomia Circular

Aproveitamento integral da biomassa para produtos de maior valor agregado.

5 GOVERNANÇA, IMPLEMENTAÇÃO E MONITORAMENTO

A implementação exige uma instância de governança com capacidade de articulação, acompanhamento e revisão. Recomenda-se a criação de um Comitê Gestor vinculado à governança estadual da aquicultura, com participação equilibrada do setor produtivo, instituições públicas, pesquisa, extensão, indústria e organizações de apoio (Fig. 8).

A Secretaria Executiva da Aquicultura e Pesca deverá liderar a coordenação política, articular as políticas de crédito e subsídio, promover o ordenamento e gerir o SIGMAR. A Epagri deverá exercer coordenação técnica, acompanhar indicadores, produzir estatísticas e conectar pesquisa, extensão e setor produtivo. O CIASC deverá apoiar arquitetura, segurança, integração e evolução tecnológica da plataforma.



Figura 8. Arranjo indicativo de governança para a implementação do Plano.

5.1 Papéis institucionais indicativos

Tabela 2. Papéis indicativos dos principais grupos institucionais. As atribuições deverão ser pactuadas durante a validação do Plano.

Instituição/Grupo	Papel indicativo
Secretaria Executiva da Aquicultura e Pesca	Coordenação política estadual; crédito, subsídios e fomento; ordenamento e articulação com MPA; gestão do SIGMAR; mobilização de recursos e acompanhamento do Plano.
Epagri	Coordenação técnica; pesquisa aplicada; extensão; dados de produção; custos; inteligência de mercado; monitoramento ambiental; facilitação dos workshops e avaliação.
CIASC	Desenvolvimento, integração, segurança, manutenção e expansão do SIGMAR, incluindo rastreabilidade de macroalgas.
UFSC	Pesquisa científica; biobanco; genética, bioquímica e fenótipo; processos; formação de recursos humanos e plantas-piloto.
Embrapa/Rede Algicultura BR	Coordenação de rede nacional; validação agronômica; bioprocessos; alimentação animal; Manual Brasileiro e integração das pesquisas.
Fapesc	Fomento a pesquisa, inovação, infraestrutura, bolsas e projetos estruturantes.
MPA	Política aquícola federal; cessão de áreas; ordenamento; fomento; articulação nacional e apoio à regularização.
MAPA	Marco regulatório, registro e fiscalização de fertilizantes, bioestimulantes, bioinsumos e produtos agrícolas.
ANPII Bio	Representação da indústria; ambiente regulatório; capacitação; inovação; eventos e inserção no ecossistema de bioinsumos.
CNA/Faesc/Senar	Acesso ao produtor rural; capacitação; feiras; inteligência de dados; propriedades-vitrine; apoio à difusão e ao mercado.
Sebrae/Fiesc	Desenvolvimento empresarial, mercado, plantas industriais, inovação, feiras, atração de investimentos e negócios.
Ocesc/Fecoagro/ACDI-VOCA	Cooperativismo, governança, centrais de serviços, acesso a mercados e fortalecimento de organizações.
Amasi e organizações de produtores	Representação da base produtiva, comunicação, boas práticas, pactuação de preços e qualidade, participação no monitoramento.
IMA/Cidasc/Municípios	Licenciamento e controle ambiental; sanidade, fiscalização e serviços locais; mediação de conflitos e gestão costeira.
IBMC e parceiros internacionais	Prospecção, projetos cooperativos, formação, financiamento, licenciamento e absorção de tecnologias.

5.2 SIGMAR como infraestrutura de governança e rastreabilidade

O SIGMAR deve evoluir de uma plataforma voltada a arrendamentos, produção, monitoramento sanitário, ambiental e rastreabilidade de moluscos para uma infraestrutura integrada de gestão da maricultura e da algicultura. A segunda versão deverá incluir cadastro de produtores e áreas, espécies e linhagens, origem das mudas, eventos de plantio e colheita, parâmetros ambientais, lotes, beneficiamento, análises, compradores e destino comercial.

A integração com cadernos de campo digitais e QR Code permitirá rastrear a biomassa até o produto final, oferecer informações a compradores e consumidores e apoiar certificações, fiscalização, pesquisa e inteligência de mercado. A governança dos dados deverá definir níveis de acesso, proteção de informações comerciais, interoperabilidade e responsabilidades (Fig. 9).

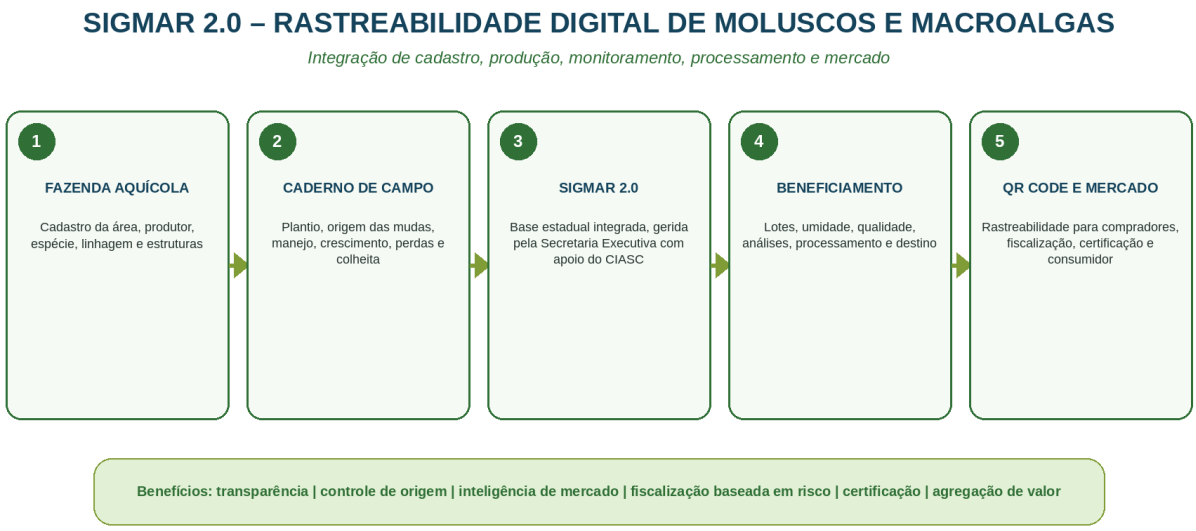


Figura 9. Fluxo funcional proposto para o módulo de macroalgas do SIGMAR 2.0.

5.3 Indicadores e revisão

O Comitê Gestor deverá aprovar um conjunto enxuto de indicadores, publicar relatório anual e classificar cada ação como concluída, em andamento, atrasada ou não iniciada. Indicadores recomendados incluem produção, área, produtividade, preço, renda, empregos, participação de mulheres e jovens, regularização, rastreabilidade, capacidade de processamento, mercados, crédito, pesquisas, linhagens, cobertura do monitoramento, resíduos, arribamentos e conformidade ambiental.

Revisões intermediárias em 2030, 2033 e 2036 deverão atualizar metas, prazos e responsabilidades. A primeira consolidação ocorrerá após os workshops de Florianópolis, Palhoça e Itajaí.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Santa Catarina reúne condições para consolidar a primeira cadeia comercial de macroalgas cultivadas em escala relevante no Brasil. A liderança, entretanto, não será mantida apenas pelo crescimento da biomassa. Será necessário estruturar mercados, organizações, tecnologia, processamento, regulação, financiamento, rastreabilidade, pesquisa e gestão ambiental.

A estratégia proposta combina produção sustentável, agregação de valor, inserção no agronegócio, inovação internacional, organização coletiva e governança pública. A Secretaria Executiva da Aquicultura e Pesca, a Epagri e os demais parceiros deverão transformar as metas em programas, projetos, orçamento e responsabilidades.

A versão 2.0 é uma minuta para revisão. Os workshops e as consultas aos integrantes da cadeia permitirão verificar prioridades, corrigir lacunas e construir compromissos. O êxito do Plano dependerá da capacidade de transformar um documento compartilhado em um processo permanente de cooperação e implementação.

REFERÊNCIAS SELECIONADAS

ANPII BIO. Institucional: história, missão, visão e ampliação do escopo para bioestimulantes e biodefensivos. Curitiba, 2026.

BRASIL. Lei nº 15.070, de 23 de dezembro de 2024. Dispõe sobre a produção, o registro, a comercialização, o uso e a fiscalização de bioinsumos.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Legislação de fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes, substratos e contaminantes. Atualização consultada em 2026.

BRUGÈRE, C. et al. Aquaculture planning: policy formulation and implementation for sustainable development. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 2010.

CHOPIN, T. et al. Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key toward sustainability. Journal of Phycology, 2001.

CNA. Sistema CNA apresenta Central de Inteligência estratégica para o agro - Silo Agrodata. Brasília, 2026.

CNA. Agro PesquisAção. Instituto CNA, 2026.

EPAGRI. Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável da Maricultura Catarinense (2018–2028). Florianópolis, 2019.

FAO. The global status of seaweed production, trade and utilization. GLOBEFISH Research Programme, v. 124. Rome, 2018.

FAO/GLOBEFISH. Quarterly Seaweed Analysis: Seaweed trade cools in 2025; innovation and investment gather pace. May 2026.

FAO. Seaweed for the future: public policy recommendations towards a blue transformation in Latin America. Rome, 2025.

HAYASHI, L. et al. Kappaphycus alvarezii cultivation in Brazil and its environmental interactions. 2011.

IBMC. International Bioeconomy & Macroalgae Center: overview, network and integrated approach. Energy & Biosciences Institute, University of California, Berkeley, 2026.

MCHUGH, D. J. A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries Technical Paper 441. Rome, 2003.

SANTOS, A. A. dos. Sínteses e notas técnicas sobre a produção catarinense de macroalgas, 2022–2024.

SEA6 ENERGY. Mechanised Ocean Farming: SeaCombine technology platform. 2025.

SEAWEED INSIGHTS. South America: Brazil. Hatch Innovation Services, 2026.

SOTO, D. et al. Applying an ecosystem-based approach to aquaculture: principles, scales and management measures. FAO, 2008.

TROELL, M. et al. Farming the ocean - seaweeds as a quick fix for the climate? Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 2023.