



## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

**Nome da tecnologia:** IRRIGADOR SOLAR

**Ano de avaliação da tecnologia:** 2019

**Unidade:** Embrapa Instrumentação

**Responsável pelo relatório:** Marisa de Paula Eduardo Camargo e  
Cinthia Cabral da Costa

São Carlos, 28 de janeiro de 2020.

## SUMÁRIO

1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA .....	4
<b>1.1. Nome/Título</b> .....	4
<b>1.2. Eixos de Impacto do VI Plano Diretor da Embrapa</b> .....	4
<b>1.3. Descrição Sucinta</b> .....	4
<b>1.4. Ano de Início da geração da tecnologia:</b> .....	4
<b>1.5. Ano de Lançamento:</b> .....	4
<b>1.6. Ano de Atualização da Tecnologia, se houver*:</b> .....	5
<b>1.7. Ano de Início da adoção:</b> .....	5
<b>1.8. Abrangência da adoção:</b> .....	5
<b>1.9. Beneficiários</b> .....	5
2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA .....	5
3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA TECNOLOGIA .....	7
<b>3.1. Avaliação dos Impactos Econômicos</b> .....	7
3.1.1. Tipo de Impacto: Incremento de Produtividade .....	7
3.1.2. Tipo de Impacto: Redução de Custos.....	7
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
<b>3.2. Custos da Tecnologia</b> .....	10
3.2.1. Estimativa dos Custos .....	10
3.2.2. Análise dos Custos .....	10
<b>3.3. Análises de rentabilidade</b> .....	13
<b>3.4. Instituições envolvidas/parcerias</b> .....	14
4. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS – AMBITEC- Agro.....	14
<b>4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos</b> .....	15
<b>4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos</b> .....	15
<b>4.5. Impactos sobre o Emprego</b> .....	19
5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL .....	19
<b>5.1. Capacidade relacional</b> .....	19
<b>5.2. Capacidade científica e tecnológica</b> .....	20
<b>5.3. Capacidade organizacional</b> .....	21
<b>5.4. Produtos de P&amp;D</b> .....	21
<b>5.5. Índice de Impacto no Desenvolvimento Institucional</b> .....	22
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	23
7. FONTE DE DADOS .....	24
8. BIBLIOGRAFIA.....	25
9. EQUIPE RESPONSÁVEL .....	25

## INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica utilizada na agricultura e tem como objetivo o fornecimento controlado de água, em quantidade suficiente e no momento certo, assegurando a produtividade e a sobrevivência das plantas. Existem diferentes sistemas de irrigação e um deles é o Sistema de Irrigação por Gotejamento. Nesse sistema, a água é levada sob pressão por tubos, até ser aplicada ao solo através de emissores diretamente sobre a zona da raiz da planta, em alta frequência e baixa intensidade. No entanto, tem um elevado custo de implantação. É utilizado majoritariamente em culturas perenes e em fruticultura, embora também seja usado por produtores de hortaliças e flores, em especial pela reduzida necessidade de água, comparado aos demais sistemas de irrigação.

Pensando em facilitar a vida de pequenos produtores agrícolas e do público doméstico em geral que se interessa por jardinagem e/ou pequenas hortas, o pesquisador doutor em Física no Laboratório de Fototérmica da Embrapa Instrumentação, Washington Luiz de Barros Melo, idealizou, desenvolveu e solicitou pedido de patente (BR102014031747-3) de um “Sistema de Irrigação por Gotejamento” junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), chamado de Irrigador Solar.

O Irrigador Solar é um sistema de irrigação por gotejamento que não usa eletricidade, é acionado através da luz solar utilizando um princípio simples da termodinâmica, a de que o ar se expande quando aquecido, e ainda pode ser feito com materiais reutilizados. Apesar de ter sido idealizado para ajudar pequenos produtores e jardineiros amadores a manter seus canteiros irrigados automaticamente, em pouco tempo tornou-se a tecnologia mais procurada em números de acessos no portal da Embrapa. E o que mais surpreendeu foi o interesse do público acadêmico em utilizar a invenção como ferramenta didática para o ensino de leis da física.

Graças ao grande interesse da sociedade e a repercussão em diferentes mídias, em 2018 uma empresa manifestou interesse em produzir comercialmente o Irrigador Solar e assim foi firmado um Contrato de Concessão de Licença para Exploração de Direitos de Propriedade Intelectual junto ao ambiente produtivo sob condição de confidencialidade (SAIC 23700.18/0070-8).

Este relatório inicia o processo de avaliação desta tecnologia, considerando os aspectos socioambientais, econômicos e de desenvolvimento institucional proporcionados pela sua adoção. Neste processo considera-se a participação da Embrapa Instrumentação em seu desenvolvimento e implementação. Com isto, pretende-se apresentar à sociedade os resultados desta tecnologia e seu potencial para ações futuras de PD&I, políticas públicas e outras ações capazes de facilitar ou incrementar sua adoção.

## RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

### 1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA

#### 1.1. Nome/Título

IRRIGADOR SOLAR

#### 1.2. Eixos de Impacto do VI Plano Diretor da Embrapa

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

#### 1.3. Descrição Sucinta

Sistema de irrigação por gotejamento, acionado e controlado por luz (solar ou artificial). Consiste de um sistema de reservatórios conectados, sendo que um deles atua como gerador de pressão por captação de energia luminosa para ativar a irrigação e apenas um dos recipientes precisa ser reabastecido com água à medida do gasto com irrigação. O equipamento, mostrado na Figura 1, pode ser feito com materiais de reuso (recicláveis) e é ativado pela luz solar e pela variação de pressão interna nos recipientes. É utilizado em jardins, floricultura, hortas ou agricultura de pequena escala.

Opcionalmente, pode ser usado em conjunto com dispositivos que permitem dosar a quantidade de água conforme a exigência da cultura.

**Figura 1:** Versões do Irrigador Solar - construído com materiais recicláveis e versão comercial desenvolvida em 2018.



Fotos: Thiago Cesar



1.4. Ano de Início da geração da tecnologia:

2014

1.5. Ano de Lançamento:

2015

1.6. Ano de Atualização da Tecnologia, se houver\*: 2018

1.7. Ano de Início da adoção: 2015

1.8. Abrangência da adoção:

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

Como se trata de uma tecnologia social, onde qualquer pessoa pode confeccionar seu próprio Irrigador Solar, a abrangência da adoção é bastante ampla, considerando que a adoção pode ocorrer em todas as regiões do país. Inclusive tivemos inúmeros contatos de interessados de outros países através do SAC da Embrapa.

1.9. Beneficiários

Os principais beneficiários do Irrigador Solar são os pequenos produtores agrícolas, o público doméstico em geral que se interessa por jardinagem e pequenas hortas, além da sociedade acadêmica, que viu na montagem e no funcionamento do ativo tecnológico a oportunidade de ensinamento das leis da física, o que despertou muito interesse em professores e alunos de diferentes níveis de escolaridade.

2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA

Os principais impactos detectados com o uso do Irrigador Solar como alternativa para sistemas de gotejamento de pequeno porte são:

- **Impactos Econômicos** – baixo custo de implantação do sistema uma vez que o equipamento pode ser confeccionado com materiais reutilizáveis, aumento de produtividade com consequente geração de renda, além da economia de energia e de água;
- **Impactos Ambientais** – manejo e qualidade do solo, aproveitamento e geração de energia através da luz solar e uso racional da água;
- **Impactos Sociais** – o principal impacto detectado com a adoção da tecnologia foi no capital social, tanto referente à dedicação, capacitação e perfil do responsável, quanto como ferramenta didática de ensino acadêmico de estudantes.

Existem diversas formas de irrigação disponíveis, entretanto o sistema de irrigação por gotejamento é conhecida por aumentar a eficiência da produção e contribuir para a preservação do meio ambiente. Tem como sua principal característica a economia dos recursos hídricos. Com essa técnica, o desperdício de água por evaporação é reduzido, pois é depositada nas raízes das plantas, aumentando o aproveitamento de nutrientes e água. A escassez hídrica se tornou um

problema para a agricultura, sendo necessário entender e buscar soluções para irrigar a terra. Portanto, a irrigação por gotejamento é considerada um dos melhores recursos para esse problema.

Desde o lançamento em 2015, foram realizadas inúmeras ações de comunicação para a promoção e divulgação da tecnologia, como: elaboração de guias de montagem, vídeos e animações, participações em feiras (Hortitec e Agrishow), criação de flyer promocional, matérias e releases para atendimento de diferentes veículos de comunicação (inclusive com matéria veiculada no Jornal Nacional da Rede Globo), e entrevistas.

Outras ações realizadas pelo pesquisador responsável ao longo desses 5 anos que demonstram a dimensão do interesse e dos impactos que a tecnologia pode gerar foram: atendimento de visitas a Unidade, realização de oficinas de montagem e instalação de unidades demonstrativas.

Em 2019, apenas com a Ação Educativa Embrapa & Escola, que promoveu a instalação de 3 unidades demonstrativas em escolas de São Carlos, mais de 674 pessoas, entre professores e alunos, foram impactados.

O interesse pela tecnologia também pode ser demonstrado pelo número de acessos (downloads e views) em materiais promocionais disponibilizados em diferentes veículos de mídias como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Número de acessos a materiais disponibilizados em diferentes veículos de mídia

<b>Veículo de Mídia</b>	<b>Período</b>	<b>Nº de Acesso</b>
Flyer Promocional	2016 - 2019	204 downloads
Guia de Montagem – Série Documentos	2016 - 2019	1.899 downloads
Nova Configuração do Irrigador Solar – Série Documentos	2018 - 2019	226 downloads
Prosa Rural – Irrigador Solar Automático	2017 - 2019	731 downloads
Dia de Campo na TV – Irrigador Solar Automático	2017 - 2019	15.435 views
Dia de Campo na TV – Quadro Sempre em Dia: Irrigador Solar	2017 - 2019	9.735 views
Como Funciona o Novo Irrigador Solar – Animação Embrapa	2017 - 2019	10.415 views
Guia Rápido de Montagem	2017 - 2019	50.859 views

Fonte: Infoteca - <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/>

O SAC (Serviço de atendimento ao Cidadão) da Embrapa é outro canal que também demonstra o tamanho do interesse do público pela tecnologia. A Tabela 2 descreve o número de atendimentos registrados neste canal por ano.

**Tabela 2:** Número de atendimentos realizados pelo SAC da Embrapa Instrumentação

<b>ANO</b>	<b>Nº de Atendimentos</b>
2015	54
2016	694
2017	930
2018	235
2019	118
<b>TOTAL</b>	<b>2.031</b>

Fonte: Relatório anual de atendimento ao SAC da Embrapa Instrumentação

### 3. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA TECNOLOGIA

#### 3.1. Avaliação dos Impactos Econômicos

A avaliação do impacto econômico desta tecnologia foi estimada no usuário final que utiliza o Irrigador Solar.

O impacto econômico principal da tecnologia analisada consistiu em economia de mão-de-obra para irrigar e no consumo de água. Assim, estimou-se uma redução de custos para o usuário. Os ganhos econômicos descritos neste item foram obtidos considerando o método do excedente econômico (para maiores detalhes ver Avila et al., 2008).

Se aplica: sim (  ) não (  )

##### 3.1.1. Tipo de Impacto: Incremento de Produtividade

Se aplica: sim (  ) não (  )

##### 3.1.2. Tipo de Impacto: Redução de Custos

Se aplica: sim (  ) não (  )

Para estimar a redução de custo em termos de mão-de-obra e consumo de água causada pelo Irrigador Solar foram entrevistadas pessoas associadas ao trabalho realizado de maneira a compor as informações necessárias. Assim, as variáveis descritas na tabela B foram definidas da seguinte maneira:

- Custo anterior (A): este custo foi um item difícil de ser estimado uma vez que não foi encontrada uma tecnologia correspondente para ser comparada. Assim, a condição anterior foi definida como sendo a condição mais básica, de uma pessoa fazendo a irrigação correspondente ao do Irrigador Solar. A seguir esta estimativa é descrita;
- Custo atual (B): o custo relacionado a confecção do Irrigador Solar foi obtido junto ao pesquisador responsável como sendo, em 2019, de cerca de R\$ 60,00 (Melo, 2019). Uma vez que a tecnologia é nova, a vida útil da mesma apenas pode ser estimada. Melo (2019) estimou a vida útil em cerca de 10 anos;
- Economia obtida (C): obtido pela diferença entre os valores descritos nos itens A e B;
- Participação da Embrapa (D): a participação da Embrapa Instrumentação nesta tecnologia foi indicada por Melo (2019) como sendo de 60%. Este percentual foi estimado deste tamanho uma vez que não houve, até o momento, nenhuma parceria para desenvolvimento da tecnologia. Ela foi totalmente desenvolvida pela Embrapa;
- Número de unidades instaladas (F): segundo o pesquisador responsável (Melo, 2019) esta tecnologia é de amplo acesso e pode ser reproduzida de maneira fácil por qualquer pessoa. Desta maneira, não é possível identificar o número de unidades da tecnologia instalada no país. Entretanto, para ter alguns números no propósito da estimativa de impactos deste relatório, foi realizada uma estimativa deste número, conforme é apresentado posteriormente.

Para a mensuração do item A (custo anterior) foram somados dois custos: (i) mão de obra para realizar a irrigação e (ii) gasto excedente de água ocorrido neste tipo de irrigação em relação ao irrigador solar. Para o item (i) foi utilizado o dobro do valor do salário mínimo (referente ao salário mais encargos) de cada ano, multiplicado pelo percentual do tempo necessário para se fazer a irrigação de uma área equivalente ao alcance de um irrigador solar. O valor do salário

representa uma estimativa de custo de oportunidade da mão de obra. O tempo estimado como sendo necessário para a irrigação foi de 6% (6% de 8 horas equivalem a cerca de meia hora, ou trinta minutos). Para o item (ii) foi estimado, junto ao pesquisador responsável pela tecnologia, o volume de água aproximado que o irrigador economizaria na área atingida pelo mesmo. Este volume foi de 75 litros. Multiplicando este volume pelo preço do litro de água em cada ano tem-se o segundo item de custo considerado para a estimativa dos valores apresentados na coluna A da Tabela B.

**Tabela B** - Benefícios Econômicos por de Redução de Custos, valores nominais, em R\$

Ano	Custo Anterior (R\$/pessoa beneficiada)	Custo Atual (R\$/pessoa beneficiada)	Economia Obtida (R\$/pessoa beneficiada)	Participação da Embrapa %	Ganho Líquido Embrapa (R\$/pessoa beneficiada)	Unidades instaladas	Benefício Econômico
	(A)	(B)	C=(A-B)	(D)	E=(CxD)	(F)	G1=(ExF)
2015	99	5,0	R\$ 93,80	60%	R\$ 56,28	9	R\$ 486
2016	110	5,3	R\$ 105,05	60%	R\$ 63,03	124	R\$ 7.801
2017	117	5,5	R\$ 111,93	60%	R\$ 67,16	281	R\$ 18.868
2018	120	5,8	R\$ 113,80	60%	R\$ 68,28	323	R\$ 22.044
2019	125	6,0	R\$ 119,05	60%	R\$ 71,43	349	R\$ 24.940

Fonte: dado de pesquisa.

A mensuração do número de unidades, item F, foi baseada em 3 indicadores. O primeiro indicador é o número de unidades do Irrigador Solar instalados, por ano, de conhecimento do pesquisador responsável. O segundo indicador é o número de mensagens (e-mails) recebidas pelo pesquisador sobre a tecnologia e que informaram sobre a instalação. O terceiro indicador refere-se ao número de consultas, por ano, sobre a tecnologia no SAC da unidade. Para todas estas consultas no SAC foi enviada uma cartilha sobre a construção do irrigador solar. Além disto, o numero de consultas foi superior ao número de downloads da cartilha, como pode ser observado na Tabela 1. Não foram considerados os números de visualizações dos vídeos descritos na Tabela 1 pois não se tem nenhuma referencia de como considerar este número na quantidade efetiva de instalações. Já para o número de consultas no SAC, de maneira a não superestimar o número de unidades instaladas, dado que muitas destas consultas foram apenas a título de curiosidade e, não necessariamente, o Irrigador Solar foi construído, considerou-se o padrão utilizado para downloads de softwares gratuitos. Para este caso, algumas referências indicam o percentual de 16% como sendo a quantidade de downloads que converteram em real uso do software (Marmo e Costa, 2019; Localytics, 2018a; Localytics, 2018b e Localytics, 2018c). Assim, o percentual de 16% deste número de consultas foi considerado como sendo o de unidades instaladas. Com isto, estimou-se os valores apresentados na coluna F da Tabela B e B.1.

A tabela B mostra, para cada ano, uma estimativa dos ganhos econômicos obtidos pelo Irrigador Solar e a contribuição da Embrapa no processo. Os valores descritos na tabela B são nominais, ou seja, são os valores observados em cada ano analisado. De maneira a poderem ser analisados com os dados de custo da tecnologia (descrito no item 3.2), os valores de cada ano foram deflacionados. Neste sentido, todos os valores foram deflacionados, sendo apresentados à preços de 2019 na tabela B.1. O índice de correção utilizado foi o IGP-DI (FGV, 2020).



**Tabela B.1 - Benefícios Econômicos por de Redução de Custos, valores deflacionados pelo IGP-DI a preços de 2019, em R\$**

Ano	Custo Anterior (R\$/pessoa beneficiada)	Custo Atual (R\$/pessoa beneficiada)	Economia Obtida (R\$/pessoa beneficiada)	Participação da Embrapa %	Ganho Líquido Embrapa (R\$/pessoa beneficiada)	População beneficiada	Benefício Econômico
	(A)	(B)	C=(A-B)	(D)	E=(CxD)	(F)	G1=(ExF)
2015	123	6	117	60%	70	9	607
2016	125	6	119	60%	71	124	8.838
2017	132	6	126	60%	75	281	21.172
2018	127	6	121	60%	72	323	23.376
2019	125	6	119	60%	71	349	24.940

Fonte: dado de pesquisa.

**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

Conforme descrito anteriormente, a adoção do irrigador solar permite que pequenas áreas possam ser irrigadas sem desperdício de água e liberando a necessidade de mão de obra. O sistema não pode ser comparado com qualquer outro sistema de irrigação que considera energia elétrica uma vez que a dimensão do irrigador solar é incompatível com qualquer sistema elétrico. Assim, o custo da mão de obra que deixa de ser utilizada na irrigação e a economia de água são os benefícios econômicos condizentes com a tecnologia analisada ao considerar a tecnologia anterior para comparação.

Entretanto, as estimativas de impacto econômico apresentadas no item 3.1.2 dependem de duas variáveis muito incertas no seu cálculo. A primeira é o custo da mão de obra, que pode ser muito variável e, portanto, adotou-se um custo mínimo para este fator. A segunda é o número de unidades instaladas. A tecnologia foi amplamente divulgada desde seu início. A Tabela 1 mostra os vários canais de divulgação e visibilidade da mesma. Além disto, é uma tecnologia baseada no “faça você mesmo”, utilizando materiais recicláveis. Assim, o quanto do alcance da visualização da tecnologia foi convertido em real construção e uso da mesma é algo que não tem como ser comprovado. Apenas foi feita uma estimativa para este propósito.

Dada estas duas limitações principais, nos cinco anos da tecnologia analisados neste relatório estima-se que houve um impacto econômico de cerca de R\$ 70 mil, a preços de 2019 (Tabela B.1). Os resultados mostraram que o montante estimado vem aumentando ao longo dos anos, o que é esperado devido ao aumento no número de adotantes. Entretanto, verificou-se um arrefecimento no crescimento da procura pela tecnologia no último ano (2019) e consequente redução no crescimento que vinha sendo observado dos impactos econômicos. Isto pode ter ocorrido por duas causas: uma real redução de interesse que sempre é maior quando algo novo é mostrado e, ou; que a tecnologia tenha se tornado mais acessível e entendível para a população e, assim, seu conhecimento sendo passado “boca a boca”. Neste último caso sua adoção não tem como ser estimada nem mesmo pelo método considerado.

Não por esta dificuldade na estimativa de unidades adotadas, mas pelo fato de ser algo que leva conhecimento de ciência para população, utiliza material reciclável e é para pequenos espaços faz com que esta tecnologia seja mais social do que econômica. Assim, o papel da Embrapa neste processo de oferecer soluções econômicas, social e ambientalmente mais eficientes para a sociedade é cumprido.

### 3.2. Custos da Tecnologia

A análise econômica descrita anteriormente é feita do ponto de vista do adotante da tecnologia. Entretanto, houve também custos necessários para que a mesma tivesse a maturidade e o grau de adoção apresentado atualmente. Estes são os custos da pesquisa e transferência, que foram realizados pela Embrapa. Uma vez que a pesquisa teve início antes da adoção da tecnologia, os anos correspondentes à estimativa destes custos iniciam um pouco antes da sua adoção, neste caso, em 2014. Este item descreve os custos realizados pela Embrapa e os analisa.

#### 3.2.1. Estimativa dos Custos

**Tabela 3.2.1.1.** – Estimativa dos custos, em R\$

Ano	Custos de Pessoal		Custeio de Pesquisa		Depreciação de Capital		Custos de Administração		Custos de Transferência Tecnológica		Total	
2014	R\$	197.984	R\$	-	R\$	22.234	R\$	98.536	R\$	-	R\$	318.755
2015	R\$	236.567	R\$	-	R\$	16.203	R\$	79.060	R\$	13.691	R\$	345.521
2016	R\$	104.308	R\$	-	R\$	14.106	R\$	61.568	R\$	7.714	R\$	187.697
2017	R\$	107.498	R\$	-	R\$	14.590	R\$	59.007	R\$	6.623	R\$	187.719
2018	R\$	125.610	R\$	-	R\$	18.236	R\$	75.654	R\$	13.072	R\$	232.572
2019	R\$	79.301	R\$	-	R\$	15.616	R\$	64.785	R\$	6.536	R\$	166.239

Fonte: dado de pesquisa.

Da mesma maneira que foi descrito para os valores do benefício econômico apresentados no item 3.1, os valores de custo apresentados na tabela 3.2.1.1 são nominais. A tabela 3.2.1.1b mostra os custos reais, a preços de 2019, corrigidos pelo IGP-DI ( FGV, 2020).

**Tabela 3.2.1.1b.** – Estimativa dos custos, valores deflacionados pelo IGP-DI, preços de 2019, em R\$

Ano	Custos de Pessoal		Custeio de Pesquisa		Depreciação de Capital		Custos de Administração		Custos de Transferência Tecnológica		Total	
2014	R\$	264.217	R\$	-	R\$	29.672	R\$	131.500	R\$	-	R\$	425.389
2015	R\$	295.326	R\$	-	R\$	20.228	R\$	98.697	R\$	17.091	R\$	431.342
2016	R\$	118.174	R\$	-	R\$	15.982	R\$	69.753	R\$	8.739	R\$	212.647
2017	R\$	120.627	R\$	-	R\$	16.372	R\$	66.213	R\$	7.432	R\$	210.644
2018	R\$	133.205	R\$	-	R\$	19.339	R\$	80.229	R\$	13.863	R\$	246.635
2019	R\$	79.301	R\$	-	R\$	15.616	R\$	64.785	R\$	6.536	R\$	166.239

Fonte: dado de pesquisa.

#### 3.2.2. Análise dos Custos

Esta sessão consistiu na obtenção das estimativas de custo da Embrapa Instrumentação no desenvolvimento da tecnologia. Elas foram realizadas com consultas ao Departamento de Administração Financeira da Coordenadoria de Contabilidade Geral (CCG), junto aos pesquisadores envolvidos em cada tecnologia e junto ao setor administrativo da Embrapa Instrumentação (Sentanin, 2019<sup>1</sup>). 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

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

descritos como foram estimados cada um deles: custos de pessoal, custeio de pesquisa, depreciação, administração e transferência de tecnologia.

Foram disponibilizados pelo CCG 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 e; 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 relatório<sup>2</sup>. 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 (2) descreve esta contabilização.

$$SP * P + SA * A + SAss * Ass + ST * T = \text{Salário} \quad (2)$$

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 (3).

$$SF * F / \text{Salário} = \%F \quad (3)$$

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 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 ( $GPesst$ ), 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 (3), multiplicado pelo gasto total com pessoal e dividido pelo número de funcionários de cada categoria.

$$\%F * GPess_t / F = \text{gasto anual médio de cada categoria} \quad (4)$$

Para os custos de pessoal, por ano, no trabalho com pesquisa do irrigador solar, alocou-se o percentual do tempo gasto de cada um dos pesquisadores, analistas e técnicos envolvidos no desenvolvimento e transferência da tecnologia (Temp). O percentual de dedicação das pessoas

<sup>2</sup> 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.

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 4) foi o custo anual em pessoal no desenvolvimento e transferência da tecnologia analisada.

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 à 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 da FAPESP e 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 nos relatórios de custos da unidade do CCG. 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.

A seguir, 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;  $GDep_t * 0,3/A$  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 (5) descreve esta etapa.

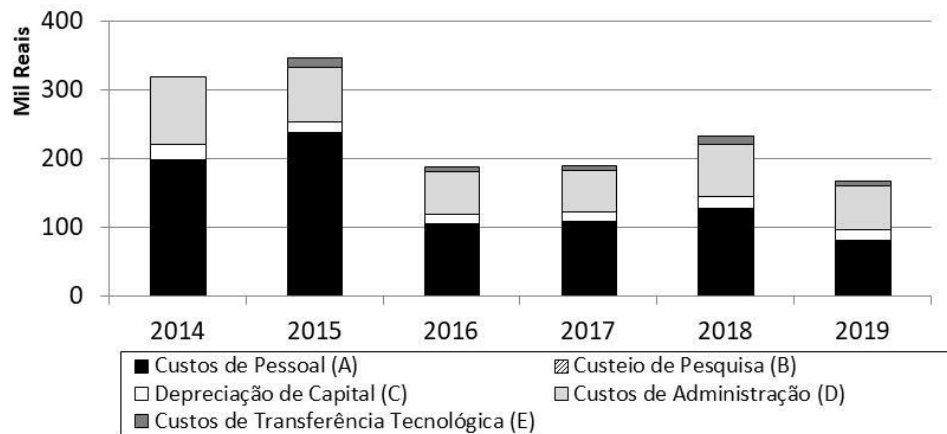
$$\sum_i (Temp_i * GDep_t * Y / F) = \text{gasto com depreciação no ano } t \quad (5)$$

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 no método para medição do teor de Óleo de Palma (Dendê) por RMN, no ano.

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 (5) neste processo, ao invés 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 ao irrigador solar foi descrita na tabela 3.2.1.1. Custos adicionais a este foram incluídos na transferência desta tecnologia uma vez que, vários projetos realizados foram alocados, precisamente, para a sua transferência.

Utilizando este método, a figura 3 mostra a evolução, em valores nominais, da participação de cada um dos itens de custo para esta tecnologia.



**Figura 3** – Evolução dos custos da Embrapa com o desenvolvimento e transferência do Irrigador Solar. Valores nominais no período 2014 a 2019.

Fonte: dado de pesquisa.

Verifica-se nesta figura que a grande participação dos custos da Embrapa para este trabalho foi com pessoal em todo período. Os custos administrativos ficaram em segundo lugar e observa-se uma baixa participação dos custos de depreciação. Não se observou relevância dos custos de transferência e de pesquisa, o que era esperado uma vez que a pesquisa teve custeio externo e a transferência foi via cartilha e vídeo no Youtube. Em 2019 os custos totais tiveram uma redução significativa uma vez que não foram feitos investimentos na tecnologia.

Considerando os ganhos descritos no item 3.1 e os custos no item 3.2, a seguir é realizada a análise de rentabilidade da pesquisa.

### 3.3. Análises de rentabilidade

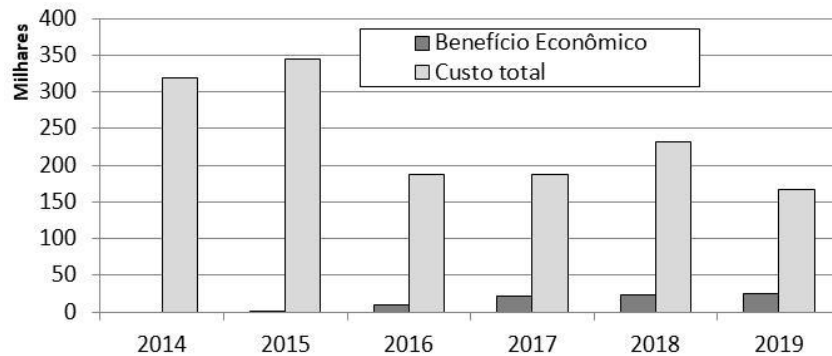
De posse dos ganhos líquidos recebidos pela sociedade, que foram apresentados no item 3.1, e dos custos da Embrapa estimados para o desenvolvimento e transferência do Irrigador Solar, este item fez uma análise de benefício/custo (B/C) do desenvolvimento da pesquisa, da taxa interna de retorno do investimento (TIR) realizado pela Embrapa nesta tecnologia, assim como do valor presente líquido (VPL). A tabela 3.3.1 descreve os resultados obtidos.

**Tabela 3.3.1.:** Análises de rentabilidade – taxa interna de retorno (TIR), a relação benefício/custo (B/C) e o valor presente líquido (VPL)

Taxa Interna de Retorno TIR	Relação Benefício/Custo B/C (6%)	Valor Presente Líquido VPL (6%)
Não foi possível	0,05	-R\$ 1.149.510

Fonte: dado de pesquisa.

Verifica-se que a análise de rentabilidade foi bastante negativa neste caso. A Figura 4 sumariza os valores já apresentados e utilizados para compor esta análise. Conforme pode ser observado nesta figura, os custos da Embrapa são, ainda, muito superiores ao benefício líquido estimado. Por isto, o saldo do período (2014-19) apresenta um VPL negativo de cerca de -R\$ 1 milhão e estima-se que foi gerado R\$ 0,05 a cada R\$ 1,00 investido. Devido ao valor negativo não foi possível estimar a taxa de retorno (TIR) da tecnologia.



**Figura 4** – Evolução dos custos da Embrapa com o desenvolvimento e transferência do Irrigador Solar e do benefício econômico estimado para a sociedade. Valores nominais no período 2014 a 2019.

Fonte: dado de pesquisa.

Este resultado decorre de duas condições: a primeira é devido a subestimação do número de unidades instaladas pela falta de controle desta informação. A segunda é que o objetivo desta tecnologia é mais social do que econômico e, provavelmente, o benefício econômico seja menos relevante para esta tecnologia.

### 3.4. Instituições envolvidas/parcerias

O Irrigador Solar é um ativo tecnológico integralmente idealizado e desenvolvido pelo pesquisador da Embrapa Instrumentação, Dr. Washington Luiz de Barros Melo, sendo um resultado não vinculado nem ao SEG, e nem a outras agências de financiamento externas.

Em 2018 foi firmado um Contrato de Concessão de Licença para Exploração de Direitos de Propriedade Intelectual junto ao ambiente produtivo sob condição de confidencialidade (SAIC 23700.18/0070-8). Entretanto, a Lareano e Silva Ltda., apesar de ser uma empresa que atua no segmento de customização de peças e equipamentos, além de desenvolver e manufaturar projetos mecânicos e hidráulicos, até o momento, não conseguiu finalizar o desenvolvimento de um kit (peças necessárias para construção do Irrigador Solar) que possa ser vendido comercialmente.

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

Para a avaliação dos impactos socioambientais da tecnologia foram realizadas consultas de opiniões a um grupo de usuários (domésticos) que montou e utiliza o Irrigador Solar em suas hortas e jardins. A relação dos entrevistados é descrita na fonte de dados (item 7 deste relatório). Para esta avaliação os usuários indicaram se, após a adoção do Irrigador Solar, houve um grande aumento (com nota 3), pequeno aumento (nota 1), sem alteração (nota 0), pequena redução (nota -1) ou grande redução (nota -3) em vários aspectos analisados. A indicação se tais alterações ocorreram de maneira pontual (na horta/jardim), local (abrangendo a propriedade agrícola) ou se houve alterações no entorno da propriedade foi outra faceta analisada. Neste caso, quanto maior a abrangência do impacto, maior o valor absoluto da nota, seja ele positivo ou negativo.

A seguir, foram analisados os impactos ecológicos (item 4.1) e socioambientais (item 4.2) da adoção do Irrigador Solar. Para cada um dos critérios descritos nestes itens, alguns indicadores foram analisados, sendo alguns mais e outros menos relevantes em relação à tecnologia avaliada.

Desta maneira, os pesos dos indicadores que compõem cada um dos critérios foram modificados, inclusive zerando o peso no caso dos indicadores que não se aplicavam para a análise da tecnologia. Para maiores explicações do método utilizado, ver Avila et al. (2008).

Os valores das médias descritas nas tabelas 4.1.1 a 4.2.5 são médias simples das notas obtidas nas entrevistas realizadas pelos adotantes da tecnologia.

#### 4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos

Observa-se na Tabela 4.1.1 que, em relação à *eficiência tecnológica*, houveram critérios considerados relevantes quando há a adoção do Irrigador Solar. Os principais impactos indicados pelo uso do equipamento referem-se ao consumo de água (3) e a geração e autonomia em relação ao uso da luz solar como fonte de energia (7). O que, conseqüentemente, também impacta positivamente a redução do consumo de energia (6).

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
1. Mudança no uso direto da terra	Sim	0,67
2. Mudança no uso indireto da terra	Não	
3. Consumo de água	Sim	5,00
4. Uso de insumos agrícola	Não	
5. Uso de insumos veterinários e matérias-primas	Não	
6. Consumo de energia	Sim	1,33
7. Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia	Sim	4,67
8. Emissões à atmosfera	Não	
9. Qualidade do solo	Sim	2,08
10. Qualidade da água	Não	
11. Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

O único critério considerado mais relevante para a avaliação de impactos ecológicos foi a Qualidade do solo (9), que apresentou um valor, na média simples dos entrevistados, de 2,08 para as questões avaliadas. Este resultado ocorre por consequência da utilização do sistema de gotejamento ajuda na preservação do solo.

#### 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, o único critério de avaliação que foi considerado aplicável à adoção do equipamento pelos entrevistados refere-se ao Capital Social, uma vez que os adotantes entendem que houve integração entre os familiares e participação em ações de transferência de conhecimento e tecnologia.

No aspecto *trabalho/emprego*, indicado na Tabela 4.2.2, a média simples das notas entre os entrevistados em relação ao critério capacitação (15), foi de 5,00. Esse critério foi considerado pertinente de avaliação, pois a construção do Irrigador Solar exige um estudo prévio do material disponível para montagem (Guia Prático de Montagem), de preferência através de oficinas práticas, além da necessidade de conhecimento do manejo do Irrigador Solar após ele estar pronto.

Os entrevistados indicaram ainda 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 adoção da tecnologia e, portanto, não devem ser abordados, pois não houve alteração ou impacto nesses critérios.

**Tabela 4.2.1:** Impactos socioambientais – aspecto respeito ao consumidor

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
12. Qualidade do produto	Não	
13. Capital social	Sim	1,33
14. Bem-estar e saúde animal	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

**Tabela 4.2.2:** Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
15. Capacitação	Sim	5,00
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, o critério geração de renda do estabelecimento (19) obteve o valor da média simples das notas de 1,67, uma vez que a adoção do Irrigador Solar proporcionou pequeno aumento de produção de hortaliças, com consequente aumento de renda gerada. Foi mencionado também que a redução de consumo de água e diminuição do uso de energia também contribuiu com a renda da família. Já para o critério valor da propriedade (20), os entrevistados acharam que não se aplica à avaliação, uma vez que o uso desta tecnologia não impacta no valor da propriedade.

**Tabela 4.2.3:** Impactos socioambientais – aspecto renda

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
19. Geração de Renda do estabelecimento	Sim	1,67
20. Valor da propriedade	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto *saúde*, indicado na Tabela 4.2.4, o critério segurança alimentar (22) alcançou uma média geral de 1,00, sendo um impacto pouco relevante, porém apontado pelos entrevistados. Foi relatado que houve um pequeno incremento na quantidade de alimento produzido nas hortas. Já para o critério segurança e saúde ocupacional (21), os entrevistados acharam que não se aplica à avaliação, pois o uso do equipamento não altera os fatores de risco no trabalho.

**Tabela 4.2.4:** Impactos socioambientais – aspecto saúde

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
21. Segurança e saúde ocupacional	Não	
22. Segurança alimentar	Sim	1,00

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto *gestão e administração*, indicado na tabela 4.2.5, os entrevistados afirmaram que apenas o critério 23 (Dedicação e perfil do responsável) se aplica à avaliação, obtendo na média simples das notas o valor de 6,67. Capacitação dirigida a atividade e o engajamento familiar foram as variáveis que mais contribuíram no impacto desse critério.



**Tabela 4.2.5:** Impactos socioambientais – aspecto gestão e administração

<b>Critérios</b>	<b>Se aplica (Sim/Não)</b>	<b>Média</b>
23. Dedicção e perfil do responsável	Sim	6,67
24. Condição de comercialização	Não	
25. Disposição de resíduos	Não	
26. Gestão de insumos químicos	Não	
27. Relacionamento institucional	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

Em relação aos demais critérios de avaliação para o aspecto *gestão e administração*, todos os entrevistados não identificaram relação com a adoção da tecnologia.

### 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. A tabela 4.3.1 mostra 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

<b>Tipo de Impacto</b>	<b>Média Geral</b>
<b>Índice de Impacto Econômico</b>	3,33
<b>Índice de Impacto Social</b>	3,00
<b>Índice de Impacto Ambiental</b>	2,75

Fonte: dado de pesquisa.

Analisando a média geral para cada índice parcial de impacto (Econômico, Social e Ambiental) mensurado, verifica-se que o Irrigador Solar apresenta similaridade de valores nas médias dos três índices.

Como o ativo tecnológico tem baixo custo de implantação, podendo ser confeccionado com materiais reutilizáveis, a percepção dos entrevistados para os impactos econômicos ocorreu em relação à geração de renda, devido ao aumento de produtividade e economia no consumo de água e energia. Já em relação aos impactos sociais, o principal impacto detectado com a adoção da tecnologia foi no critério capital social, tanto referente à dedicação, capacitação e perfil do responsável, quanto como ferramenta didática de ensino acadêmico de estudantes. E em relação aos impactos ambientais, foi mencionado nas entrevistas que o uso do Irrigador Solar auxiliou o manejo e a qualidade do solo, foi possível o aproveitamento e geração de energia através da luz solar, além do uso racional da água.

### 4.4. Índice de Impacto Socioambiental

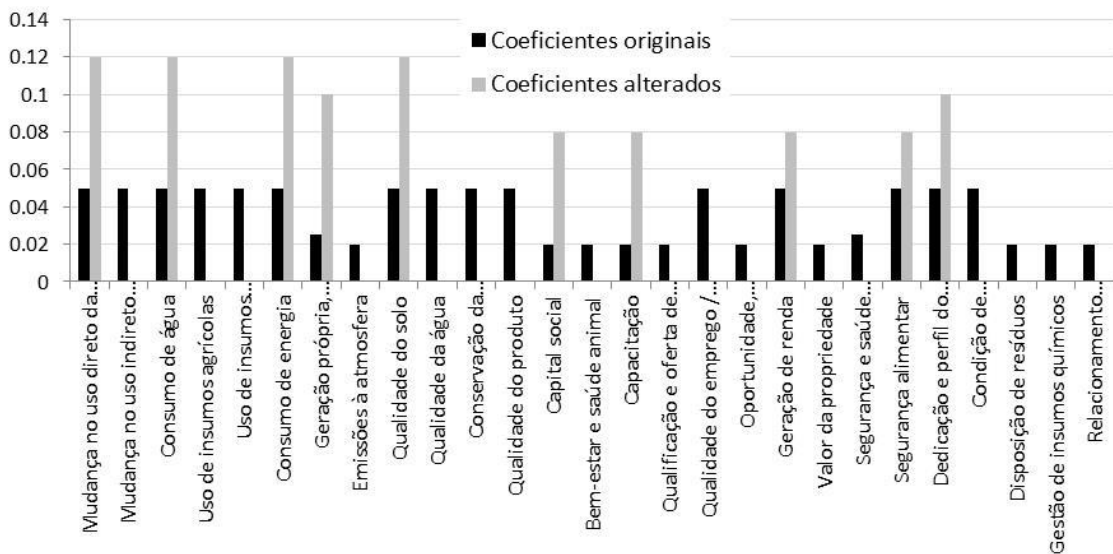
Tendo como base os aspectos descritos acima, em função da adoção do Irrigador Solar como sistema de irrigação por gotejamento, verificou-se um índice final de impacto socioambiental

positivo de 2,94 (tabela 4.4.1) como média geral. Esta média foi obtida de maneira ponderada e os coeficientes utilizados foram zerados para os critérios indicados como não aplicáveis e redistribuídos para os demais critérios aplicáveis. A figura 5 mostra os coeficientes originais da planilha Ambitec-Agro e os novos coeficientes utilizados para a ponderação das médias utilizados em cada um dos critérios analisados. Como pode ser observado nessa figura, apesar de zerar os itens não aplicáveis, procurou-se deixar o mesmo peso dentro de cada um dos aspectos analisados.

**Tabela 4.4.1: Análise dos Resultados**

<b>Média Geral</b>
2,94

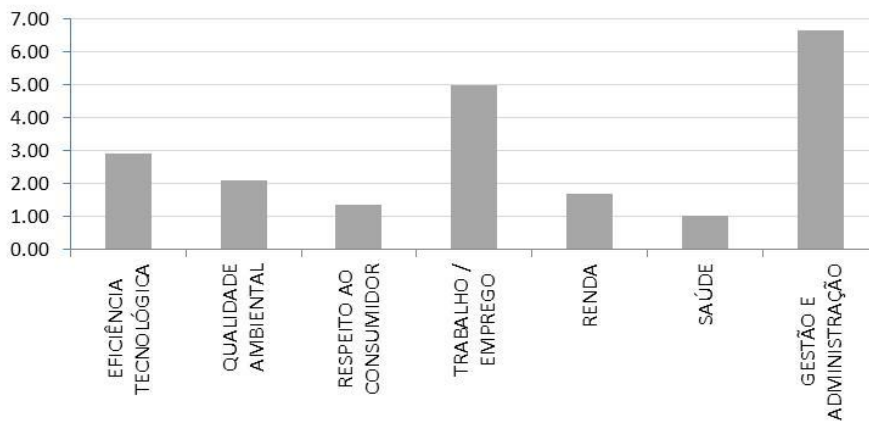
Fonte: dado de pesquisa.



**Figura 5 –** Coeficientes referentes à importância dos critérios analisados na avaliação socioambiental para ponderação das médias finais: original e após alteração para melhor representação da técnica analisada

Fonte: dado de pesquisa.

A figura 6 mostra os valores finais de cada um dos aspectos analisados. Verifica-se nesta figura que Gestão e Administração foi o item mais bem avaliado (6,67), seguido de Trabalho/Emprego com media 5, dentre os itens analisados no Ambitec-Agro para essa tecnologia. Observa-se também que nenhum item apresentou valor negativo.



**Figura 6 –** Média simples de cada um dos aspectos socioambientais analisados

Fonte: dado de pesquisa.

#### 4.5. Impactos sobre o Emprego

Não foi observado que a adoção do Irrigador Solar possa contribuir na geração de empregos.

**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)
2019			X	

Fonte: dado de pesquisa.

### 5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

Para avaliação dos impactos no desenvolvimento institucional foram analisados quatro itens: capacidade relacional; capacidade científica e tecnológica; capacidade organizacional e; os produtos gerados. Os entrevistados foram: o pesquisador da Embrapa Instrumentação responsável pela tecnologia, Washington Luiz de Barros Melo e o técnico, Luis Aparecido de Godoy, envolvidos diretamente no desenvolvimento da tecnologia.

#### 5.1. Capacidade relacional

A capacidade relacional foi separada para avaliação nos seguintes aspectos: relações de equipe/rede de pesquisa (tabela 5.1.1) e relações com interlocutores (tabela 5.1.2). Este item refere-se à contribuição do projeto de desenvolvimento tecnológico para a ampliação e diversificação da rede de relacionamento científico da equipe e de interlocutores.

**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	0,80
2. Interdisciplinaridade (coautorias)	Sim	0,40
3. <i>Know-who</i>	Sim	1,20
4. Grupos de estudo	Não	
5. Eventos científicos	Não	
6. Adoção metodológica	Sim	0,20

Fonte: dado de pesquisa.

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
7. Diversidade	Sim	3,00
8. Interatividade	Sim	1,00
9. <i>Know-who</i>	Sim	0,25
10. Fontes de recursos	Não	
11. Redes comunitárias	Sim	2,00
12. Inserção no mercado	Sim	1,00

Fonte: dado de pesquisa.

Considerando os pesos e ponderações indicados no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma<sup>3</sup> dos valores observados no aspecto *relações de equipe/rede de pesquisa* foi de 2,60. Nesse

<sup>3</sup> 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.

aspecto, demonstrado na tabela 5.1.1, o critério mais forte apontado pelos entrevistados refere-se ao Know-How, pois a tecnologia foi idealizada e desenvolvida, inclusive com pedido de patente depositado, devido ao conhecimento prévio do pesquisador responsável. Já o critério mais fraco refere-se à adoção metodológica, possivelmente, por não haver equipe de pesquisa envolvida.

Já no aspecto da *relação com os interlocutores*, o critério diversidade mostrou-se mais positivo, enquanto Know-How foi o critério de menor impacto, conforme pode ser observado na tabela 5.1.2.

Considerando os pesos e ponderações indicados no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma dos valores o aspecto relações com interlocutores foi de 7,25.

## 5.2. Capacidade científica e tecnológica

A capacidade científica e tecnológica foi separada para avaliação nos seguintes aspectos: instalações / métodos e meios (tabela 5.2.1) e recursos do projeto / captação e execução (tabela 5.2.2). Este item refere-se 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 os pesos e ponderações indicados no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma dos valores do aspecto *instalações* foi de 2,00. Neste aspecto, demonstrado na tabela 5.2.1, o critério mais forte apontado pelos entrevistados refere-se à infraestrutura e instrumental operacional e o critério mais fraco refere-se ao compartilhamento da infraestrutura.

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
13. Infraestrutura institucional	Não	
14. Infraestrutura operacional	Sim	0,80
15. Instrumental operacional	Sim	0,80
16. Instrumental bibliográfico	Não	
17. Informatização	Não	
18. Compartilhamento da infraestrutura	Sim	0,40

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto recursos do projeto, o único critério positivo e que se aplica é custeios (Tabela 5.2.2). Conforme relatado pelos entrevistados, houveram alguns custeios relacionados a viagens. Considerando os pesos e ponderações indicados no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma dos valores observados do aspecto recursos do projeto foi de 0,40.

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
19. Infraestrutura (ampliação)	Não	
20. Instrumental (ampliação)	Não	
21. Instrumental bibliográfico (aquisição)	Não	
22. Contratações	Não	
23. Custeios	Sim	0,40

Fonte: dado de pesquisa.

### 5.3. Capacidade organizacional

A capacidade organizacional foi separada para avaliação nos seguintes aspectos: equipe e rede de pesquisa (tabela 5.3.1) e transferência da tecnologia e extensão (tabela 5.3.2). Refere-se à 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 os pesos e ponderações indicados no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma dos valores apurados para o aspecto *equipe/rede de pesquisa* foi de 6,50. Nesse aspecto, demonstrado na tabela 5.3.1, o critério mais forte apontado pelos entrevistados refere-se a participações em eventos, pois houve o engajamento de diferentes equipes para a participação e divulgação da tecnologia em eventos. E o critério mais fraco foi experimentos, avaliações e ensaios.

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
24. Custos e treinamentos	Sim	2,00
25. Experimentos, avaliações, ensaios	Sim	0,50
26. Bancos de dados, plataformas de informação	Não	
27. Participação em eventos	Sim	3,00
28. Organização de eventos	Sim	1,00
29. Adoção de sistemas de gestão	Não	

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	3,00
31. Número de participantes	Sim	3,00
32. Unidades demonstrativas	Sim	3,00
33. Exposições na mídia/artigos de divulgação	Sim	3,00
34. Projetos de extensão	Não	
35. Disciplinas de graduação e pós-graduação	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto *transferência/extensão*, os critérios 30, 31, 32 e 33 obtiveram a mesma média, sendo os mais positivos. (Tabela 5.3.2). Neste aspecto, considerando os pesos e ponderações indicados no AMBITEC em cada um dos critérios, a soma dos mesmos foi de 12,00. Conforme relato dos entrevistados, após o lançamento do equipamento em 2015, houveram diversas ações de comunicação para promoção e divulgação do produto, o que contribuiu para o aumento dos impactos no aspecto transferência/extensão.

### 5.4. Produtos de P&D

O item Produtos de P&D foi separado para avaliação nos seguintes aspectos: produtos de P&D e produtos tecnológicos. Esse item refere-se aos resultados finalísticos do projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Considerando os pesos e ponderações indicados no AMBITEC para cada um dos critérios, a soma dos valores observados no aspecto produtos de P&D foi 6,00. Neste aspecto, demonstrado na tabela 5.4.1, os critérios mais relevantes apontados pelos entrevistados foram Teses e

Dissertações e Livros/capítulos, boletins, etc.. Os entrevistados relataram que receberam contatos (via e-mail) de vários alunos solicitando a possibilidade da utilização do Irrigador Solar em trabalhos de conclusão de curso, além disso, o pesquisador fez a publicação de manuais (Séries Documentos Embrapa) como pode ser constatado nas referencias bibliográficas desse relatório.

**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	Não	
37. Artigos indexados	Não	
38. Índices de impacto (WoS)	Não	
39. Teses e dissertações	Sim	3,00
40. Livros/capítulos, boletins, etc.	Sim	3,00

Fonte: dado de pesquisa.

No aspecto produtos tecnológicos, os critérios Patentes e Produtos tecnológicos mostraram-se os mais positivos, enquanto os demais critérios foram considerados não aplicáveis à análise (tabela 5.4.2). Neste aspecto, considerando os pesos e ponderações indicados no AMBITEC em cada um dos critérios, a soma dos valores médios observados nesta tabela foi de 2,00.

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média
41. Patentes/registros	Sim	1,00
42. Variedades/linhagens	Não	
43. Práticas metodológicas	Não	
44. Produtos tecnológicos	Sim	1,00
45. Marcos regulatório	Não	

Fonte: dado de pesquisa.

## 5.5. Índice de Impacto no Desenvolvimento Institucional

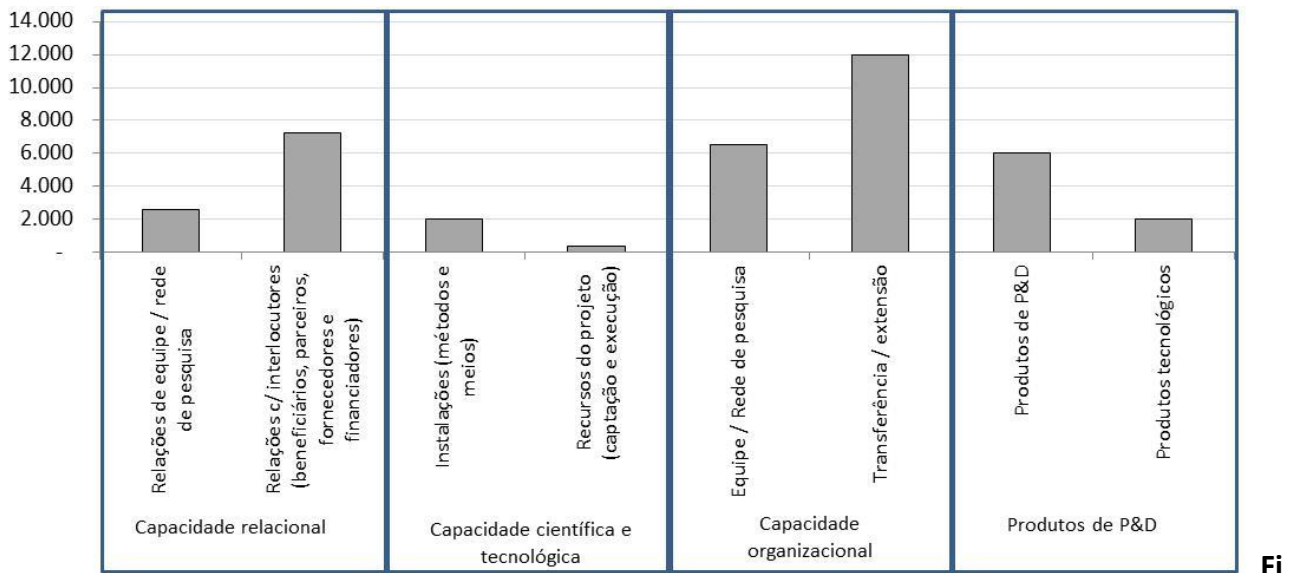
Tendo como base os aspectos descritos acima, verificou-se um Índice de Impacto no Desenvolvimento Institucional positivo, com média geral de 4,68 (tabela 5.2.1). Esta média ponderada foi calculada utilizando os pesos descritos na planilha AMBITEC-AGRO – “dimensão desenvolvimento institucional”, composta da soma das notas dentro de cada aspecto analisado descrito anteriormente, cujos valores são apresentados na figura 7.

Verifica-se nesta figura que os aspectos mais importantes dentre os avaliados foram: Relações c/ interlocutores (beneficiários, parceiros, fornecedores e financiadores) (7,25), Equipe / Rede de pesquisa (6,5), Transferência / extensão (12,0) e Produtos de P&D (6,0) foram os que obtiveram os valores mais altos. Os demais aspectos avaliados, apesar de apresentarem valores mais baixos, também contribuíram positivamente no Índice de Impacto no Desenvolvimento Institucional.

**Tabela 5.2.1:** Análise dos resultados

Média Geral
4,68

Fonte: dado de pesquisa.



**Figura 7** – Soma dos critérios em cada aspecto analisado (variáveis descritas no eixo horizontal) para a avaliação institucional referente ao desenvolvimento do irrigador solar

Fonte: dado de pesquisa.

A importância institucional deste trabalho foi grande uma vez que deu uma grande visibilidade para a Embrapa Instrumentação no desenvolvimento de tecnologias sociais. Isto deu também um enfoque aplicável para os trabalhos desenvolvidos na Embrapa Instrumentação, permitindo que as pesquisas feitas realmente cheguem à sociedade. Esta particularidade ficou bem clara na figura 7, onde os valores de impacto da transferência e extensão são superiores aos valores obtidos nas demais características analisadas.

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As avaliações econômicas, socioambientais e institucionais demonstram que o desenvolvimento e a adoção do ativo tecnológico “Irrigador Solar” acarreta desempenho e impactos positivos para a sociedade em todas as dimensões analisadas.

Em relação aos impactos econômicos, além da confecção do Irrigador Solar ser de baixo custo, a implantação do sistema de irrigação por gotejamento proporciona vantagens em relação ao aumento de produtividade, gerando renda e economia no consumo de água e energia.

E em relação aos impactos ambientais, foi mencionado nas entrevistas que o uso do Irrigador Solar auxiliou o manejo e a qualidade do solo, possibilitou o aproveitamento e geração de energia através da luz solar, além do uso racional da água.

Importante ressaltar que os maiores impactos percebidos foram os sociais, tanto referente à dedicação, capacitação e perfil do responsável pela construção do equipamento (adotante), quanto como ferramenta didática de ensino acadêmico de estudantes nos mais variados níveis (do fundamental ao universitário). Pode-se verificar que há enorme interesse da sociedade em geral pela tecnologia através da quantidade de acessos e buscas pelos materiais promocionais disponibilizados em mídias, além do expressivo número de atendimentos feitos pelo SAC da Embrapa.

Segundo Stachetti (2019), levando em consideração a distribuição dos índices de impacto no universo de estudos observados nos balanços sociais descrito em Stachetti et al. (2010), o índice

do impacto socioambiental e do impacto no desenvolvimento institucional variam 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
- 6,1 a 15 = impacto muito alto

Portanto, podemos concluir que o índice geral de impactos socioambientais (2,94) alcançado nesse estudo pode ser considerado *relevante*. Já para a avaliação dos impactos no desenvolvimento institucional (4,68) a conclusão é que o índice geral é de *alto impacto*.

Considerando todos os aspectos analisados, conclui-se que a tecnologia do Irrigador Solar trouxe benefícios à sociedade.

## 7. FONTE DE DADOS

Para a obtenção dos resultados da análise socioambiental e alguns indicadores utilizados na análise econômica foram realizadas entrevistas com adotantes, que construíram seu próprio Irrigador Solar.

A tabela 7.1 indica o local (município) e o número de entrevistas realizadas durante o mês de novembro e dezembro de 2019. Os dados foram coletados através de contato telefônico e questionários via e-mail. Em uma primeira abordagem ao entrevistado, via telefone, foi explicado à motivação e as características do estudo e posteriormente foi encaminhado um questionário com todos os critérios da avaliação socioambiental. Ressalta-se que tínhamos uma listagem de pelo menos 30 possíveis adotantes, foram feitos pelo menos 15 contatos diretos com usuários do equipamento, entretanto apenas 3 retornaram os questionários preenchidos.

**Tabela 7.1:** Número de consultas realizadas por município

Municípios	Estado	Características	Total
Campo Bonito	PR	Usuário Doméstico / Curso Superior	01
Leme	SP	Usuário Doméstico / Médio Completo	01
Viçosa	MG	Usuário Doméstico / Médio Incompleto	01
<b>Total</b>			<b>03</b>

Já para a obtenção dos resultados da análise de desenvolvimento institucional foi aplicado questionário junto a dois empregados da Embrapa Instrumentação: o pesquisador Dr. Washington Luiz de Barros Melo, inventor e responsável técnico pela tecnologia, e o assistente técnico da oficina mecânica, Luis Aparecido de Godoy, que contribuiu e apoiou a construção do Irrigador Solar, conforme apresentado na Tabela 7.2.

**Tabela 7.2:** Número de consultas realizadas para o desenvolvimento institucional

Instituição	Estado	Município	Função	Total
Embrapa Instrumentação	SP	São Carlos	Pesquisador	01
Embrapa Instrumentação	SP	São Carlos	Técnico	01
<b>Total</b>				<b>02</b>



## 8. BIBLIOGRAFIA

- AVILA, A.F.D.; RODRIGUES, G.S.; VEDOVOTO, G.L. Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: Metodologia de referência. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF. 2008.
- LOCALYTICS. Disponível em: <http://info.localytics.com/blog/3-month-mobile-user-retention-increases-nearly-10-since-2015-for-retailers>. Acesso em: Novembro de 2018a.
- LOCALYTICS. Disponível em: <http://info.localytics.com/blog/mobile-app-user-retention-continues-to-soar-in-2018>. Acesso em: Novembro de 2018b.
- LOCALYTICS. Disponível em: <http://info.localytics.com/blog/mobile-apps-whats-a-good-retention-rate>. Acesso em: Novembro de 2018c.
- MARMO, C.R.; COSTA, C.C. Relatório de avaliação de impacto de tecnologias geradas pela Embrapa. Software SISCOB. Disponível em: [https://bs.sede.embrapa.br/2018/relatorios/instrumentacao\\_2018\\_siscob.pdf](https://bs.sede.embrapa.br/2018/relatorios/instrumentacao_2018_siscob.pdf). Fevereiro, 2019.
- MELO, W.L. de B. *Comunicação pessoal*. 2019.
- MELO, W. L. de B. Irrigador solar: instruções de montagem e de funcionamento. Série Documentos, São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2016. 16 p.
- MELO, W. L. de B. Nova configuração do irrigador solar: simples de montar e de baixo custo. Série Documentos, São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2017.
- FGV - Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <https://portal.fgv.br/>. FGV IBRE. Índice de preços. IGP. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.
- STACHETTI, G.R. *Comunicação 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. **Jornal of Technology Management & Innovation**, v.5, n.4. 2010.

## 9. EQUIPE RESPONSÁVEL

As Tabelas 9.1 e 9.2 descrevem respectivamente, a equipe da Embrapa Instrumentação e os principais colaboradores externos envolvidos na elaboração desse relatório.

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

	<b>Membro da equipe</b>	<b>Função</b>
1	Marisa de Paula Eduardo Camargo	Análise e Redação
2	Cinthia Cabral da Costa	Análise econômica, revisão e sugestões
3	Washington Luis de Barros Melo	Pesquisador técnico responsável pela tecnologia
4	Luis Aparecido de Godoy	Técnico da Oficina Mecânica

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

<b>Colaborador</b>	<b>Instituição</b>
--------------------	--------------------

Não houve colaborar externo para a elaboração desse relatório.