



RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

Nome da tecnologia:	AGLIBS – Análise Fotônica dos nutrientes essenciais para nutrição das plantas
Ano de avaliação da tecnologia:	2019
Unidade:	Embrapa Instrumentação
Responsável pelo relatório:	Sandra Protter Gouvêa / Cinthia Cabral da Costa

São Carlos, 29 de Janeiro de 2020.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA	4
1.1. Nome/Título	4
1.2. Eixos de Impacto do VI Plano Diretor da Embrapa	4
1.3. Descrição Sucinta	4
1.4. Ano de Início da geração da tecnologia:	5
1.5. Ano de Lançamento:	5
1.6. Ano de Atualização da Tecnologia, se houver*:	5
1.7. Ano de Início da adoção:	5
1.8. Abrangência da adoção:	5
1.9. Beneficiários	6
2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA	6
3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA TECNOLOGIA	8
3.1. Avaliação dos Impactos Econômicos	8
3.1.1. Tipo de Impacto: Incremento de Produtividade	8
3.1.2. Tipo de Impacto: Redução de Custos	9
3.1.3. Tipo de Impacto: Expansão da Produção em Novas Áreas	9
3.1.4. Tipo de Impacto: Agregação de Valor	9
3.1.5. Análise dos impactos econômicos	9
3.2. Custos da Tecnologia	9
3.2.1. Estimativa dos Custos	9
3.2.2. Análise dos Custos	10
3.3. Análises de rentabilidade	12
3.4. Instituições envolvidas/parcerias	12
4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS – AMBITEC-Agro	12
4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos	12
4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos	13
4.3. Índices parciais de Impacto Socioambiental	14
4.4. Índice de Impacto Socioambiental	15
4.5. Impactos sobre o Emprego	16
5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL	17
5.1. Capacidade relacional	17
5.2. Capacidade científica e tecnológica	18
5.3. Capacidade organizacional	19
5.4. Produtos de P&D	20
5.5. Índice de Impacto no desenvolvimento institucional	21
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
7. FONTE DE DADOS	22
8. BIBLIOGRAFIA	23
9. EQUIPE RESPONSÁVEL	23

INTRODUÇÃO

O ativo tecnológico AGLIBS, que teve lançamento e adoção ocorridos em 2018, baseia-se na espectroscopia de emissão óptica com plasma induzido por laser (LIBS). Com a versão 1.0 dessa tecnologia e avanços ocorridos mediante parceiros técnicos em 2019, foram ampliadas as análises de solo para carbono orgânico, textura (teores de areia, silte e argila), nutrientes (*potássio, cálcio, ferro, magnésio e manganês*) e pH, com as vantagens da rapidez, da tecnologia verde (ecologicamente favorável; sem reagentes), e da acessibilidade (econômica) ao produtor rural. Pioneiro no Brasil, o AGLIBS tem potencial de análise de 1.500 amostras/dia, possibilitando a vantajosa avaliação do solo em tempo real no laboratório, se comparado a análises convencionais demoradas (10 a 40 dias).

Oriundo do ecossistema de inovação promovido pela Embrapa Instrumentação, o AGLIBS é um dos resultados de projeto de cooperação técnica vigente, firmada em 2016 com a startup Agrorobótica, agritech de São Carlos, que, além de compartilhar a titularidade do ativo, é a empresa que o disponibiliza ao mercado.

O modelo de negócios da transferência do ativo tecnológico envolve a prestação de serviços diferenciados de análise do solo. O AGLIBS tem potencial de adoção em laboratórios, cooperativas, revendas e empresas envolvidas com agricultura de precisão; o equipamento de análise é fornecido via *leasing*, e os serviços prestados têm como canal de interação com o usuário um aplicativo dedicado, que envolve inteligência artificial e banco de dados em nuvem para a entrega de mapas de fertilidade e recomendações de manejo. A estratégia do negócio compreende o encaminhamento, pelo produtor rural, de amostras de solo georreferenciadas para um franqueado que, após coletar dados com o equipamento e métodos embarcados, envia os resultados para um sistema central na Agrorobótica, onde um modelo com inteligência artificial calcula os parâmetros de interesse. Os resultados das análises são obtidos em segundos e digitalizados em nuvem. Com base nas informações geradas, recomendações agronômicas e mapas de fertilidade do solo são enviados ao produtor e franqueado, indicando, por exemplo, a dosagem correta de insumos agrícolas a ser aplicada para correção, se for o caso, evitando excesso ou falta no manejo, gastos desnecessários, e preservando as fontes não renováveis de corretivos. Além da continuidade do aperfeiçoamento da tecnologia, houve avanços em termos de negócios, mediante a efetivação da prospecção entre a Agrorobótica e duas instituições demandantes do AGLIBS, e um investidor.

Este relatório tem como objetivo apresentar atualizações da análise de impactos proporcionados pelo ativo em 2019. Visa prestar contas à sociedade sobre a tecnologia e o potencial que representa a futuros resultados e atividades de PD&I, como também ações de promoção à sua adoção.

Na seção inicial do relatório é apresentado um descritivo do ativo tecnológico, a área de abrangência no ano de 2019 e a indicação dos beneficiários finais. Na seção 2 é apresentada a cadeia de inserção da tecnologia, e potenciais efeitos indiretos a demais agentes. Na sequência, as análises foram agrupadas em três avaliações principais: econômica (seção 3), socioambiental (seção 4) e de desenvolvimento institucional (seção 5). Na seção 6 são listadas as conclusões da avaliação atualizada, e na seção 7 são elencadas as fontes de dados primários consultadas.

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA

1.1. Nome/Título

AGLIBS – Análise Fotônica dos nutrientes essenciais para nutrição das plantas.

1.2. Eixos de Impacto do VI Plano Diretor da Embrapa

Eixo de Impacto do VI PDE	
x	Avanços na busca da Sustentabilidade Agropecuária
x	Inserção estratégica do Brasil na Bioeconomia
	Suporte à Melhoria e Formulação de Políticas Públicas
	Inserção Produtiva e Redução da Pobreza Rural
x	Posicionamento da Embrapa na Fronteira do Conhecimento
	Não se aplica

1.3. Descrição Sucinta

A técnica analítica de espectroscopia de plasma gerado por laser (Laser-Induced Breakdown Spectroscopy - LIBS) baseia-se no emprego de um feixe de luz, proveniente de laser pulsado, focalizado diretamente na amostra para gerar um microplasma de alta temperatura. A luz emitida pelo plasma produzido a partir da amostra carrega forte contribuição dos elementos atômicos nela presentes. Um espectrômetro é utilizado para a captura do espectro emitido pelo plasma e, através da análise espectral, com auxílio de método embarcado, são identificados os elementos constituintes da amostra e determinadas as abundâncias relativas ou absolutas. Na **Figura 1** são exemplificadas aplicações agroambientais da fotônica.

AGLIBS

Análise fotônica de nutrientes essenciais para a nutrição das plantas:

- Textura no solo, pH e Matéria Orgânica;
- Nutrientes em Solos e Folhas;
- Nutrientes em Fertilizantes minerais e orgânicos;
- Contaminantes.

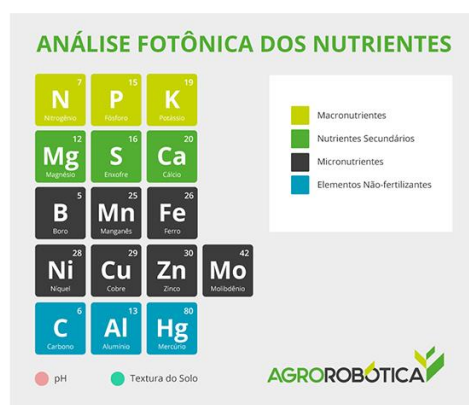


Figura 1 – Exemplos de aplicações agroambientais da técnica fotônica do LIBS.

Fonte: Agrorobótica, 2019 (<https://agrorobotica.com.br/produtos-solucoes/aglibs/>).

Como contribuição a cenário futuro estimado - de 10 bilhões de habitantes projetados para o ano de 2050, aliado à escassez de recursos renováveis - o AGLIBS será estratégico à racionalização no uso de insumos e no aumento da produtividade agrícola.

A adoção do AGLIBS, na versão 1.0, marca o início de uma inovação radical em análise de solos, tornando real a automatização e a eliminação do uso de reagentes químicos, que, uma vez imprescindíveis às metodologias tradicionais, representam custos, e risco à contaminação do meio ambiente e do analista de laboratório. Os segmentos diretamente afetados pela adoção do ativo são três: a empresa que fornece a análise AGLIBS por meio de modelo de inteligência artificial e o equipamento via *leasing*, a empresa de análise de solos (cliente dos serviços da primeira) e que terá um grande impacto por eliminar vários processos de análise contaminantes do ambiente e, na sequência, o cliente final desta análise - o produtor rural, que receberá laudo acompanhado de mapa de fertilidade do solo em tempo real, com benefícios agregados (recomendações de manejo). Na **Figura 2** são ilustrados estes segmentos.

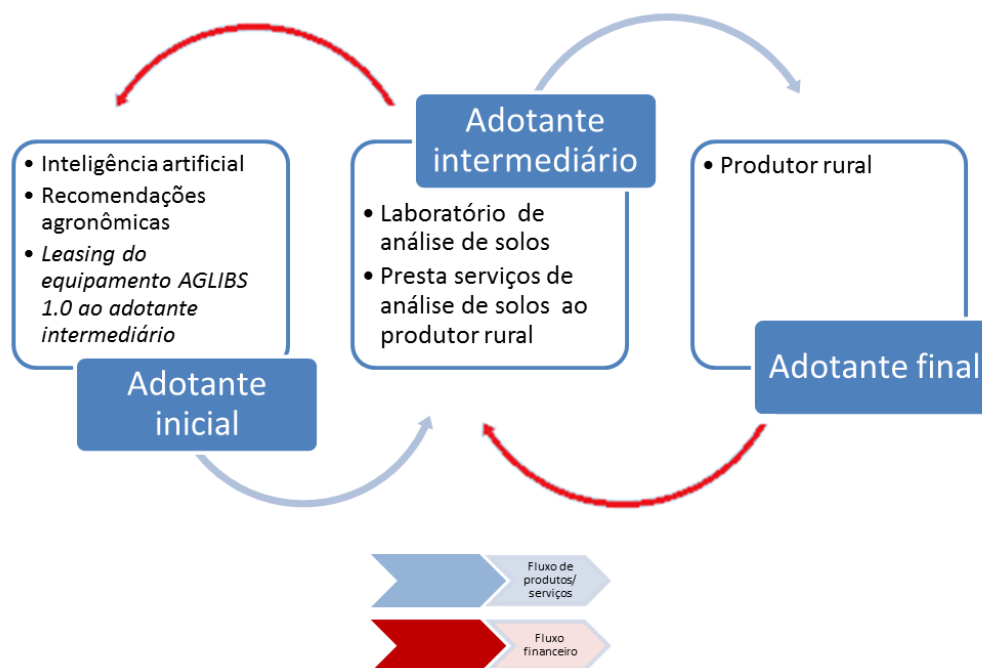


Figura 2 – Segmentos afetados diretamente pela tecnologia AGLIBS.

1.4. Ano de Início da geração da tecnologia: _____ 2015 _____

1.5. Ano de Lançamento: _____ 2018 _____

1.6. Ano de Atualização da Tecnologia, se houver*: _____ 2019 _____

1.7. Ano de Início da adoção: _____ 2018 _____

1.8. Abrangência da adoção:

Nordeste	Norte	Centro Oeste	Sudeste	Sul
AL	AC	DF	ES	PR
BA	AM	GO	MG	RS
CE	AP	MS	RJ	SC
MA	PA	MT	SP	X
PB	RO			
PE	RR			
PI	TO			
SE				
RN				

A tecnologia teve como adotante intermediário a empresa Athenas Consultoria Agrícola e Laboratório - localizada no município de Jaboticabal/SP. Com este parceiro da Agrorobótica, continuaram os trabalhos de testes, calibrações, validações e ajustes até o último bimestre de 2019, quando foi necessário o recolhimento do hardware de análise para manutenção. Atualmente, 8 dos 15 parâmetros de análise de solo ofertados pelo laboratório estão em estágio avançado de validação, como parte da atualização da tecnologia no ano de 2019. Para os outros parâmetros, ainda é necessário investimento em desenvolvimento ou especialização de software, hardware, e métodos, para se chegar à substituição da análise tradicional.

Em 2019, a Agrorobótica (adotante inicial) também envidou esforços na consolidação de três outros parceiros, dois deles interessados na adoção da tecnologia, tanto para a fidelização de clientes, quanto como demanda a tecnologias verdes, o que resultará na expansão da abrangência de atuação para além do Estado de São Paulo, especialmente nos estados com forte produção agropecuária, e para as principais culturas. O terceiro parceiro é referente a um investidor, como oportunidade à aceleração da meta de análise de todos os parâmetros de solo de interesse exclusivamente com o AGLIBS, além do desenvolvimento do serviço de nuvem, do hardware melhorado para algumas análises, e os softwares necessários à integração do sistema de análise (inclusive de app para uso pelo produtor, contendo mapa e recomendações).

1.9. Beneficiários

Os principais beneficiários do desenvolvimento desta tecnologia são: a empresa prestadora do serviço de análise de inteligência artificial e que fornece o equipamento AGLIBS por meio de *leasing* (Agrorobótica); o laboratório de análise de solos, que com a adoção da tecnologia AGLIBS, visa prestar serviços ao produtor rural (em 2019, a Athenas Consultoria Agrícola e Laboratório); e o produtor rural, cliente final da análise de solos e beneficiário principal da tecnologia. Os impactos esperados em cada um dos beneficiários são descritos na seção seguinte. Entretanto, uma vez que a tecnologia afetou, novamente em 2019, apenas o primeiro adotante, que é a Agrorobótica, este continua o elo analisado no relatório atualizado.

2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA

Agentes da cadeia produtiva de inserção do AGLIBS, afetados pela tecnologia, tanto à montante quanto à jusante do beneficiário principal (produtor rural) e do adotante (laboratório usuário da tecnologia) estão representados na **Tabela 1**. É ressaltado que os agentes adotante e beneficiário principal são distintos, característica peculiar a este ativo tecnológico.

Desde 2018, a tecnologia está sendo utilizada por um laboratório de análises de solo em fase experimental. Laboratórios de análise de solos serão um tipo de beneficiários da tecnologia, uma vez que, em comparação com a tecnologia anterior (conforme descrito no item 1.3), haverá redução de custos e impactos ambientais positivos para a sociedade. A redução de custos ocorrerá devido à redução de mão de obra, uso de equipamentos, instalações e reagentes que são mais custosos do que a compra do serviço de análise pelo AGLIBS, e reduções com contratações de empresas terceirizadas para coleta e descarte de resíduos químicos. Há previsão de redução em 20% do custo do pacote completo de análises de solo. O impacto ambiental positivo à sociedade ocorrerá pela redução na disposição de reagentes que é usual na tecnologia anterior, a ser substituída.

O laboratório de análise de solos analisa os parâmetros de interesse em conjunto com uma empresa prestadora de serviço, a Agrorobótica que, além de ser cotitular do AGLIBS junto à

Embrapa, é outra usuária e beneficiária da tecnologia. Portanto, é adicionado neste elo, um impacto econômico (venda de serviço) e social (geração de emprego) decorrente do serviço prestado ao laboratório.

Tabela 1 – Indicação dos demais agentes da cadeia produtiva que podem ser afetados positiva ou negativamente, à montante e à jusante do beneficiário principal da tecnologia analisada, considerando diferentes perspectivas de impactos.

	À montante	Usuário da tecnologia		Beneficiário principal	À jusante
	Ofertantes de fertilizantes	Agrorrobótica	Laboratório de análise de solos	População rural	Comunidade científica
Avanço do conhecimento		Positivo			Positivo
Capacitação		Positivo			
Político institucional		Positivo			
Econômico	Depende	Positivo (Geração de renda)	Positivo (Redução de custo)	Positivo (Redução de custo)	
Social		Positivo (geração de emprego)	Negativo (Redução de emprego)		
Ambiental			Positivo	Positivo	

O beneficiário principal a ser alcançado por esta tecnologia é o produtor rural, que terá um impacto direto de redução de custos de produção devido ao menor preço cobrado pelo laboratório de análises de solo. O produtor poderá também ser beneficiado (conforme descrito no item 1.3), pelo fato de a tecnologia enriquecer a qualidade e melhorar a precisão dos resultados para os parâmetros analisados, com a entrega de mapas de fertilidade e recomendações de manejo. O menor tempo de análise não impactará o produtor enquanto o laboratório de análise de solos não substituir totalmente as técnicas químicas pela análise totalmente óptica proporcionada pelo AGLIBS a todos os parâmetros de interesse aplicáveis ao solo, uma vez que serão aguardados resultados dos demais parâmetros analisados de forma tradicional para a entrega do conjunto de resultados. Entretanto, os efeitos de impacto, juntamente com possíveis respostas do produtor em termos de maior número de análises e ingresso no uso de agricultura de precisão, podem provocar outros impactos, como aumento de produtividade e expansão de área cultivada.

À montante destes beneficiários estão os ofertantes de fertilizantes e corretivos do solo. O impacto pode ser negativo neste elo, caso a tecnologia anterior superestime a necessidade destes insumos, ou positivo, caso a tecnologia anterior subestime a necessidade de insumos. E mesmo com valores equivalentes entre as tecnologias de análise, o impacto poderá ser oriundo da melhoria no manejo proporcionada pelo aumento do número de amostras analisadas, devido ao custo reduzido que o AGLIBS trará. Importante é atentar para o fato de que tais impactos podem ocorrer neste elo da cadeia. Por ser mais rápida e de custo mais acessível, a nova tecnologia poderá vir a oferecer, com sua evolução, mapas de micronutrientes e outros elementos que não são atualmente medidos com o AGLIBS 1.0. Isso estimularia a comercialização de insumos não comumente abordados na análise de solos de rotina, gerando assim um impacto positivo no setor de insumos agrícolas.

À jusante do produtor rural, uma vez que a tecnologia é recém-adotada, os impactos também ainda não geraram efeito. Entretanto, espera-se o crescimento na adoção desta tecnologia, com geração de mais pesquisas, no sentido de mudar a tecnologia de obtenção dos demais resultados necessários às análises de solo, que ainda utilizam reações químicas dispendiosas e poluentes ao ambiente. Este é o impacto positivo que se espera em termos da comunidade científica. Além disso, um avanço do AGLIBS no sentido de utilizá-lo embarcado para análises em tempo real pode impactar também as indústrias de máquinas e equipamentos, e de dados e serviços em nuvem.

3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA TECNOLOGIA

A avaliação de impactos econômicos e socioambientais foi realizada em 2018 para o beneficiário intermediário, a empresa Athenas Consultoria Agrícola e Laboratório. Como em 2019 continua o processo de calibração e validação do AGLIBS frente às análises tradicionais (químicas) de solo, por esse laboratório de consultoria, o resultado da avaliação continua não refletindo os impactos sobre o produtor rural, mas sim sobre o laboratório que realiza as análises com a tecnologia AGLIBS. Espera-se que em 2020, seja possível a avaliação de impactos ao produtor rural, quando houver a substituição de análises químicas tradicionais pelo laboratório adotante, mesmo que seja de forma parcial (para alguns dos parâmetros), o que ainda não ocorre atualmente.

3.1. Avaliação dos Impactos Econômicos

A tecnologia foi lançada em 2018 e calibrações, validações, adaptações metodológicas e em hardware estão sendo realizadas, visando a totalidade das análises de solo serem executadas exclusivamente com o equipamento e métodos ópticos. Ainda não houve substituição do método tradicional das análises químicas de solo na determinação de carbono, pH, alguns nutrientes e textura do solo, primeiros parâmetros já em análise praticados pelo uso do AGLIBS, versão 1.0. Consequentemente, também neste ano não houve impacto econômico da adoção da tecnologia. Ao ser substituído o atual modelo de análise de solo pelo uso do AGLIBS, é esperada a obtenção de dois impactos econômicos: redução de custo para o laboratório de análise de solos e redução de custo para o produtor rural que compra a análise de solos e que, estima-se, terá um preço inferior ao atual.

Como estratégia de oferta de serviços de análise de solos, a Agrorobótica dividiu-as em três categorias: análises básicas, de textura, e microelementar, somando 15 parâmetros de interesse. Foi estimado por essa empresa, adotante inicial, que haverá uma redução do preço do conjunto maior das análises (três categorias) em torno de 20%, que inclui o bônus de mapas de fertilidade e recomendações de manejo. Também foi estimada a redução dos 15 processos que os 15 parâmetros de análise demandam, junto à redução do tempo de análise (de 10 a 40 dias para 2 dias), eliminação de dispêndios/gastos com reagentes químicos e destinação de resíduos, e a diminuição em três vezes a mão de obra necessária às análises.

Se aplica: sim () não (x)

3.1.1. Tipo de Impacto: Incremento de Produtividade

Se aplica: sim () não (x)

3.1.2. Tipo de Impacto: Redução de Custos

Se aplica: sim () não (x)

3.1.3. Tipo de Impacto: Expansão da Produção em Novas Áreas

Se aplica: sim () não (x)

3.1.4. Tipo de Impacto: Agregação de Valor

Se aplica: sim () não (x)

3.1.5. Análise dos impactos econômicos

Como descrito nos itens 3 e 3.1, não foi possível obter o impacto econômico da tecnologia neste ano.

3.2. Custos da Tecnologia

A análise econômica do item anterior é do ponto de vista do adotante da tecnologia o qual, no atual estágio da tecnologia, não foi identificado. Entretanto, os custos necessários para que a mesma tivesse a maturidade atual referem-se aos custos da pesquisa e transferência, que foram realizados pela Embrapa. A estimativa destes custos iniciou em 2015. Este item descreve os custos realizados pela Embrapa e os analisa. Em relação aos custos já apresentados no relatório anterior (2018), ressalta-se que ocorreram algumas mudanças nos custos de pessoal e de administração, em decorrência de ajustes e atualização de valores.

3.2.1. Estimativa dos Custos

Na **Tabela 3.2.1.1a** são descritos os custos estimados - em valores nominais - realizados pela Embrapa Instrumentação no trabalho com a tecnologia analisada. O próximo item descreve o método utilizado para obtê-los e sua análise. Na **Tabela 3.2.1.1b** são descritos estes custos em valores reais, deflacionados pelo IGP-DI 2019 (FGV, 2020).

Tabela 3.2.1.1a. – Estimativa dos custos, valores nominais, em R\$

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
2015	R\$ 35.434	R\$ -	R\$ 2.425	R\$ 11.833	R\$ -	R\$ 49.693
2016	R\$ 38.446	R\$ -	R\$ 2.597	R\$ 11.336	R\$ -	R\$ 52.380
2017	R\$ 44.575	R\$ -	R\$ 3.147	R\$ 12.728	R\$ -	R\$ 60.450
2018	R\$ 56.478	R\$ -	R\$ 3.359	R\$ 13.935	R\$ 26.144	R\$ 99.916
2019	R\$ 5.640	R\$ -	R\$ 303	R\$ 1.256	R\$ 26.144	R\$ 33.343

Fonte: dado de pesquisa.

Tabela 3.2.1.1b. – Estimativa dos custos, valores deflacionados, preços de 2019, em R\$

Ano	Custos de Pessoal	Custeio de Pesquisa	Depreciação de Capital	Custos de Administração	Custos de Transferência Tecnológica	Total
2015	R\$ 44.236	R\$ -	R\$ 3.028	R\$ 14.773	R\$ -	R\$ 62.036
2016	R\$ 43.557	R\$ -	R\$ 2.943	R\$ 12.843	R\$ -	R\$ 59.343
2017	R\$ 50.018	R\$ -	R\$ 3.531	R\$ 14.282	R\$ -	R\$ 67.832
2018	R\$ 59.893	R\$ -	R\$ 3.562	R\$ 14.778	R\$ 27.725	R\$ 105.957
2019	R\$ 5.640	R\$ -	R\$ 303	R\$ 1.256	R\$ 26.144	R\$ 33.343

Fonte: dado de pesquisa.

3.2.2. Análise dos Custos

Os dados deste item consistiram na obtenção das estimativas de custo do desenvolvimento da tecnologia. Estes custos referem-se aos custos diretos de projeto e também àqueles indiretos que a Embrapa Instrumentação realizou. São eles, a despesa com todo pessoal utilizado no trabalho e seus respectivos custos de depreciação do capital da empresa, administração e transferência de tecnologia. Para obter todos estes custos foram realizadas consultas à Gerência Financeira e Contábil (GFC) da Secretaria Geral e junto à área administrativa da Embrapa Instrumentação (Sentanin, 2019¹). Em relação aos valores dos custos descritos no relatório anterior (2018), houve ajustes nos custos daquele mesmo ano (2018) uma vez que os custos de 2018 foram estimados como sendo iguais aos do ano anterior. Neste relatório, tais valores foram atualizados e os custos de 2019 foram considerados como sendo iguais aos de 2018. Outras alterações, principalmente relacionadas aos custos administrativos, foram responsáveis pela diferença observada em vários anos neste relatório em relação ao relatório anterior. A seguir são descritos como foram estimados cada um deles: custos de pessoal, custeio de pesquisa, depreciação, administração e transferência de tecnologia.

Foram disponibilizados pela GFC relatórios de custos da Unidade desde o ano de 2007. Deste relatório, até 2014, os custos de administração puderam ser separados em administração e pessoal de administração; transferência de tecnologia (TT) e pessoal de TT; pesquisa e pessoal da pesquisa. A partir de 2015, pesquisa e TT foram agrupados. Utilizou-se o percentual médio do período 2007 a 2014 dos custos totais (Pesquisa e TT, ambos sem pessoal) gastos com TT e este percentual foi então alocado para os gastos com TT (sem pessoal) no período posterior: 2015 a 2017. O relatório de 2018, obtido junto ao setor administrativo da Unidade, separou novamente estes custos. Para 2019 foi utilizado o valor do gasto de 2018, uma vez que estes dados ainda não estavam consolidados ao produzir este relatório². Com isto, obtiveram-se os gastos totais da Unidade em pessoal, somando o pessoal de pesquisa, administração e TT ($GPess_t$); administração, incluindo pessoal ($GAdm_t$) e transferência de tecnologia, sem pessoal (GTT_t). Os dados foram separados desta maneira para compatibilizar com o formato solicitado para este relatório. A seguir é descrito como cada um destes custos foi trabalhado de maneira a ser alocado como sendo referente aos custos com a tecnologia analisada.

Inicialmente o gasto anual com pessoal foi separado nas categorias: pesquisador, analista, técnico e assistente. Para isto, o total dos gastos (salário, adicionais e encargos) por cada categoria realizado em 2019 (SP = salário, benefício e encargos para pesquisador; SA = salário, benefício e encargos para analista; ST = salário, benefício e encargos para técnicos e; $SAss$ = salário, benefício e encargos para assistente) foi multiplicado pelo número de funcionários (F) da categoria na unidade: pesquisadores (P) = 30 funcionários; analistas (A) = 19 funcionários; técnicos (T) = 23 funcionários e assistentes (Ass) = 6 funcionários. A **Equação (1)** descreve esta contabilização.

$$SP * P + SA * A + SAss * Ass + ST * T = \text{Salário} \quad (1)$$

A seguir foi estimado o percentual de cada categoria no total de gasto com pessoal realizado pela unidade em cada ano (t), como descrito na equação (2).

$$SF * F / \text{Salário} = \%F \quad (2)$$

onde F é igual a: P , se pesquisador; A , se analista; T , se técnico e Ass , se assistente. Assim, $\%P$ é o percentual a ser aplicado para obter o custo anual por pesquisador; $\%A$ é o percentual a ser aplicado para obter o custo anual por analista; $\%T$ é o percentual a ser aplicado para obter o custo

¹ SENTANIN, O.F. Chefia da área de Administração da Embrapa Instrumentação. Informação pessoal, 2019.

² E os custos de 2018 neste relatório foram atualizados uma vez que o relatório anterior também utilizou os dados de 2017 para compor os custos de 2018.

anual por técnico e %Ass é o percentual a ser aplicado para obter o custo anual por assistente. A **Equação (3)** descreve como estimar o gasto real, médio ($GPess_t$), que a unidade teve em cada ano, indicado pelo subscrito “t”, separado por funcionário de cada categoria. Ou seja, o gasto anual médio, por funcionário, de cada categoria é calculado utilizando o percentual de cada categoria calculado na **Equação (2)**, multiplicado pelo gasto total com pessoal e dividido pelo número de funcionários de cada categoria.

$$\%F * GPess_t / F = \text{gasto anual médio de cada categoria} \quad (3)$$

Para os custos de pessoal, por ano, no trabalho com a avaliação de impacto do método alternativo de colheita, alocou-se o percentual do tempo gasto de cada um dos pesquisadores, analistas e técnicos envolvidos (Temp). O percentual de dedicação das pessoas envolvidas, por ano, foi descrito pelos pesquisadores diretamente envolvidos no desenvolvimento da tecnologia. Este percentual, multiplicado pelo gasto anual médio, em cada ano, estimado para cada categoria (**Equação 3**) foi o custo anual em pessoal.

O custeio de pesquisa refere-se aos valores alocados em projetos da Embrapa no desenvolvimento, avaliação e melhoria da tecnologia. Neste item não foram inseridos custos relacionados a projetos externos, ou seja, recursos financeiros alocados por outras entidades além da Embrapa. Como todo recurso de pesquisa utilizado nos projetos da Embrapa Instrumentação que foram utilizados em parte do desenvolvimento da tecnologia analisada foram projetos externos, principalmente do CNPq, estes valores não foram inseridos nos custos.

Para calcular o custo de depreciação de capital foi obtido o custo total de depreciação de capital da Unidade a partir dos relatórios de custos da GFC. A partir de 2015 este custo foi descrito numa conta dentro dos custos de administração. O percentual deste custo nos custos de administração do período 2015-17 foi utilizado para estimar o valor da depreciação no período anterior, considerando, portanto, o valor dos gastos com administração como parâmetro. O custo total de depreciação por ano foi descrito como $GDep_t$. Para 2018 e 2019, o custo de depreciação foi estimado considerando o percentual médio dos últimos 3 anos do valor da depreciação no custo total sem pessoal.

Um percentual de 60% deste custo foi dividido entre todos os pesquisadores da Unidade e os 40% restantes entre os demais funcionários. O custo da depreciação anual da tecnologia, por funcionário, foi mensurado multiplicando a participação de cada pessoa envolvida na tecnologia (variável “Temp” descrita anteriormente na alocação de custos de pessoal), ao valor da depreciação relacionado a cada funcionário: $GDep_t * 0,6/P$ para pesquisador; $GDep_t * 0,4/A$ para analista; $GDep_t * 0,1/(T+Ass)$ para técnico e assistente. A soma deste custo para cada um dos funcionários de pesquisa e TT envolvidos (subscrito i) corresponde ao custo da depreciação anual. A **Equação (4)** descreve esta etapa.

$$\sum_i (Temp_i * GDep_t * Y / F) = \text{gasto com depreciação no ano t} \quad (4)$$

onde Y é: 0,6 se pesquisador, 0,3 se analista e 0,1 se técnico ou assistente; F é: número de pesquisadores ou de analista ou de técnico e assistente, conforme o caso do funcionário; o subscrito “t” é o ano e “i” é cada funcionário que trabalhou na avaliação de impacto do método alternativo de colheita.

O mesmo raciocínio aplicado à estimativa do custo de depreciação foi adotado para obter os custos de administração. Ou seja, todo o custo deste setor, incluindo pessoal, por ano, foi obtido e então dividido entre os funcionários. Utilizando o raciocínio aplicado à **Equação (4)** neste processo, em vez de $GDep_t$ foi utilizado o custo total de administração, incluindo pessoal ($GAdm_t$). Ou seja, nos custos de depreciação e de administração o rateio foi feito com base na distribuição do tempo dos funcionários de pesquisa e transferência de tecnologia ($temp_i$) nos trabalhos da tecnologia avaliada.

No caso dos custos de transferência de tecnologia, a maior participação foi de pessoal, que já foi incluído no item de custo de pessoal. O total destes custos (GTT_t) foi dividido entre as principais tecnologias que o setor de transferência trabalhou no período e a parte referente à tecnologia do AGLIBS foi descrita na tabela 3.2.1.1.

3.3. Análises de rentabilidade

A análise de rentabilidade não foi observada, uma vez que não foi possível obter o impacto econômico da tecnologia neste ano, conforme descrito no item 3.1.

3.4. Instituições envolvidas/parcerias

A empresa Agrorobótica é parceira técnica formalizada da Embrapa, assim como cotitular da do ativo tecnológico AGLIBS, desempenhando os papéis de prestadora do serviço de análise de inteligência artificial, e de fornecimento o equipamento AGLIBS por meio de *leasing* a laboratórios de análise de solos. E a Agrorobótica teve como parceiro em 2019 o laboratório de análise de solos Athenas Consultoria Agrícola e Laboratório, onde ocorreu, em fase de testes, as análises de solo até então estabelecidas. O laboratório de análise de solos terá a função de prestar serviços de análise, com uso do AGLIBS, ao produtor rural (beneficiário principal).

No ano de 2019, a Agrorobótica teve ampliada a estratégia de negociação com outros parceiros referente ao desenvolvimento e adoção do AGLIBS, com previsão de formalização de parceria com duas instituições interessadas como beneficiárias das análises ópticas de solos, e um investidor.

4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS – AMBITEC-Agro

Foram realizadas consultas de opinião a um grupo de usuários que utiliza a tecnologia AGLIBS 1.0 para análise de solos, conforme descrito na fonte de dados (seção 7 deste relatório). Para esta avaliação os usuários indicaram se, após a introdução do sistema AGLIBS 1.0, houve um grande acréscimo (com nota 3), acréscimo moderado (nota 1), inalteração (nota 0), decréscimo moderado (nota -1) ou grande decréscimo (nota -3) nos indicadores analisados. A indicação da dimensão geográfica de tais alterações, ou seja, se ocorreram de maneira pontual (no laboratório), local (abrangendo a propriedade agrícola) ou se houve alterações no entorno da propriedade foi outro aspecto analisado. Neste caso, quanto maior a abrangência do impacto, maior o valor absoluto da nota, seja ele positivo ou negativo. Com o fato de somente um laboratório de análises de solo (Athenas) ser o adotante intermediário do AGLIBS 1.0 por enquanto, justifica-se o número de entrevistados ser menor que aquele recomendado pelo método Ambitec-Agro.

4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos

Observa-se na **Tabela 4.1.1** que, em relação à eficiência tecnológica, critérios do método AMBITEC-Agro não se aplicam à análise da tecnologia AGLIBS uma vez que o beneficiário (adotante intermediário), a empresa Athenas Consultoria Agrícola e Laboratório, deu continuidade em 2019 à fase de calibração para posterior substituição ao método atual, quando então estes impactos poderão ser observados. No último bimestre de 2019, o aparelho AGLIBS que se encontrava na Athenas foi recolhido pela Agrorobótica para manutenção, uma vez que foi detectado desgaste de peças internas, tendo sido suspensa, temporariamente, a utilização por esse adotante intermediário.

Tabela 4.1.1: Impactos ecológicos – aspecto eficiência tecnológica e qualidade ambiental

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Geral
1. Mudança no uso direto da terra	Não	
2. Mudança no uso indireto da terra	Não	
3. Consumo de água	Não	
4. Uso de insumos agrícolas	Não	
5. Uso de insumos veterinários e matérias-primas	Não	
6. Consumo de energia	Não	
7. Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia	Não	
8. Emissões à atmosfera	Não	
9. Qualidade do solo	Não	
10. Qualidade da água	Não	
11. Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos

As abordagens para avaliar os impactos socioambientais foram separadas nos seguintes aspectos: respeito ao consumidor; trabalho e emprego; renda; saúde; gestão e administração.

No aspecto respeito ao consumidor, indicado na **Tabela 4.2.1**, a adoção do novo método de análise de solos tem impacto na qualidade do produto (critério 12). Os critérios 13 (capital social) e 14 (bem-estar e saúde animal) foram indicados como sendo não aplicáveis, respectivamente porque apesar dos possíveis impactos que a adoção da nova técnica possa ter em programas de transferência, de extensão comunitária ou captação de demandas da comunidade, nenhuma destas condições foi observada pelos adotantes e não tem qualquer relação à produção animal.

Tabela 4.2.1: Impactos socioambientais – aspecto respeito ao consumidor

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Geral
12. Qualidade do produto	Sim	15
13. Capital social	Não	
14. Bem-estar e saúde animal	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto trabalho/emprego, indicado na **Tabela 4.2.2**, é apresentada a média observada para a adoção do novo método de análise de solos em relação ao critério capacitação (15). Os entrevistados indicaram que as questões relacionadas aos critérios 16 (qualificação e oferta de trabalho), 17 (qualidade do emprego/capacitação) e 18 (oportunidade, emancipação e recompensa equitativa) não se aplicam à técnica analisada e, portanto, não são abordados.

Tabela 4.2.2: Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Geral
15. Capacitação	Sim	15
16. Qualificação e oferta de trabalho	Não	
17. Qualidade do emprego/ocupação	Não	
18. Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto renda, indicado na **Tabela 4.2.3**, apesar de ainda não ter sido observado o critério geração de renda do estabelecimento (19), há um potencial de ganho com cada amostra de solo analisada por esta nova tecnologia, uma vez que utiliza menos produto químico e mão de

obra. Os entrevistados indicaram que a questão relacionada ao critério 20 (valor da propriedade) não se aplica à técnica analisada e, portanto, não é abordado.

Tabela 4.2.3: Impactos socioambientais – aspecto renda

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Geral
19. Geração de Renda do estabelecimento	Sim	0
20. Valor da propriedade	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto saúde, indicado na **Tabela 4.2.4**, é apresentada a média observada para a adoção do novo método de análise de solos em relação ao critério segurança e saúde ocupacional (21). Os entrevistados indicaram que a questão relacionada ao critério 22 (segurança alimentar) não se aplica à técnica analisada e, portanto, não é abordado.

Tabela 4.2.4: Impactos socioambientais – aspecto saúde

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Geral
21. Segurança e saúde ocupacional	Sim	15
22. Segurança alimentar	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto gestão e administração, indicado na **Tabela 4.2.5**, é apresentada a média observada para a adoção da nova tecnologia de análise de solos em relação ao critério relacionamento institucional (27).

Tabela 4.2.5: Impactos socioambientais – aspecto gestão e administração

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Geral
23. Dedicção e perfil do responsável	Não	
24. Condição de comercialização	Não	
25. Disposição de resíduos	Sim	0
26. Gestão de insumos químicos	Não	
27. Relacionamento institucional	Sim	15

Fonte: dado de pesquisa.

Os entrevistados indicaram que as questões relacionadas aos critérios 23 (dedicação e perfil do responsável), 24 (condição de comercialização) e 26 (gestão de insumos químicos) não se aplicam à técnica analisada e, portanto, não são abordados. Apesar de ainda não ter sido observado o critério disposição de resíduos (25), há um potencial de impacto positivo com a adoção deste novo método, uma vez que haverá redução de resíduos químicos e redução de impacto com sua destinação.

4.3. Índices parciais de Impacto Socioambiental

Os indicadores apresentados anteriormente podem ser separados em 3 outros índices de impacto distintos: econômico, social e ambiental. Na tabela 4.3.1 são apresentados cada um destes índices, estimados com base nos resultados apresentados anteriormente.

O índice de impacto ambiental é a média simples dos índices referentes ao aspecto de eficiência tecnológica e qualidade ambiental apresentada na Tabela 4.1.1. O índice de impacto social foi calculado como a média simples dos aspectos respeito ao consumidor, saúde e gestão e administração, descritos nas tabelas 4.2.1, 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente. O índice de impacto

econômico é a média simples dos aspectos trabalho/emprego e renda, descritos nas tabelas 4.2.2 e 4.2.3, respectivamente. Estes valores médios consideram apenas os critérios que se aplicam na análise da tecnologia, conforme indicado naquelas tabelas.

Tabela 4.3.1: Análise dos Resultados

Tipo de Impacto	Média Geral
Índice de Impacto Econômico	7,50
Índice de Impacto Social	11,25
Índice de Impacto Ambiental	Não se aplica

Fonte: dado de pesquisa.

Verifica-se que esta tecnologia apresenta índices positivos de impacto social e econômico. A tecnologia ainda não causou impacto ambiental, devido às análises de solos estarem em fase que precede a substituição ao método convencional, pela empresa adotante. Já os índices de impacto econômico (7,50) e de impacto social (11,25) podem ser considerados altos. Os critérios determinantes do índice de impacto social obtido foram relativos à qualidade do produto, segurança e saúde ocupacional, e relacionamento institucional. O critério determinante ao impacto econômico obtido corresponde à capacitação (no aspecto trabalho/emprego).

4.4. Índice de Impacto Socioambiental

Tendo como base os aspectos descritos acima pela adoção do AGLIBS para análise de solos, verificou-se um índice final de Impacto Socioambiental positivo de 10,5 como média geral (Tabela 4.4.1). Esta média foi obtida de maneira ponderada e os critérios não aplicáveis foram desconsiderados no cálculo. Na **Figura 3** são apresentados os coeficientes originais da planilha AMBITEC-Agro, como também os novos coeficientes utilizados para a ponderação das médias a cada um dos critérios analisados.

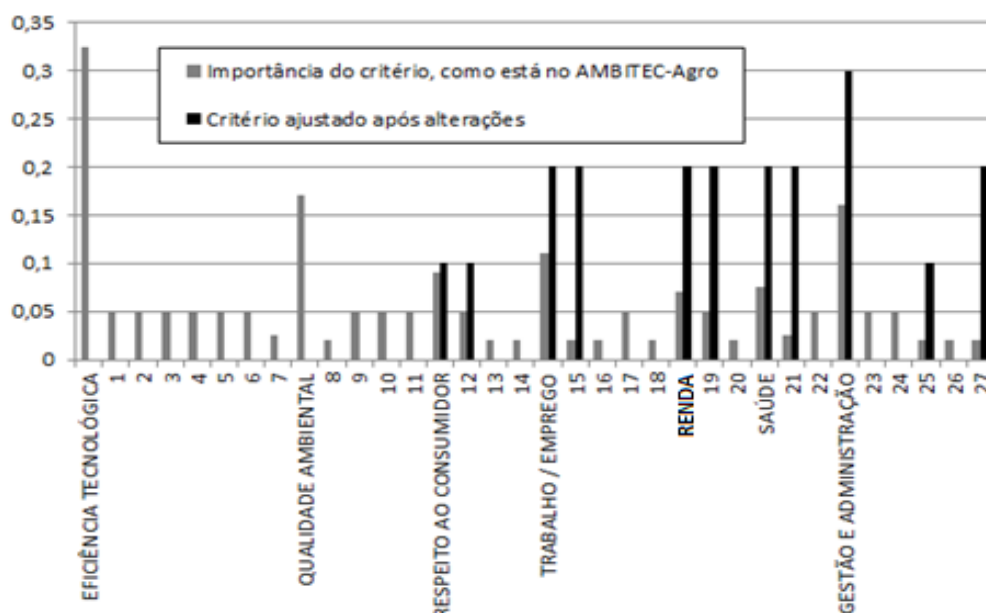


Figura 3. Coeficientes referentes à importância dos critérios analisados na avaliação socioambiental para ponderação das médias finais: original e após alteração para melhor representação do ativo analisado.

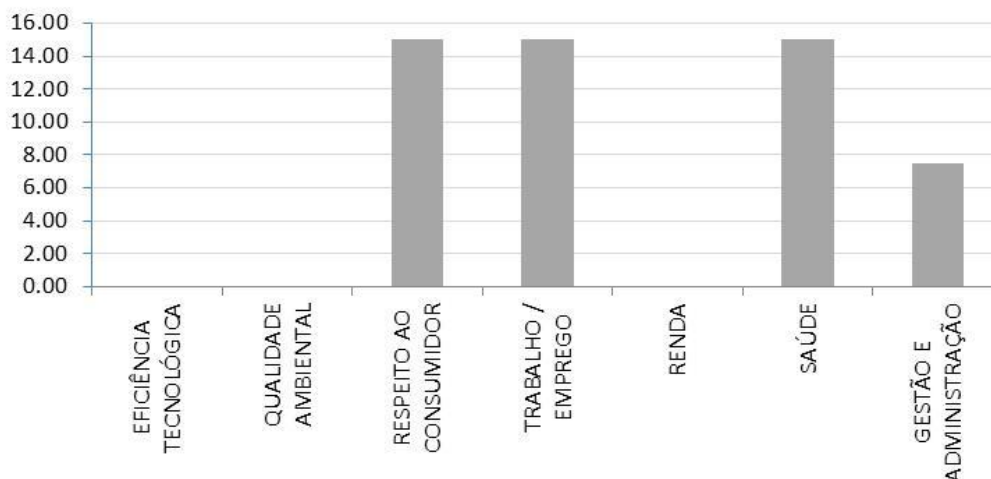
Fonte: dado de pesquisa.

Tabela 4.4.1: Análise dos Resultados

Média Geral
10,5

Fonte: dado de pesquisa.

A Figura 4 mostra os valores finais de cada um dos aspectos analisados. Verifica-se nesta figura que o respeito ao consumidor, trabalho e a gestão foram os itens mais importantes e socialmente positivos dentre os itens analisados no Ambitec-Agro para essa tecnologia e não foram observados impactos negativos em nenhum dos aspectos analisados.

**Figura 4.** Média simples de cada um dos aspectos socioambientais analisados.

Fonte: dado de pesquisa.

4.5. Impactos sobre o Emprego

Como descrito na **Tabela 1** (item 2), espera-se geração de emprego na empresa adotante, que no caso é a Agrorobótica e redução de emprego na empresa beneficiária (Athenas). Pelos resultados do aspecto social (item 4.2) não foi observado impacto sobre o número de empregos para o beneficiário, devido à não substituição completa das análises químicas por aquelas feitas pelo AGLIBS. Para o ano anterior analisado, 2018, o impacto se concentrou na geração de emprego na empresa que adota o sistema AGLIBS, tendo sido gerados seis (6) postos de trabalho. Em 2019, a equipe da empresa ganhou reforço de um estagiário (estudante de graduação), com potencial de efetivação do emprego pós-estágio. Destaca-se neste quesito que os empregos gerados são de mão de obra altamente qualificada, sendo todos com nível superior.

Tabela 4.5.1: Número de empregos gerados

Ano	Emprego adicional por unidade de área (A)	Área adicional (B)	Não se aplica	Quantidade de emprego gerado C= (AXB)
2018	6	1		6
2019	6	1		6

Fonte: dado de pesquisa.

Em relação à empresa beneficiária, a nova tecnologia de análise de solos é menos demandante em mão de obra. Assim, com a venda do serviço para a empresa de análise de solos estima-se que haverá redução no número de empregos nesta outra empresa. Para o produtor, é bem menos provável que hajam alterações no nível de emprego, no entanto, a qualidade das análises pelo AGLIBS, inclusive a geração de mapas e recomendações, podem oportunizar a alteração da equipe voltada ao manejo da propriedade.

5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

As abordagens para avaliar os impactos no desenvolvimento institucional foram separadas nos seguintes aspectos: capacidade relacional, capacidade científica e tecnológica, capacidade organizacional e produtos de P&D.

Dentre os destaques, tem-se como cenário próximo a parceria com duas novas instituições interessadas na adoção do AGLIBS, assim como o apoio de investidor em capital de risco.

5.1. Capacidade relacional

As abordagens para avaliar a capacidade relacional foram separadas nos seguintes aspectos: relações de equipe / rede de pesquisa (**Tabela 5.1.1**) e relações com interlocutores (**Tabela 5.1.2**). A capacidade relacional refere-se à contribuição do projeto de desenvolvimento tecnológico agropecuário para ampliação e diversificação da rede de relacionamento científico da equipe, inclusive quanto ao referencial conceitual e metodológico.

Considerando os pesos e ponderações indicados no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma³ dos valores médios no aspecto relações de equipe/rede de pesquisa foi de 8,32. Neste aspecto (**Tabela 5.1.1**), o ponto mais fraco apontado pelos entrevistados refere-se à diversidade de especialidades, enquanto o critério de eventos científicos correspondeu ao ponto mais forte.

Tabela 5.1.1: Impactos na capacidade relacional – aspecto relações de equipe/rede de pesquisa

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
1. Diversidade de especialidades	Sim	0,72
2. Interdisciplinaridade (coautorias)	Sim	1,8
3. <i>Know-who</i>	Sim	0,78
4. Grupos de estudo	Sim	1,52
5. Eventos científicos	Sim	2,34
6. Adoção metodológica	Sim	1,16

Fonte: dado de pesquisa.

Já na relação com os interlocutores, o critério interatividade mostrou-se mais positivo enquanto know-how foi o critério de menor impacto (**Tabela 5.1.2**). Conforme descrito pelos entrevistados, o aprendizado originado neste projeto em relação ao relacionamento externo e compartilhamento de informações foram significativos, uma vez que houve grande interação com produtores e instituições governamentais em função da presença na feira de tecnologia agrícola Agrishow. De acordo com as ponderações indicadas no AMBITEC em cada critério, a soma dos valores no aspecto relações com interlocutores foi de 8,34.

Tabela 5.1.2: Impactos na capacidade relacional – aspecto relações com interlocutores

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
7. Diversidade	Sim	1,26
8. Interatividade	Sim	2,12
9. <i>Know-who</i>	Sim	0,38
10. Fontes de recursos	Sim	1,6
11. Redes comunitárias	Sim	1
12. Inserção no mercado	Sim	1,98

Fonte: dado de pesquisa.

³ Na planilha do Ambitec-Agro, para a avaliação dos impactos institucionais, cada aspecto é analisado somando-se as notas dos critérios avaliados dentro de cada aspecto e não pela média, como na avaliação dos impactos socioambientais descritos anteriormente. Por este motivo aqui foram apresentadas as notas somadas.

5.2. Capacidade científica e tecnológica

As abordagens para avaliar a capacidade científica e tecnológica foram separadas nos seguintes aspectos: instalações / métodos e meios (**Tabela 5.2.1**) e recursos do projeto / captação e execução (**Tabela 5.2.2**). A capacidade científica e tecnológica diz respeito à capacidade instalada de infraestrutura e instrumental metodológico, bem como às contribuições do projeto de desenvolvimento tecnológico para captação de recursos e a execução de aquisições instrumentais e pessoais.

Considerando as ponderações indicadas no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma dos valores no aspecto instalações foi de 4,94. Neste aspecto (**Tabela 5.2.1**), o ponto mais fraco apontado pelos entrevistados refere-se à infraestrutura institucional e os pontos mais fortes foram a informatização e automação dos processos, e o instrumental bibliográfico.

Como salientado em depoimentos com membros da equipe de P&D entrevistados:

“A pesquisa básica foi fundamental ao desenvolvimento da tecnologia, aplicada à diversidade e complexidade dos solos tropicais, principalmente devido à interferência dos elementos alumínio e carbono neste tipo de análise fotônica” (Dr. Ladislau Martin Neto).

“Foi necessária a constituição de bancos de dados de solos analisados, para que a validação e acreditação da tecnologia tenha avanços e atenda todo o território nacional” (Dr. Silvio Crestana).

Com relação aos recursos, o critério contratações mostrou-se mais positivo enquanto a aquisição de instrumental bibliográfico foi o critério de menor impacto (**Tabela 5.2.2**). Conforme descrito pelos entrevistados, houve um aumento nos projetos desta área e conseqüentemente um aumento dos recursos para a pesquisa neste setor. Neste aspecto, considerando as ponderações indicadas no AMBITEC em cada critério, a soma dos valores no aspecto recursos do projeto foi de 5,6.

Conforme argumentado nas entrevistas:

“A P&D foi do mais alto nível, na área de óptica e fotônica na agricultura; a equipe foi bastante eficiente na captação de recursos humanos e financeiros, inclusive de recursos privados e bolsas (Dr. Silvio Crestana).

Tabela 5.2.1: Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto instalações

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
13. Infraestrutura institucional	Sim	0,12
14. Infraestrutura operacional	Sim	0,72
15. Instrumental operacional	Sim	0,88
16. Instrumental bibliográfico	Sim	1,36
17. Informatização	Sim	1,36
18. Compartilhamento da infraestrutura	Sim	0,5

Fonte: dado de pesquisa.

Tabela 5.2.2: Impactos na capacidade científica e tecnológica – aspecto recursos do projeto

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
19. Infraestrutura (ampliação)	Sim	0,16
20. Instrumental (ampliação)	Sim	1,46
21. Instrumental bibliográfico (aquisição)	Sim	0,04
22. Contratações	Sim	3,18
23. Custeios	Sim	0,76

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto de recursos do projeto, foi constatado que os recursos necessários foram compartilhados entre a Embrapa e a AGROROBÓTICA.

5.3. Capacidade organizacional

A capacidade organizacional foi analisada sob dois aspectos: organização da equipe e rede de pesquisa no projeto e organização relativa ao processo de transferência da tecnologia e extensão. A capacidade organizacional prevê a verificação das contribuições do projeto de desenvolvimento tecnológico para otimizar os mecanismos de aprendizagem e compartilhamento de conhecimento entre os membros de rede, bem como para a consequente operacionalização das atividades de pesquisa, incluindo a transferência de resultados.

Considerando as ponderações indicadas no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma dos valores no aspecto equipe / rede de pesquisa foi de 6,85. Neste aspecto (**Tabela 5.3.1**), o ponto mais fraco apontado pelos entrevistados refere-se à adoção de sistemas de gestão, enquanto o ponto mais forte foi a participação em eventos.

Em relação à participação em eventos:

“Foi durante a participação no COFEST 2018⁴ pela Agrorobótica, que ocorreu o interesse de investidor, referente ao desenvolvimento comercial da tecnologia” (Dra. Débora Pereira)

Com relação ao aspecto transferência / extensão, o critério exposições na mídia / artigos de divulgação mostrou-se mais positivo enquanto disciplinas de graduação e pós-graduação foi o critério de menor impacto (**Tabela 5.3.2**). Neste aspecto, considerando os pesos e ponderações indicados no AMBITEC em cada critério, a soma dos valores no aspecto transferência / extensão foi de 6,78.

Tabela 5.3.1. - Impactos na capacidade organizacional – aspecto equipe/rede de pesquisa

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
24. Cursos e treinamentos	Sim	0,68
25. Experimentos, avaliações, ensaios	Sim	1,24
26. Bancos de dados, plataformas de informação	Sim	0,32
27. Participação em eventos	Sim	3,42
28. Organização de eventos	Sim	1,08
29. Adoção de sistemas de gestão	Sim	0,11

Fonte: dado de pesquisa.

Tabela 5.3.2. - Impactos na capacidade organizacional – aspecto transferência/extensão

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
30. Cursos e treinamentos	Sim	0,7
31. Número de participantes	Sim	0,88
32. Unidades demonstrativas	Sim	0,56
33. Exposições na mídia/artigos de divulgação	Sim	4,0
34. Projetos de extensão	Sim	0,38
35. Disciplinas de graduação e pós-graduação	Sim	0,26

Fonte: dado de pesquisa.

Conforme descrito pelos entrevistados, a tecnologia AGLIBS, transferida para a empresa Agrorobótica, teve um desenvolvimento técnico com grande capacidade de inovação disruptiva, atraindo atenção e interesse de clientes:

⁴ Festival internacional de co-empresendedorismo e co-inovação da cidade de São Carlos, do ecossistema de inovação SANCAHUB. Tem o objetivo de agregar a comunidade de inovadores, empreendedores e educadores.

“Foram dezenas de artigos publicados, em especial às análises de carbono (importante à temática de créditos de carbono) e de textura do solo inovadora, com uso deste tipo de análise fotônica...Isso foi possível devido ao trabalho em equipe com envolvimento de várias *expertises*, tal como a contribuição do Dr. Silvio Crestana, especialista em física dos solos” (Dr. Ladislau Martin Neto).

5.4. Produtos de P&D

O aspecto produtos de P&D foi analisado sob dois aspectos: produtos de P&D e produtos tecnológicos. Os resultados finalísticos do projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico são verificados nesse aspecto, em consideração aos produtos de P&D e aos produtos tecnológicos.

Considerando os pesos e ponderações indicados no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma dos valores no aspecto produtos de P&D foi de 5,16. Neste aspecto (**Tabela 5.4.1**), o ponto mais forte corresponde às teses e dissertações, ao passo que índices de impacto (WoS) foi o ponto mais fraco. Cabe ressaltar que o projeto com o qual foi gerada a tecnologia resultou em vários trabalhos acadêmicos e publicações em revistas nacionais e internacionais:

“Houve fortíssima atuação de orientação de alunos mestres, doutores e pós-docs junto a Universidades, principalmente a USP” (Dr. Silvio Crestana).

“A publicação em revistas indexadas faz parte da validação e reconhecimento da tecnologia, entre os pares” (Dr. Ladislau Martin Neto).

Tabela 5.4.1. - Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos de P&D

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
36. Apresentação em congressos	Sim	0,92
37. Artigos indexados	Sim	0,92
38. Índices de impacto (WoS)	Sim	0,56
39. Teses e dissertações	Sim	2,12
40. Livros/capítulos, boletins, etc.	Sim	0,64

Fonte: dado de pesquisa.

Com relação ao aspecto produtos tecnológicos, os critérios práticas metodológicas e produtos tecnológicos mostraram-se mais positivos enquanto marcos regulatórios foi o critério de menor impacto (**Tabela 5.4.2**).

Tabela 5.4.2. - Impactos nos produtos de P&D – aspecto produtos tecnológicos

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
41. Patentes/registros	Sim	1,27
42. Variedades/linhagens	Não	-
43. Práticas metodológicas	Sim	2,48
44. Produtos tecnológicos	Sim	2,48
45. Marcos regulatórios	Sim	0,01

Fonte: dado de pesquisa.

Conforme descrito pelos entrevistados, foi gerado um produto que deve impactar os laboratórios de análises de solos e produtores. Para os laboratórios, o impacto está na rapidez das análises, a redução de pessoal e eliminação do uso de reagentes químicos, enquanto para os produtores, está na informação em mapas mais precisos de suas propriedades, acompanhados de recomendações de manejo. Neste aspecto, considerando as ponderações indicadas no AMBITEC em cada critério, a soma dos valores no aspecto produtos tecnológicos, foi de 6,24.

“Houve impacto tanto em termos de patentes e produtos tecnológicos, gerando também publicações de nível internacional e de grande fator de impacto. O desafio consta em tornar a

tecnologia como padrão ou convencional, pelos usuários de análises de solos.” (Dr. Silvio Crestana).

5.5. Índice de Impacto no desenvolvimento institucional

Como um índice (ou nota) geral para o desenvolvimento institucional (utilizando os pesos descritos na planilha “AMBITEC-AGRO - dimensão desenvolvimento institucional”) a **Tabela 5.5.1** indica o valor de 6,36.

Tabela 5.5.1: Análise dos resultados

Média Geral
6,36

Fonte: dado de pesquisa.

Para a obtenção deste índice, compuseram as seguintes médias já descritas anteriormente e evidenciadas também na **Figura 5**: 8,32 na relação da equipe e de 8,34 na relação com os interlocutores. Notas estas superiores às observadas nos demais aspectos de desenvolvimento institucional. São elas: 4,94 para as características de infraestrutura instalada, e 5,6 para os recursos do projeto; 6,85 e 6,78 para a capacidade organizacional, na rede de pesquisa e na transferência, respectivamente, e 5,16 e 6,24, respectivamente, para os produtos de P&D e os produtos tecnológicos resultantes do projeto. Portanto, dentre os aspectos analisados para determinar o impacto institucional desta tecnologia, todos os aspectos tiveram uma contribuição positiva. Isto é claramente visualizado na **Figura 5**.

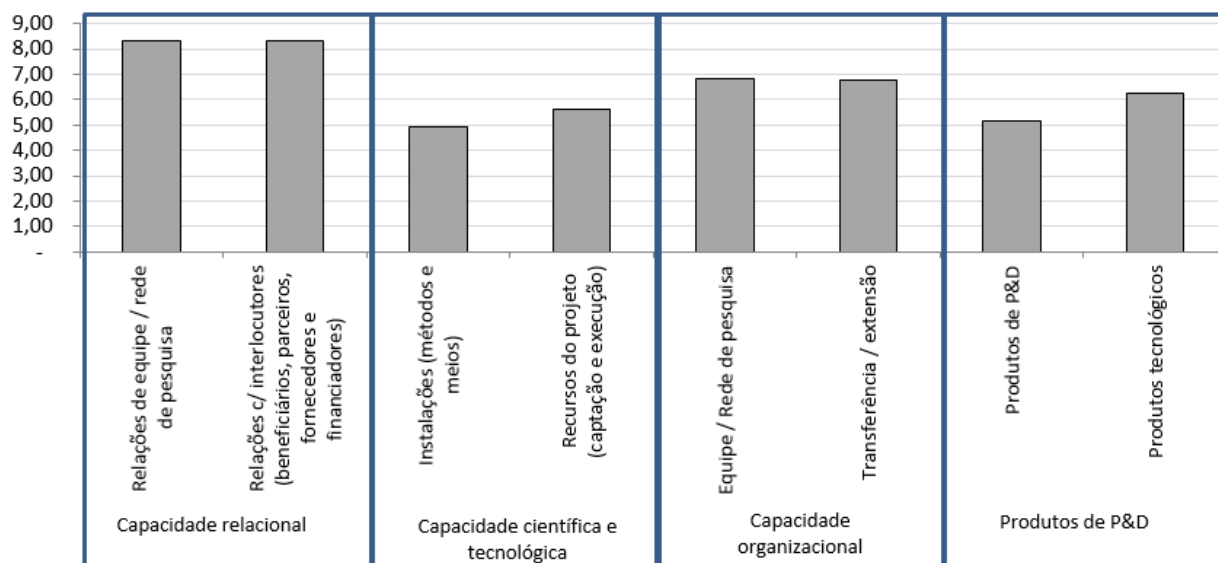


Figura 5 – Soma dos critérios em cada aspecto analisado (variáveis descritas no eixo horizontal) para a avaliação institucional referente ao AGLIBS.

Fonte: dado de pesquisa.

A importância institucional deste trabalho foi grande uma vez que reuniu as pesquisas e pesquisadores da Embrapa Instrumentação com novos empreendedores para a geração de uma empresa prestadora de serviços para a comunidade agrícola. Isto deu um enfoque aplicável para os trabalhos desenvolvidos na Embrapa Instrumentação, permitindo que as pesquisas feitas realmente cheguem à sociedade e que a mesma se beneficie dela. Como esta tecnologia ainda está em fase inicial de adoção, e dado os perfis distintos dos adotantes (intermediário e final), esperam-se maiores impactos (ex. impacto econômico) nos próximos anos.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste relatório é apresentar o impacto proporcionado pela adoção da tecnologia “AGLIBS – Análise Fotônica dos nutrientes essenciais para nutrição das plantas”, lançada em 2018, e a participação da Embrapa Instrumentação no seu desenvolvimento e implementação, apresentando ainda resultados alcançados em 2019 e potencial para ações futuras de PD&I e políticas públicas.

As avaliações demonstram que a tecnologia desenvolvida e recomendada pela Embrapa Instrumentação “AGLIBS – Análise Fotônica dos nutrientes essenciais para nutrição das plantas” apresentou desempenho positivo nos aspectos sociais, ambientais e institucionais.

No aspecto do impacto econômico só foi possível estimar o custo da pesquisa na tecnologia, que indicou o item pessoal como sendo o de maior custo desta tecnologia.

Já para os aspectos socioambiental e institucional, segundo Stachetti (2019), o índice varia conforme a seguinte escala: -15 a -0,1 = impacto negativo; 0,0 a 0,59 = impacto pequeno; 0,60 a 1,99 = impacto moderado; 2,0 a 4,0 = impacto relevante; 4,1 a 6,0 = impacto alto e; 6,1 a 15 = impacto muito alto. Na análise da avaliação do impacto socioambiental, verificou-se o resultado 10,5 como média geral, o que indica que a tecnologia teve um impacto muito alto. Já a avaliação dos impactos no desenvolvimento institucional gerou o resultado 6,36 como média geral, indicando um índice de alto impacto. Os critérios que mais contribuíram ao índice de impacto socioambiental são relativos aos aspectos sociais, mais especificamente à qualidade do produto, segurança e saúde ocupacional, e relacionamento institucional. Para o índice de desenvolvimento institucional, as médias dos aspectos de capacidade relacional foram as que atingiram resultados mais altos.

Em relação à expectativa de ampliação da adoção do AGLIBS, destaca-se, no ano de 2019, a negociação de 3 novas parcerias: entre o adotante inicial Agrorobótica, com um investidor, e com duas instituições interessadas nas análises para oferta a produtores rurais. Devido a sigilo por acordo de confidencialidade entre a Agrorobótica e os parceiros, como informado pelo empresário gestor do contrato de parceria com a Embrapa Instrumentação, é justificado o detalhamento básico dessas parcerias. O que pode ser adiantado é a demanda dos parceiros, quanto à totalidade das análises de solo ser feita pelo AGLIBS, ou seja, pelo meio óptico, visando a adoção de tecnologias verdes e a fidelização de clientes. Também é salientado que, de 2018 para 2019, foram ampliadas as análises de macronutrientes (potássio, cálcio) e micronutrientes (magnésio, ferro e manganês) por meio do AGLIBS.

A relevância institucional deste trabalho foi grande, pois aproximou o resultado da pesquisa com novos empreendedores para a geração de uma empresa prestadora de serviços para a comunidade agrícola, permitindo que os resultados da pesquisa sejam entregues à sociedade.

Considerando todos os aspectos levantados e analisados, conclui-se que a tecnologia “AGLIBS – Análise Fotônica dos nutrientes essenciais para nutrição das plantas”, tem potencial para gerar benefícios significativos a todos os segmentos da cadeia produtiva, por meio de sua utilização com uma maior competitividade no mercado.

7. FONTE DE DADOS

Para a obtenção dos resultados da análise socioambiental e alguns indicadores utilizados na análise econômica foram realizadas entrevistas com líderes das empresas adotantes. Na **Tabela 7.1** são indicados o local e o número de entrevistas realizadas para este propósito. Já para a

obtenção dos resultados da análise de desenvolvimento institucional, foram ampliados para quatro os pesquisadores da Embrapa Instrumentação entrevistados que participaram dos trabalhos relativos, como indicado na **Tabela 7.2**.

Tabela 7.1: Número de consultas realizadas por município

Municípios	Estado	Característica	Total
Jaboticabal	SP	Laboratório	01
São Carlos	SP	Empresa Startup	01
Total			02

Tabela 7.2: Número de consultas realizadas para o desenvolvimento institucional

Instituição	Estado	Município	Função	Total
Embrapa Instrumentação	SP	São Carlos	Pesquisador	04
Total				04

8. BIBLIOGRAFIA

AGROROBÓTICA. Disponível em: <https://agrorobotica.com.br/>. Acesso em: 20 de novembro de 2018.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. Índice Geral de Preços – IGP-DI. Disponível em: Acesso em: 13/01/2020.

STACHETTI, G.R. Informação pessoal. 2019.

STACHETTI, G.R.; BUSCHINELLI, C.C.A.; AVILA, A.F.D. An environmental impact assessment system for agricultural research and development II: Institutional learning experience at Embrapa. *Journal of Technology Management & Innovation*, v.5, n.4. 2010.

9. EQUIPE RESPONSÁVEL

Na **Tabela 9.1** é apresentada a equipe diretamente responsável na produção do presente relatório e as funções principais exercidas por membro. Na **Tabela 9.2**, são apresentados os principais colaboradores externos que foram responsáveis, juntamente com as informações fornecidas pelos entrevistados descritos no item 7, por grande parte das informações obtidas para produção deste relatório.

Tabela 9.1: Equipe do centro responsável pela elaboração do relatório de avaliação de impactos

Membro da equipe	Função
1 Cynthia Cury	Análise sócio ambiental
2 Sandra Protter Gouvêa	Análise de desenvolvimento institucional; e revisão da redação
3 Cinthia Cabral da Costa	Análise econômica, revisão e sugestões

Tabela 9.2: Colaboradores do processo de elaboração do relatório de avaliação de impactos

Colaborador	Instituição
1 Fábio Luiz de Angelis	AGROROBÓTICA