



RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

Nome da tecnologia:	Barragem Subterrânea: uma opção de sustentabilidade para o semiárido do Nordeste.
Ano de avaliação da tecnologia:	2019
Unidade:	Embrapa Solos
Responsável pelo relatório:	Igor Rosa Dias de Jesus & Veramilles Aparecida Faé

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS TECNOLOGIAS GERADAS PELA EMBRAPA

1. IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA

1.1. Nome/Título

Barragem Subterrânea: uma opção de sustentabilidade para o semiárido do Nordeste

1.2. Eixos de Impacto do VI Plano Diretor da Embrapa

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

1.3. Descrição Sucinta

A Barragem Subterrânea é uma tecnologia que vem sendo implementada em vários estados do Nordeste que consiste, essencialmente, na utilização de uma lona plástica que desce no solo a profundidades de 3 a 5 metros, em valas que são cavadas pelos próprios trabalhadores em regiões declivosas de suas plantações. Desta forma, como a água não escorre para o lado a jusante da barragem por ficar retida ('barrada') na lona, o solo a montante da barragem fica umedecido durante todo o ano, tornando-se apto para o cultivo. Além disso, existe um sangradouro para quando ocorrem fluxos de água acima do esperado, o que permite que esta água adicional seja acumulada a jusante da barragem na forma de poços.

A ideia da barragem, portanto, é que, em áreas de instabilidade hídrica, como é o caso do semiárido brasileiro, a água das poucas chuvas que ocorrem durante o ano fique concentradas no interior do solo a montante desta lona (barragem), de forma que a umidade do solo permita o cultivo de subsistência durante todo o ano, inclusive em períodos de escassez de chuvas.

Trata-se de uma tecnologia relativamente simples, do ponto de vista técnico, mas extremamente relevante e importante do ponto de vista da contribuição para a melhoria da condição de vida das pessoas que vivem a realidade das secas no Brasil. A tecnologia, que visa ao aumento da água disponível para consumo humano e animal, tendo em vista a obtenção de alimentos para as famílias agricultoras da região, contribui, de forma efetiva, para a inserção social e econômica destes agricultores na dinâmica produtiva do Nordeste brasileiro.

A tecnologia é de domínio público e algumas pesquisas com barragem subterrânea vêm sendo desenvolvidas desde a década de 80. Algumas destas pesquisas, conduzidas pela Embrapa, permitiram a incorporação de melhorias (a utilização de lonas plásticas, em vez de pedras, é fruto destas pesquisas) e faz com que a Embrapa se mantenha reconhecidamente na fronteira do conhecimento no que diz respeito à utilização desta tecnologia. A Embrapa Solos engajou-se no estudo das barragens subterrâneas por meio da execução de projetos de PD&I que abordam o tema da captação e retenção de água de chuva, e seus impactos na propriedade e na vida dos

agricultores em cinco estados do Nordeste brasileiro: Bahia, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Ceará. É uma pesquisa com visão holística e participativa, onde a valorização do saber local é determinante. Recentemente, a tecnologia também passou a ser adotada, com bons resultados, no município de Quissamã/RJ (interior do estado do Rio de Janeiro), que também sofre com instabilidade hídrica durante o ano.

Os projetos têm proporcionado às famílias agricultoras o redesenho de seus agroecossistemas a partir da barragem subterrânea, colaborando efetivamente para a transformação social da família agricultora, afastando-a das situações de risco social. Os resultados destes estudos evidenciam oportunidades de aumento na eficiência da produção agropecuária nos agroecossistemas do semiárido, aperfeiçoando a organização da família, e majoritariamente proporcionando maior segurança alimentar, com estímulo da diversificação do sistema produtivo e apropriação de novos conhecimentos, de forma a assegurar a produção na propriedade familiar.

Recentemente, a Embrapa Solos tem aportado mais conhecimento ao desenvolvimento da tecnologia a partir do projeto ZonBarragem, que tem por objetivo estabelecer quais são as áreas mais propícias para a implantação de barragens subterrâneas, de acordo com o zoneamento dos solos e do mapeamento do clima. O projeto de zoneamento das barragens circunscreve suas atividades ao estado de Alagoas, região que vem sendo o foco das avaliações de impacto realizadas desde o ano de 2018.

1.4. Ano de Início da geração da tecnologia: 1980

1.5. Ano de Lançamento: 2005

1.6. Ano de Início da adoção: 2006

1.7. Abrangência da adoção:

Selecione os Estados onde a tecnologia selecionada está sendo adotada:

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

1.8. Beneficiários

Famílias de agricultores dos estados de AL, BA, CE, PB, PE, MG e RJ.

2. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS NA CADEIA PRODUTIVA

A cadeia produtiva das regiões mais áridas do semiárido nordestino está fortemente ancorada na agricultura e na pecuária de subsistência.

O grande impacto na cadeia produtiva proporcionado pela tecnologia é a habilitação para o cultivo de áreas que, até o momento, não estavam disponíveis. Esta disponibilização das terras ao longo de todo o ano apresenta impactos significativos nas localidades em que essas barragens são instaladas.

Se optarmos por entender a agropecuária de subsistência como um processo produtivo, podemos estruturar este processo através de um fluxo de materiais e de informação que se dá na seguinte ordem: recursos, processo produtivo e produto acabado.

Os grandes recursos, aqui entendidos como elementos necessários à produção para a agricultura de subsistência, são terra (terreno), água e sementes. Sem quaisquer destes insumos, não há processo de produção agrícola.

Nas regiões analisadas, podemos verificar que não houve problemas quanto à posse ou à propriedade das terras. Ainda que a maior parte deles seja muito pobre, os agricultores dispõem de algumas glebas e terrenos como propriedade. As sementes são conseguidas pelos mesmos através de compras ou trocas com outros agricultores nos pequenos centros das comunidades e também através de cooperativas, ONGs e parceiros regionais como a Articulação para o Semiárido (ASA Brasil). O grande problema na parte dos insumos seria a disponibilidade de água, que é a questão em que a tecnologia se propõe a atuar.

A tecnologia torna a água da chuva disponível para o uso agrícola, o que faz com que haja condições para o desenvolvimento do processo produtivo agrícola. Este é o grande impacto da tecnologia no processo produtivo no semiárido brasileiro.

A disponibilidade da água melhora também a qualidade do terreno já que evita que os nutrientes se percam através dos processos de erosão e de lixiviação. Soma-se a isso a valorização dos terrenos nos quais as barragens subterrâneas estão instaladas. Alguns agricultores afirmam que, após a instalação da barragem subterrânea, alguns outros agricultores manifestaram interesse de compra de seus terrenos, o que aponta para o fato de que esta tecnologia tem sido bastante aceita pelo mercado, inclusive com aumento da demanda, demanda esta que é gerenciada pelos outros parceiros vinculados ao projeto como o PATAC (Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas às Comunidades) e a ASA Brasil.

Além da água e do terreno, a tecnologia também apresenta impactos nas sementes, dado que aumenta a visibilidade desses produtores frente aos parceiros. Isto é, à medida que a produção avança, os próprios produtores poderão ser também fornecedores destas sementes, no longo prazo.

Na parte do processo produtivo, pode-se dizer que a tecnologia permite que este processo aconteça. Trata-se da diferença entre produzir e não produzir, entre ter alimentos e não os ter.

No que diz respeito ao produto acabado e às estratégias de comercialização, pode-se perceber que a tecnologia não produz grandes mudanças na estrutura de compra e venda destes produtos. O excedente de produção geralmente é trocado com outros agricultores, e muitas vezes, doado. Eventualmente, esses produtos podem ser vendidos a atravessadores, gerando uma renda extra para o agricultor.

3.- AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ECONÔMICOS E CUSTOS DA TECNOLOGIA

3.1 – Avaliação dos Impactos Econômicos

Se aplica: sim (X) não ()

3.1.1 Tipo de Impacto: Incremento de Produtividade Se aplica: sim (x) não ()

Tabela A - Benefícios Econômicos por Incremento de Produtividade

Ano	Rendimento Anterior/UM (A)	Rendimento Atual/UM (B)	Preço Unitário R\$/UM	Custo Adicional R\$/UM	Ganho Unitário R\$/UM	Participação da Embrapa % (F)	Ganho Líquido Embrapa	Área de Adoção: Unidade	Área de Adoção ha	Benefício Econômico I=(GxH)
2010	150	800	3,00	0	1.950,00	30%	585,00		1000	585.000,00
2011	150	910	3,75	0	2.850,00	45%	1.282,50		1100	1.410.750,00
2012	150	600	4,44	0	1.998,00	45%	899,10		1130	1.015.983,00
2013	150	180	5,80	0	174,00	50%	87,00		1180	102.660,00
2014	150	270	5,60	0	672,00	60%	403,20		1220	491.904,00
2015	170	430	6,30	0	1.638,00	60%	982,80		1340	1.316.952,00
2016	120	180	8,40	0	504,00	60%	302,40		1.380	417.312,00
2017	200	400	13,10	0	2.620,00	60%	1.572,00		1.400	2.200.800,00
2018	150	280	11,38	0	1.479,40	60%	887,64		1.422	1.262.224,08
2019	150	400	11,76	0	2.940,00	60%	1.764,00		1.430	2.522.520,00

Fonte: Dados da Pesquisa

3.1.2 Tipo de Impacto: Redução de Custos - Se aplica: sim () não (x)

3.1.3 Tipo de Impacto: Expansão de Produção Se aplica: sim (x) não ()

Tabela C - Benefícios Econômicos devido a Expansão da Produção

Ano	Renda com Produto Anterior -R\$ (A)	Renda com Produto Atual - R\$ (B)	Renda Adicional Obtida R\$ C=(B-A)	Participação da Embrapa - % (D)	Ganho Líquido Embrapa - R\$/UM E=(Cx D)	Área de Expansão: Unidade de Medida ha	Área de Expansão Quant./UM (F)	Benefício Econômico - R\$ G=(ExF)
2010	450,00	2.400,00	1.950,00	30%	585,00	ha	1000	585.000,00
2011	562,50	3.412,50	2.850,00	45%	1.282,50	ha	100	128.250,00
2012	666,00	2.664,00	1.998,00	45%	899,10	ha	47	42.257,70
2013	870,00	1.044,00	174,00	50%	87,00	ha	50	4.350,00
2014	840,00	1.512,00	672,00	60%	403,20	ha	55	22.176,00
2015	1.071,00	2.709,00	1.638,00	60%	982,80	ha	45	44.226,00
2016	1.008,00	1.512,00	504,00	60%	302,40	ha	77	23.284,80
2017	2.620,00	5.240,00	2.620,00	60%	1.572,00	ha	48	75.456,00
2018	1.717,00	3.186,40	1.469,40	60%	881,64	ha	1	881,64
2019	1.764,00	4.704,00	2.940,00	60%	1.764,00	ha	8	14.112,00

Fonte: Dados da Pesquisa

3.1.4 Tipo de Impacto: Agregação de Valor Se aplica: sim () não (x)

3.1.5 Análise dos impactos econômicos

O número de Barragens subterrâneas construídas com o modelo tecnológico da Embrapa somam 1430 estão distribuídas nos seguintes estados brasileiros: Alagoas com 90 barragens; Bahia com 303; Ceará com 253; Minas Gerais com 112; Paraíba com 166; Pernambuco com 230; Piauí com 92; Rio Grande do Norte com 141 e Sergipe 39 (ASA, 2018), Rio de Janeiro 1, Moçambique 2 e Cabo Verde 1.

A aplicação de questionários para o levantamento de dados não ocorreu em 2019 devido a falta de recursos para o deslocamento da equipe, porém os dados dos produtores anteriormente entrevistados foram atualizados assim como as consultas aos técnicos da Embrapa Solos – UEP de Recife e os representantes da Articulação do Semiárido Brasileiro – ASA na cidade de Maceió.

O método utilizado para a obtenção dos dados pautou-se em informações sobre a produção e o consumo próprio das famílias verificando o excedente, o passo seguinte foi verificar junto aos técnicos da ASA e da Embrapa Solos UEP –Recife quais as regiões e o percentual de barragens que se mantinham produtivas chuvas excelentes, regulares e quais aguardavam chuvas em cenário seco e improdutivas.

Ao resultado da tabulação amostral do questionário foram aplicados percentuais considerando a situação em cada cenário, para uma condição climática adequada que mantenha a barragem produtiva aplicou-se o excedente de produção para 75% do total das barragens, em condições em cenário de ausência de chuvas 25% das 1430 barragens subterrâneas.

Os impactos econômicos da tecnologia barragem subterrânea foram avaliados sob dois aspectos: o incremento de produtividade e a expansão de produção sendo a produtividade média obtida de 400 Kg por hectare havendo melhora em relação a 2018 reflexo das condições climáticas em se encontram algumas regiões do semiárido brasileiro. Quanto ao item de impactos sobre a redução de custos e agregação de valor - não se aplica, trata-se de uma tecnologia de retenção de águas para os pequenos agricultores que produzem basicamente uma agricultura de subsistência e o excedente acontece sempre que houver um bom fluxo fluvial e é comercializado em feiras locais ou em trocas de mercadorias.

O cultivo da barragem basicamente se destina ao consumo próprio é composto de: alface, cebola, alho, repolho, tomate, chicória, couve, pimentão; temperos como: coentro, cebolinha e outros; também produzem milho, feijão, feijão de corda, abacaxi, abóbora, fava, umbu, goiaba, caju, manga, melancia, graviola, acerola, maracujá, mamão, melão, coco, batata doce, mandioca, inhame, cana de açúcar e sorgo. A produção de palma e capim armazena-se para o estoque em silagem para a alimentação animal.

Cada família possui em média entre 6 a 8 cabeças de gado geralmente 2 delas produzindo leite, as galinhas e perus em média de 10 e 15 unidades, e de 5 e 10 porcos e ovelhas, o plantel de criação se altera de acordo com a intensidade da estiagem, estima-se em cenário seco uma redução de 60 a 70% , porém em época de chuvas, a média tende a aumentar e ocorrer a comercialização do excedente na venda de ovos e leite, em cenário com a tecnologia em pleno funcionamento alguns produtores já contabilizaram 30 cabeças de gado e 50 aves.

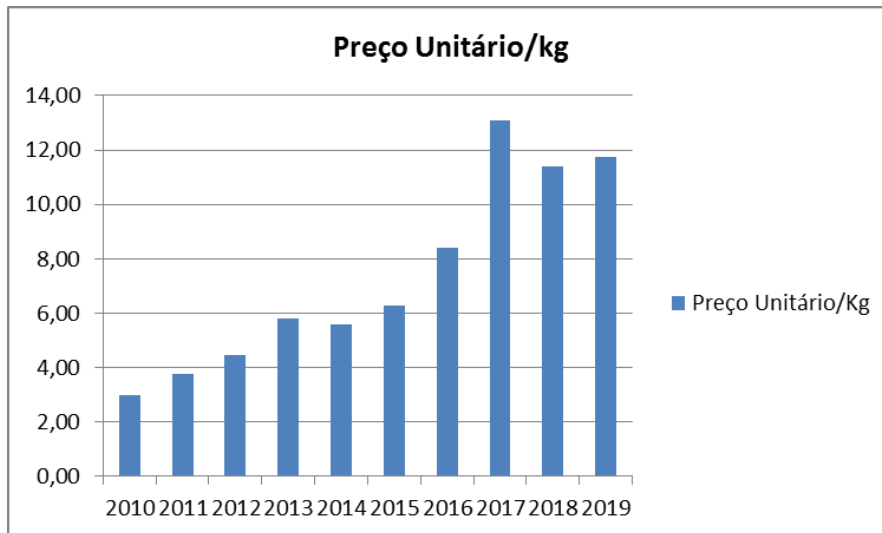
Dos produtores entrevistados alguns possuem criadouro apícola como no caso da barragem do Sr. Sebastião que inclusive produz e comercializa sementes crioulas de melancia, feijão e outros grãos de cultivos regionais.

A barragem subterrânea é uma tecnologia que permanece instalada no local de sua construção, as garantias de sua durabilidade, dependem exclusivamente de condições técnicas atendidas como a geologia, o solo, o clima, o relevo ao manter sempre o plástico coberto em caso de chuvas, o agricultor terá a sua disposição a retenção das águas e o enriquecimento de seu lençol freático por um período de aproximadamente de 18 meses, e necessita de manutenção. Em caso de chuvas intermitentes, este período poderá se estender, podendo ocorrer diversos plantios e colheitas

melhorando o consumo da unidade familiar e aumentando os benefícios aumentando o excedente econômico.

O preço unitário dos produtos consumidos e comercializados foi estimado em R\$ 11,76/kg, trata-se da média nos itens de produção consumidos e comercializados, considerando fatores como a sazonalidade, estiagem no período, e índices de inflação (Gráfico 1).

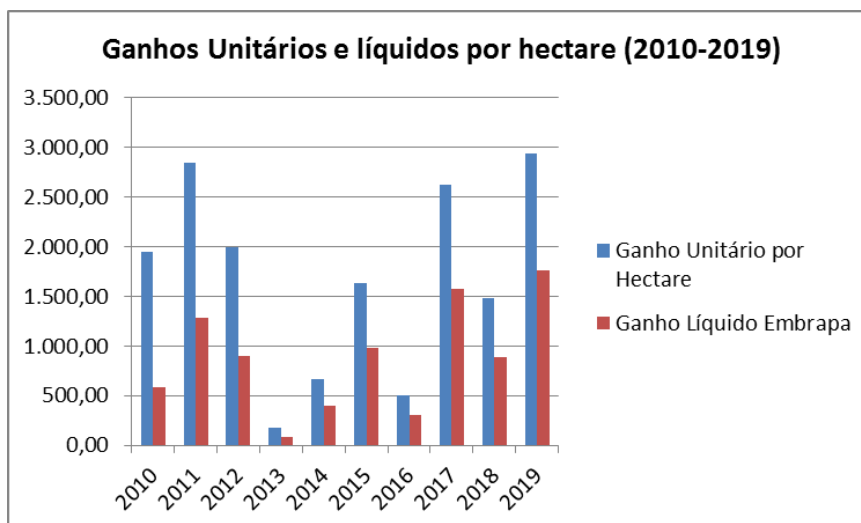
Gráfico 1 – Evolução dos Preços dos Produtos Barragem Subterrânea 2010-2019.



Fonte: Dados da Pesquisa

A relação entre o incremento de produtividade e a média de comercialização gerou um ganho unitário por hectare de R\$ 2.940,00/ano rendimento maior que em 2018 este número está diretamente relacionado às condições hídricas que ocorrem durante o ano já que a tecnologia depende de um ciclo mínimo de chuvas (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Ganhos Unitários por hectare e ganho líquido da Embrapa Solos 2010-2019.

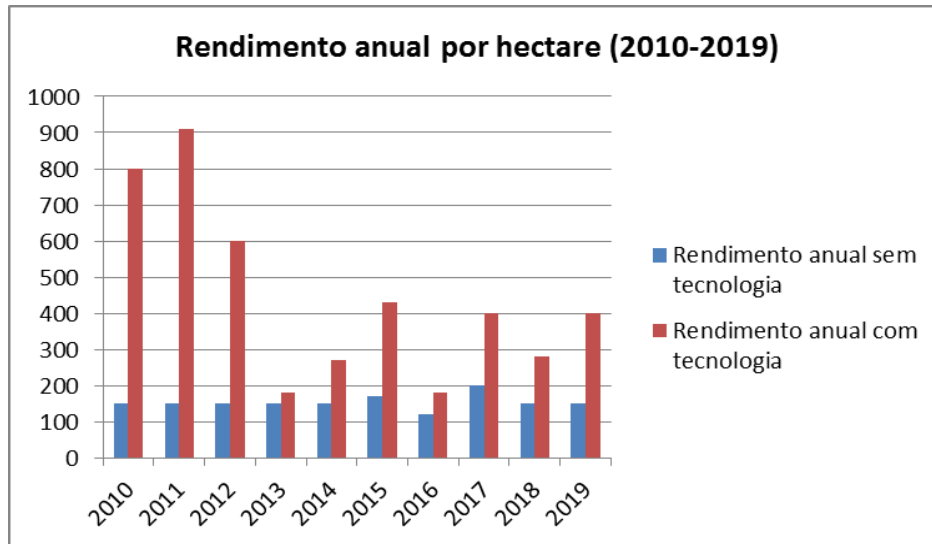


Fonte: Dados da Pesquisa

O bom desempenho do rendimento anual ao hectare demonstrado no gráfico 3, sinaliza que depende de uma condição hídrica favorável para o aumento da produtividade, se há bons níveis

de água nos reservatórios, a produção aumenta, porém se a estiagem for longa, o cultivo e o plantel de criação se reduzem drasticamente e o agricultor vai consumindo seus estoques. A média de produção em 2019 foi de 400/kg/ha, bem maior que em 2018 que foi de 280/kg/ha com estiagem e bem mais favorável que 150/kg/ha caso o agricultor não optasse pela barragem.

Gráfico 3 – Rendimento anual ao hectare com e sem a tecnologia 2010-2019.

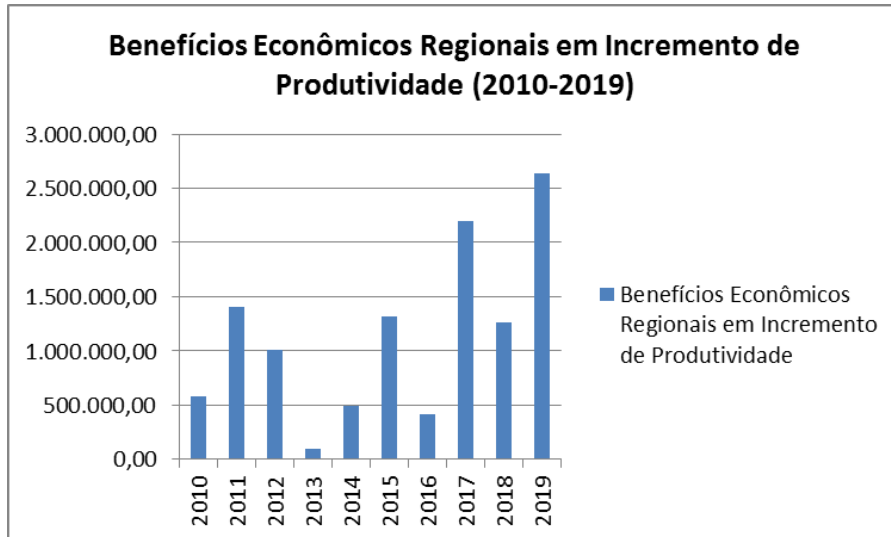


Fonte: Dados da Pesquisa

Os resultados dos benefícios econômicos regionais das barragens subterrâneas consistem no somatório das barragens instaladas considerando-se a área de 1 ha por barragem e uma vez instalada sob manutenção e condições climáticas adequadas gera benefícios constantes, porém sob intensa estiagem o pequeno agricultor busca em outras atividades uma fonte alternativa de renda, desloca-se até o meio urbano em busca de outras ocupações, exercendo atividades como carpintaria, construindo outras barragens, cisternas e telhados, e se utilizando de programas sociais do governo como o “Bolsa Família”.

O benefício econômico gerado em incremento de produtividade no ano de 2019 foi de R\$ 2.522.520,00 superior ao ano anterior favorecido pelo ciclo de chuvas a Embrapa Solos participa em 60% nesta tecnologia (Gráfico 4).

Gráfico 4: Benefícios Econômicos Regionais- Incremento de Produtividade 2010-2019.

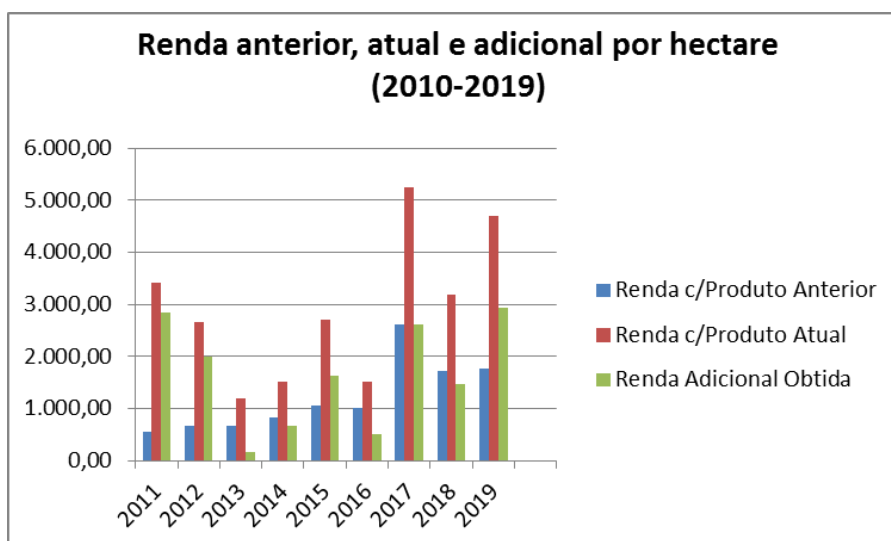


Fonte: Dados da Pesquisa

Os impactos em expansão da produção estão distribuídos numa retrospectiva anual com início da adoção da tecnologia barragens com as características de (aplicação de lona, parede suspensa, logradouro) em 2010 foram construídas 1000 barragens, em 2011 a quantidade de 100, no ano de 2012 foram 47, em 2013 a quantidade de 50, em 2014 foram 55 construídas, em 2015 foram 45 instaladas, em 2016 um número de 77, no ano de 2017 o total de 48, em 2018 apenas 1 construída em Cabo Verde, em 2019 o total de 8 barragens. .

Em comparação ao ano de 2018 houve um incremento de 8 hectares ou 8 barragens construídas 2019 com uma rentabilidade de R\$ 4.704,00 sem a barragem o valor fica em R\$ 1.764,00 a diferença entre os dois valores de R\$ 2.940,00 é chamada de renda adicional obtida que é atribuída ao impacto que a tecnologia gera por hectare, deste impacto a Embrapa Solos é responsável por 60% um valor de R\$ 1.764,00 que multiplicado por 8 (barragens ou hectares) gera um benefício econômico de R\$ 14.112,00 no item expansão de produção (Gráfico 5).

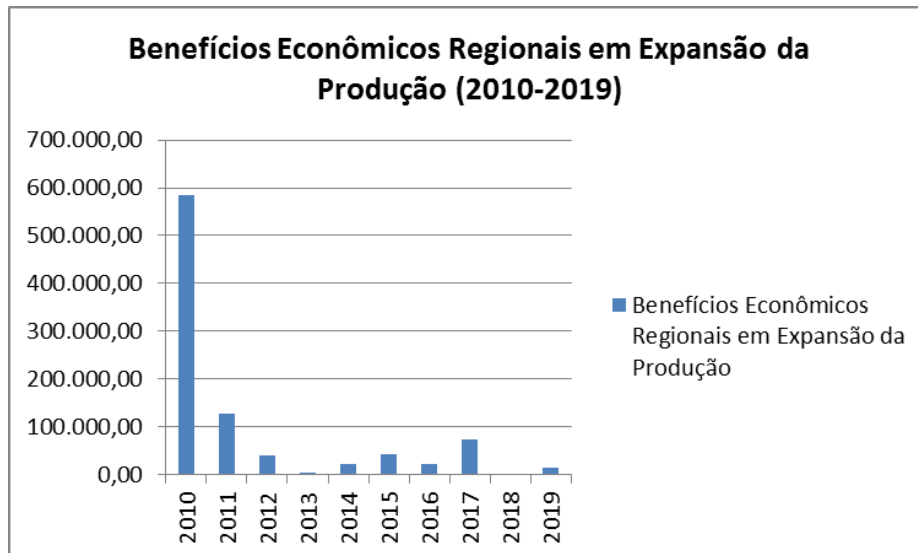
Gráfico 5 – Renda por hectare com e sem a Tecnologia Barragem 2010-2019.



Fonte: Dados da pesquisa

Como se observa no gráfico 6 o produtor armazena água da barragem o que lhe permite produzir por mais uma ou duas safras até o estoque de água acabar, se não houver chuvas que lhe permita retomar o plantio, retorna a um período de crise, outras técnicas de armazenamento de águas seriam oportunas para minimizar os fortes períodos de estiagem (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Benefícios Econômicos Regionais em Expansão da Produção 2010-2019.



Fonte: Dados da Pesquisa

O investimento inicial para a construção de uma barragem varia em torno de R\$ 13.000,00 caso inclua o sistema de irrigação o custo se aproxima de R\$ 16.000,00. A construção de uma barragem depende da: região em que será instalada, da largura, da profundidade da vala ou o tamanho da parede para o logradouro, da mão de obra se contratada ou não e da necessidade de utilização de máquinas retroscavadeiras. Caso o agricultor não necessite da contratação de máquinas e nem de mão de obra, haverá uma significativa redução no valor dos custos girando em torno de 60%. Os materiais básicos necessários são: lona plástica de largura aproximada de 4 metros e comprimento variado, tela de arame do tipo galinheiro, cimento, areia grossa, brita, mão de obra e horas de máquina retroscavadeira, se necessário, caso inclua o processo de irrigação todos os materiais necessários para a instalação como canos e mangueiras.

Após a construção da barragem, o agricultor aguarda o ciclo das chuvas e só então vai iniciar o preparo do solo para o plantio, etapa em que se iniciam os gastos com a compra de sementes e mudas, animais para engorda e abate como: gado, cabritos ou bodes, galinhas, porcos, para produção de leite, ovos e derivados.

A Embrapa Solos por meio de sua unidade de execução de pesquisas no Nordeste, a UEP de Recife desenvolve parcerias com o Centro de Apoio Comunitário de Tapera em União a Senador Rui Palmeira (Cactus), PATAC (Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas às Comunidades) e a Articulação para o Semiárido (ASA Brasil), e os Governos Estaduais de pesquisa, desenvolvem trabalhos de cooperação técnica para a construção das barragens.

Em relação aos impactos sobre a redução de custos não se observam alterações em comparação entre a adoção e a não adoção da barragem, já que em algumas regiões só existe produção se houver um mínimo de chuvas, portanto, em 2019 impactos sobre custos “não se aplica”.

Quanto ao item agregação de valor não se observam diferenças no preço do produto já que em grande parte a produção serve de subsistência familiar e o excedente funciona também como moeda de troca, apesar dos inúmeros benefícios que a retenção da água das chuvas proporciona se tratando de tecnologia de cunho social este indicador para o ano de 2019 “não se aplica”, informações junto aos produtores entrevistados há um diferencial no preço da terra quando a propriedade possui a instalação de uma barragem.

3.2 Custos da Tecnologia

3.2.1 Estimativa de Custos

Ano	Custos de Pessoal	Custeio Pesquisa	Depreciação de K	Custos de Administração	Transferência Tecnologia	Total
2005	759.064,12	13.281,19	0,00	13.741,69	0,00	786.087,00
2006	795.589,97	16.601,49	0,00	15.268,54	0,00	827.460,00
2007	817.639,84	18.446,11	0,00	16.965,05	0,00	853.051,00
2008	861.442,94	19.016,61	0,00	17.489,74	0,00	897.949,29
2009	852.592,25	20.017,48	0,00	18.030,66	15.290,32	905.930,71
2010	811.992,62	18.197,71	0,00	18.588,31	19.112,90	867.891,54
2011	647.909,02	16.543,37	0,00	17.703,15	19.704,02	701.859,56
2012	745.095,37	14.377,93	0,00	15.932,83	23.644,82	799.050,95
2013	628.985,56	15.240,60	0,00	16.888,80	40.000,00	701.114,96
2014	885.552,44	16.360,00	5.000,00	18.079,46	21.000,00	945.991,90
2015	952.902,07	11.560,00	5.000,00	12.470,00	18.000,00	999.932,07
2016	1.031.822,50	11.280,00	0,00	15.800,00	42.920,00	1.101.822,50
2017	1.031.822,50	9.320,00	0,00	9.800,00	24.790,00	1.075.732,50
2018	972.643,56	15.000,00	0,00	5.000,00	60.000,00	1.052.643,56
2019	771.637,87	11.500,00	0,00	3.100,00	23.000,00	809.237,87

Fonte de dados: Pesquisador responsável e sistemas corporativos da Embrapa Solos

3.2.2 - Análise dos Custos

Os custos totais de um projeto são compostos do resultado algébrico da soma de todas as despesas realizadas com: pessoal, custeio de pesquisa, depreciação dos equipamentos, custos de administração e gastos com a transferência de tecnologia.

Os custos de pessoal são construídos através do resultado da equação determinada pelo tempo de dedicação dos pesquisadores e técnicos que participam na elaboração, realização, transferência do projeto.

Cada membro da equipe através de seu salário referência, calcula-se sobre ele a titularidade se houver e o adicional de tempo de serviço, deste resultado aplica-se o percentual da participação no projeto em cada mês e do montante apurado aplica-se um percentual para as despesas com encargos sociais, este valor numérico é multiplicado por 4 meses que são salários janeiro até abril considerando o índice do dissídio do ano anterior, na sequência, soma-se a este resultado os

salários e encargos dos meses de maio até dezembro e 13º (nove) meses atualizados pelo índice concedido pelo acordo coletivo de trabalho aos empregados da Embrapa que geralmente ocorre em maio de cada ano.

Fazem parte do item de custos em custeio de pesquisa os materiais como: laboratorial, sementes, mudas de plantas, insumos, químico, farmacológico, biológico, bibliográfico, meteorológico, ferramentas, manutenção de veículos, elétrico e eletrônico, de proteção e segurança, de expediente, de acondicionamento de embalagens, de manutenção de bens móveis e imóveis, de alimentação de animais, gás e outros materiais engarrafados, combustíveis e lubrificantes automotivos.

Os custos com a administração são considerados despesas fixas necessárias para a manutenção de uma unidade onde o projeto de pesquisa é desenvolvido e que oferece estrutura básica de apoio em diferentes fases desde a elaboração, proposta, aprovação, período e tempo de execução do projeto, entre os tipos de despesas temos: custos com energia elétrica, telefone, papel, cartuchos também chamado de *overhead*.

Os gastos referentes à transferência de tecnologia incluem as seguintes despesas: diárias, hospedagens e passagens aéreas no país e exterior, locação de meios de transporte, pedágios e combustíveis. Também fazem parte deste item materiais de divulgação necessários à realização de dias de campo, visitas e reuniões técnicas com os agricultores, cooperativas, associações, participação em exposições, congressos, conferências e feiras as despesas com as instalações e a manutenção, os serviços gráficos e editoriais, o acondicionamento e embalagens, os serviços de áudio, vídeos, fotos e tecnologia da informação.

Identificam-se como depreciação de capital, a aquisição de material permanente, como aparelhos e equipamentos de medição, comunicação, laboratório, bibliotecas coleções, máquinas e equipamentos gráficos, para áudio, vídeo e foto, processamento de dados instalações equipamentos para escritório, ferramentas e utensílios hidráulicos e elétricos para oficinas, mobiliário geral veículos e acessórios para veículos.

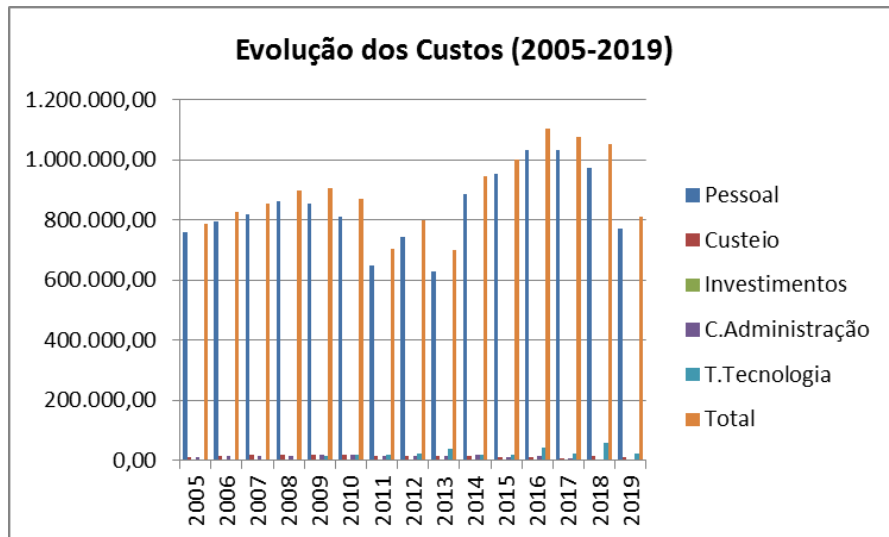
Aos salários de 2019 utilizou-se como referência o reajuste salarial com base em acordos coletivos da categoria sendo 100% do INPC do período de 01/05/2017 até 30/04/2018 e a partir de 01/05/2019 o percentual de 70% do INPC acumulado do período de 01/05/2018 até 30/04/2019. Orientam as negociações dos acordos coletivos geralmente os índices de inflação – Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

A variação referente aos itens de custeio, administração, depreciação e transferência de tecnologia possuem base de reajuste o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna – (IGP-DI), fornecido pelo Instituto Brasileiro de Economia (IBRE) da Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Os custos totais estimados para do projeto de pesquisa que contempla a barragem subterrânea iniciam em 2005 com o valor de R\$ 786.037,00, para o ano de 2006 o valor é de R\$ 827.460,00 em 2007 estimado em R\$ 853.051,00 no exercício de 2008 um valor de R\$ 897.949,29, em 2009 de R\$ 905.930,71, no ano de 2010 o valor total dos custos é de R\$ 867.891,54, em 2011 a soma de R\$ 701.859,56, o ano de 2012 o valor total estimado é de R\$ 799.050,95, em 2013 o valor de R\$ 701.114,96, em 2014 de R\$ 945.991,90, no ano de 2015 o valor é de R\$ 999.932,07, o ano de 2016 a soma dos custos é de R\$ 1.101.822,50 para 2017 o valor apurado é de 1.075.732,50, e no ano de

2018 um valor em custos em R\$ 1.052.643,56, em 2019 o valor de R\$ 809.237,87 com maior peso refletido na rubrica de pessoal, mesmo a tecnologia já desenvolvida e implantada exige um acompanhamento constante (Gráfico 7).

Gráfico 7 – Evolução dos Custos Barragem Subterrânea 2010-2019.



Fonte: Pesquisador e sistemas corporativos da Embrapa Solos.

3.3 Análise de rentabilidade

3.3.1 Análise da TIR (Taxa Interna de Retorno)

2,1%

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é uma taxa de descontos que possui a função algébrica de igualar o Valor Presente Líquido (VPL) dos fluxos de caixa de um projeto no momento “zero” (FORTES, 2006).

O fluxo convencional de um projeto se caracteriza normalmente pela saída inicial de recursos investidos/custos com o sinal (-) e os subsequentes ingressos receitas/benefícios com o sinal (+), alguns projetos no percurso de sua realização, sinalizam a retomada dos investimentos onde seus custos de manutenção às vezes são maiores que seus benefícios.

Os fluxos de caixa ou desencaixes iniciais negativos e encaixes ou fluxos positivos observados na tecnologia da barragem subterrânea são de natureza não convencional, os reinvestimentos em custos indicam a existência de múltiplas TIR.

Segundo Fortes (2006) e Farias e Amaral (2011) a Taxa Interna de Retorno (TIR) apresenta alguns problemas como: não considerar a distribuição dos fluxos ao longo do tempo, não considerar a escala do fluxo de caixa, não indicar projetos que maximizam riquezas e não considerar o princípio da aditividade, a recomendação dos autores é que: ao avaliar projetos, levar em conta outros critérios de decisão como o Valor Presente Líquido (VPL) ou a Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Para Fortes (2006) se a Taxa Interna de Retorno (TIR) se iguala ao valor atual dos benefícios e dos custos e na medida em que a TIR aumenta seus fluxos de caixa convencionais o Valor Presente Líquido (VPL) diminui. Caso a TIR estimada for igual ao custo do capital K ou índice de inflação, adotar o projeto, seria indiferente, se a TIR for menor que o custo do capital K, aconselhável economicamente seria rejeitar o projeto.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) encontrada para a tecnologia da barragem subterrânea de (2,1%) que é o resultado algébrico dos fluxos de caixa do projeto desde o início em 2005 e apurados os custos ou saídas e dos benefícios ou entradas com início em 2010 com a transferência e adoção e realizados até 2019. As projeções tanto dos benefícios como dos custos para o período entre 2019/2024 levam em conta a alternância dos custos e dos benefícios prospectados em bases de exercícios anteriores considerando na prospecção dos benefícios futuros conforme a alternância dos períodos estivos.

Ao utilizar o critério de comparação entre a Taxa Interna de Retorno (TIR) da barragem subterrânea de (2,1%) e o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divulgado para os últimos 12 meses de 2,89% conclui-se sob o ponto de vista econômico que o projeto não apresenta uma atratividade já que o custo capital é um pouco maior que a TIR, recomendável seria analisar outros impactos contidos neste relatório como exemplo, ambientais, sociais e institucionais e a relação B/C e o Valor Presente Líquido – VPL objetos de análise a seguir.

O pequeno agricultor adotante em potencial da tecnologia ao levar em conta o investimento entre R\$ 13.000,00 a R\$ 16.000,00 e respeitadas as condições técnicas como o tamanho, durabilidade da barragem e um clima favorável, a colheita poderá ser de pelo menos uma ou duas safras por ano de grãos e legumes, melhora também o plantel de animais, o que significa dizer que num período estimado de 3 a 4 anos, terá o retorno do valor investido, além da melhora em qualidade de vida.

Podemos concluir sob o ponto de vista econômico que os recursos públicos investidos pela Embrapa Solos, que resultou na tecnologia da barragem com uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 2,1% sendo 0,79% aquém do custo capital de 2,89% do IPCA, terão sua viabilidade evidenciada se forem analisados no contexto com outros impactos como o social, ambiental, institucional.

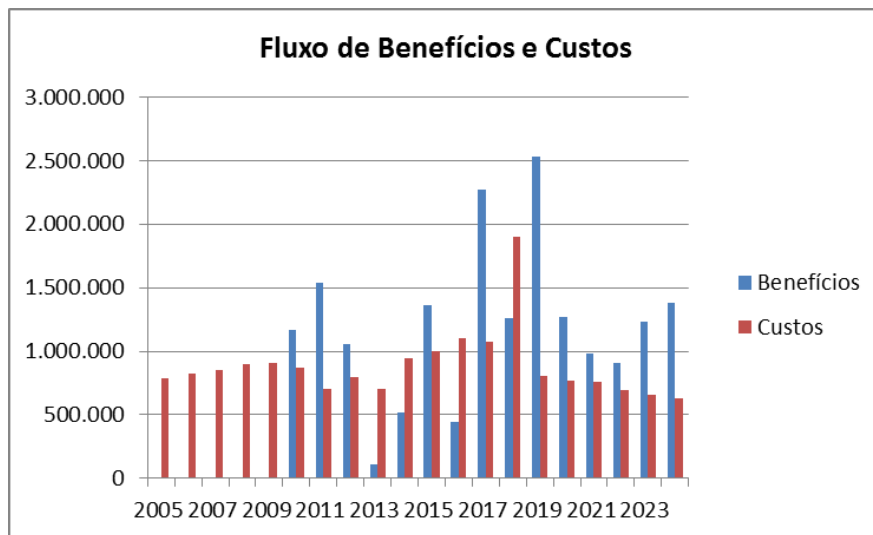
3.3.2 Relação Benefício/Custo

O critério desta análise consiste em obter o fluxo das receitas/benefícios gerados pelos itens de impacto incremento de produtividade e expansão de produção contrapondo com o fluxo de despesas ou dos custos do projeto, calcula-se o quociente obtendo a relação entre os benefícios e os custos ou B/C. Se custos estiverem abaixo do retorno esperado, o projeto será viável, caso os custos forem maiores que os benefícios outros fatores devem ser levados em conta na viabilidade do projeto. A relação encontrada entre os ambos é de 1,19 significa que para cada R\$ 1,00 real investido obtém-se ou um retorno de R\$ 1,19.

Relação B/C
1,19

Segundo Fortes (2006) o método Índice Benefício Custo (ICB) costuma ser empregado em projetos de cunho social, devido há grande dificuldade em determinar os custos e os benefícios gerados. As projeções de 2019 até 2024 em benefícios consideraram a forte estiagem em cada escala de 2 a 3 anos, tais fluxos iniciam em 2010 na adoção e são mensuradas até 2019 e projetados até 2024. Os custos iniciam em 2005 mensurados até o ano presente 2019 e projetados até 2024 considerando uma redução anual em 5% como demonstrado no gráfico 8.

Gráfico 8 – Análise Benefício/Custo da Barragem Subterrânea.



Fonte: Dados da Pesquisa

3.3.3 – Análise do VPL – Valor Presente Líquido

VALOR PRESENTE LÍQUIDO (em Mil reais)							
4%	6%	8%	10%	12%	14%	16%	18%
R\$707	R\$1.224	R\$1.564	R\$1.782	R\$1.915	R\$1.989	R\$2.022	R\$2.027

Fonte: Dados da Pesquisa

Se o resultado do Valor Presente Líquido (VPL) for positivo há uma condição de aceitar ou investir no projeto, significa que os fluxos de caixa foram suficientes para cobrir os custos e proporcionar uma taxa de retorno sobre o capital investido. Em caso de VPL zero, investir ou não, torna-se indiferente. Se o VPL for menor que zero, o projeto não é recomendável, inviável a partir de uma determinada taxa de custo de oportunidade “o método VPL é igual (=) a diferença entre o Valor Presente (VP) dos fluxos futuros descontados à taxa do custo de capital K do projeto e o investimento inicial CF_0 estimado para realizar o projeto” (FARIAS;AMARAL,2011).

Os resultados do exercício de 2019 para o Valor Presente Líquido (VPL) da barragem são valores negativos para todas as taxas de custo capital (K) 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18%, sob o ponto de vista econômico, não se recomendaria o investimento, os aportes são anuais, observa-se que em diferentes períodos a combinação do B/C, TIR e VPL oscilam com frequência tornando o projeto ora favorável economicamente ora não, o que denota que seus resultados dependem fortemente das condições climáticas.

3.3.4 Sensibilidade da TIR - Taxa Interna de Retorno

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DA TAXA INTERNA DE RETORNO					
SENSIBILIDADE BENEFÍCIOS		SENSIBILIDADE CUSTOS		SENSIBILIDADE B/C.	
BENEF. VAR.	TAXA	CUST. VAR.	TAXA	VARIAÇÃO	TAXA
CUSTOS	INTERNA DE	BENEFÍCIOS	INTERNA DE	CUSTOS E	INTERNA DE
FIXOS (%)	RETORNO (%)	FIXOS(%)	RETORNO (%)	BENEFÍCIOS	RETORNO (%)
+25%	8,4%	+25%	-5,4%	-25%C; +25%B	15,9%
+20%	7,3%	+20%	-3,8%	-20%C; +20%B	13,2%
+15%	6,1%	+15%	-2,3%	-15%C; +15%B	10,5%
+10%	4,9%	+10%	-0,8%	-10%C; +10%B	7,8%
+ 5%	3,6%	+ 5%	0,7%	- 5%C; + 5%B	5,0%
0%	2,1%	0%	2,1%	FLUXO REAL	2,1%
- 5%	0,6%	- 5%	3,7%	+ 5%C; - 5%B	-1,0%
-10%	-1,2%	-10%	5,2%	+10%C; -10%B	-4,5%
-15%	-3,1%	-15%	6,8%	+15%C; -15%B	-8,7%
-20%	-5,4%	-20%	8,4%	+20%C; -20%B	-14,1%
-25%	-8,0%	-25%	10,1%	+25%C; -25%B	#NÚM!

Fonte: Dados da Pesquisa

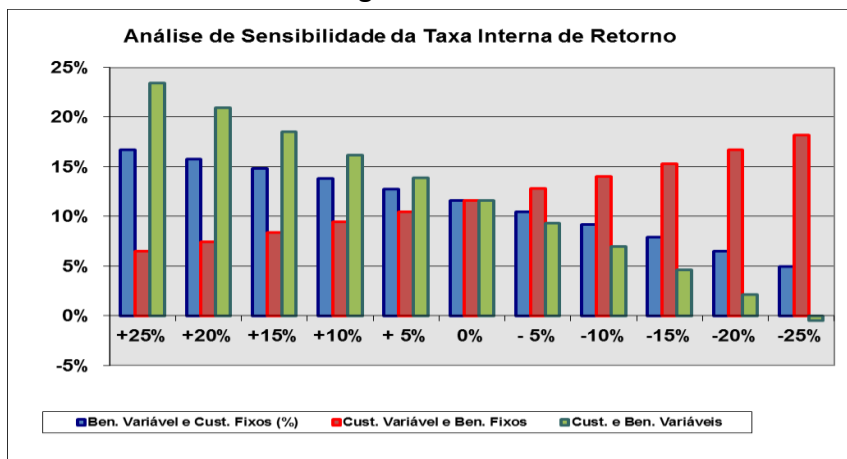
A análise de sensibilidade da TIR fornece as informações sobre até que intervalos de taxas percentuais o projeto de investimento permanece viável, o que muda quando os custos são variáveis e os benefícios permanecem fixos e vice-versa, e qual é a melhor combinação na simulação de taxas quando há variação tanto em benefícios quanto em custos.

A partir do fluxo real ou TIR da barragem subterrânea de (2,1%) considerando a sensibilidade dos benefícios e levando em consideração as condições dos fluxos em (benefícios variáveis e custos fixos) as taxas oscilam entre 8,4% para +25% e -8,00% para -25%.

Observando a sensibilidade dos custos considerando os (custos variáveis e os benefícios fixos), a TIR se comporta em -5,4% para +25% a taxas de 10,1% para -25%.

Se ocorrer uma variação em ambos tanto nos custos quanto em benefícios, a TIR varia de 15,9% para -25% custos e +25% benefícios e de -14,10% para uma variação de +20 custos e -20% benefícios (Gráfico 9).

Gráfico 9 – Sensibilidade TIR Barragem Subterrânea.



Fonte: Dados da Pesquisa

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

4.1. Impactos Ecológicos da Avaliação dos Impactos

Tabela 4.1.1: Impactos ecológicos – aspecto eficiência tecnológica

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

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial).

A tecnologia da barragem subterrânea apresenta diversos impactos tecnológicos em relação à eficiência tecnológica. O maior impacto se dá no item conservação da biodiversidade e recuperação ambiental. Todos os entrevistados manifestaram que a quantidade de espécies vegetais espontâneas e de animais silvestres aumentou muito após a adoção da barragem subterrânea, enfatizando o aumento da dinâmica do ecossistema quando há aumento da água disponível na região. O produtor de São José da Tapera afirma possuir 96 espécies diferentes de plantas diferentes, classificadas, segundo o próprio em quatro grupos: alimento para o ser humano, alimento para os animais, plantas medicinais e plantas naturais da terra. O produtor de Santana do Ipanema, por sua vez, afirmou que a biodiversidade aumentou em sua propriedade. A plantação de fruteiras e a conservação ambiental permitiu que sua propriedade se transformasse em uma espécie de corredor de passagem para a fauna silvestre. Alguns exemplos de animais que apareceram em sua propriedade são: raposa, gato-do-mato e pássaros como juriti e siriema. Todos os entrevistados manifestaram melhoria da qualidade do solo e da água em suas propriedades. O agricultor de São José da Tapera manifesta preservar o meio ambiente há cerca de 10 anos, e que a propriedade responde de maneira positiva à conservação (abastecimento de água, biodiversidade, produção rentável, etc). Quanto aos insumos agrícolas, todos afirmaram que utilizam práticas sustentáveis de cultivo, e que o grau de conscientização sobre o manejo adequado se deve, em parte, aos conhecimentos apreendidos quando da adoção das barragens em suas propriedades. Quanto ao incremento no uso dos recursos naturais como solo e água, a equipe de avaliação entende ser positivo este aumento (apesar das orientações em contrário do método oficial de avaliação, que entende como negativo este aumento do uso do solo e da água). Através das entrevistas em campo, é bastante claro o benefício gerado pela barragem subterrânea ao habilitar para o cultivo terras que estavam inaptas e ao disponibilizar aos produtores rurais uma água que se perdia através dos processos erosivos. É importante ressaltar também a redução das emissões de gases de efeito estufa à atmosfera. O produtor de São José da Tapera e a produtora de Senador Rui Palmeira manifestaram realizar queimadas nas suas propriedades. Com a implantação das barragens subterrâneas, o maior grau de conscientização ambiental em relação ao uso dos recursos eliminou essa prática de seus modos de produção. Por fim, em relação à

geração própria, reuso e autonomia, o produtor rural de São José da Tapera manifestou utilizar um biodigestor em sua propriedade, o que colabora para a geração de energia em sua propriedade. Por último, não se aplica à barragem subterrânea o uso de insumos veterinários, pois a tecnologia não lida diretamente com esse tipo de abordagem.

4.2. Impactos Socioambientais da Avaliação dos Impactos

Tabela 4.2.1: Impactos socioambientais – aspecto respeito ao consumidor

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
12. Qualidade do produto	Sim	3,0		3,0
13. Capital social	Sim	12,0		12,0
14. Bem-estar e saúde animal	Sim	3,7		3,7

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

O capital social, aqui entendido como um empoderamento dos agricultores em sua vinculação com o território e a apropriação da tecnologia como um mecanismo relevante para a construção dos seus modos de vida é um dos grandes destaques desta avaliação de impactos. Dois dos agricultores entrevistados (São José da Tapera e Santana do Ipanema) são entusiastas da tecnologia e disseminam o conhecimento sobre a mesma e seus benefícios em associações, cooperativas, ONGs, etc. Durante o período em que ocorreu o processo de avaliação de impactos, houve uma roda de conversa na Universidade Estadual de Alagoas (Uneal), campus Santa do Ipanema, para que os agricultores pudessem trocar experiências entre si e com a equipe do projeto ZonBarragem. De fato, o capital social da barragem subterrânea possui impactos que transpassam os limites das propriedades dos agricultores. Dentro das propriedades, contudo, há impactos relevantes que podem ser sentidos em relação à qualidade do produto (as olerícolas produzidas nas propriedades com barragem subterrânea são saborosas, segundo a percepção dos próprios produtores) e também em relação ao bem-estar e saúde animal, uma vez que a água disponibilizada pela barragem subterrânea é de fundamental importância para a dessedentação animal (especialmente do gado bovino, caprino e ovino)

Tabela 4.2.2: Impactos socioambientais – aspecto trabalho/emprego

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
15. Capacitação	Sim	6,3		6,3
16. Qualificação e oferta de trabalho	Sim	9,0		9,0
17. Qualidade do emprego/ocupação	Sim	2,0		2,0
18. Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias	Sim	3,0		3,0

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Os impactos percebidos quanto ao aspecto trabalho/emprego foram positivos neste ciclo de avaliação, com destaque para as ações de capacitação e de oferta de trabalho. No aspecto capacitação, os agricultores manifestaram que a Embrapa Solos, em conjunto com a ASA Brasil, tem fornecido todas as capacitações necessárias. É notório perceber que existem alguns agricultores que se mobilizam mais para o aprendizado. O agricultor de São José da Tapera trabalha não apenas com as barragens subterrâneas, mas também com poços, cisternas e biodigestores. Quanto à qualificação e oferta de trabalho, o agricultor de São José da Tapera

mencionou que devido ao sucesso de sua lavoura, um dos filhos que estava trabalhando em São Paulo está retornando à propriedade para ajudar o pai na atividade agrícola. Dessa forma, é possível dizer que a barragem subterrânea apresenta alguma contribuição em relação à reversão do êxodo rural, ao proporcionar condições viáveis de produtividade no semiárido brasileiro. É importante ressaltar também que à medida que a tecnologia se expande, muitos dos agricultores que atualmente possuem barragens em suas propriedades atuam construindo novas barragens para seus vizinhos. Esta situação aconteceu com o agricultor de São José da Tapera, que, tendo em vista a melhoria de suas condições de emprego e renda, passou a atuar como consultor acompanhando as obras no próprio município e em municípios vizinhos. Em relação às oportunidades equitativas por gênero e raça, é importante enfatizar a troca intergeracional (o agricultor de São José da Tapera passou a trabalhar com seu filho retornado de São Paulo) e o papel das mulheres que, por vezes, conduzem sozinhas as barragens subterrâneas de suas propriedades, como é o caso da propriedade rural do município de Senador Rui Palmeira, conduzida unicamente por mulheres, três irmãs, que assumiram o controle da propriedade após a morte de seu pai.

Tabela 4.2.3: Impactos socioambientais – aspecto renda

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Geração de Renda do estabelecimento	Sim	4,3		4,3
20. Valor da propriedade	Sim	2,0		2,0

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

É notório o aumento da geração de renda dos estabelecimentos após a adoção da barragem subterrânea. O agricultor de São José da Tapera, ao falar um pouco de sua vida, mencionou dívidas que ele havia contraído antes da implantação da barragem, e que a terra seca e improdutiva não permitia meios de que ele a quitasse (até ameaça de morte por credores o agricultor alega ter sofrido). Com o advento da barragem subterrânea, contudo, as dívidas puderam ser pagas e, apesar da estiagem longa dos últimos anos, a agricultura passou a provê-lo de meios para viver com alguma tranquilidade e bom-humor. “Por que essa barragem não veio antes?” foi a fala de sua esposa, ao perceber os benefícios na produtividade agrícola que a barragem proporcionava. Já o agricultor de Santana do Ipanema menciona que sua barragem está em vias de secar, mas a produção de frutas continua em sua propriedade, com destaque para umbu, acerola, mamão, manga e melancia. Este produtor também acabou se especializando na comercialização de sementes crioulas, também conhecidas como ‘sementes da resistência’. Sorte diversa tiveram as agricultoras de Senador Rui Palmeira, que viram sua barragem secar e se deteriorar ao longo dos anos. As mesmas reportam que a barragem permitiu um crescimento importante para as suas lavouras durante muito tempo, mas que atualmente, a mesma está seca, após o longo período de estiagem em Alagoas. Não à toa, os dois produtores que têm tido mais sucesso na condução de suas barragens reportam que suas propriedades estão mais valorizadas após a adoção da tecnologia, enquanto as produtoras de Senador Rui Palmeira disseram que atualmente o valor do hectare em suas propriedades é precisamente o mesmo de uma propriedade que não disponha de barragem subterrânea.

Tabela 4.2.4: Impactos socioambientais – aspecto saúde

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
21. Segurança e saúde ocupacional	Sim	3,0		3,0
22. Segurança alimentar	Sim	10,3		10,3

* Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Os impactos percebidos na parte da saúde apresentam-se como bastante significativos, principalmente no aspecto segurança alimentar. O produtor de São José da Tapera informou plantar coentro, cebola, alface e maracujá, que são vendidos à comunidade garantindo seu sustento. O mesmo produtor afirma que, pela primeira vez desde a implantação de sua barragem, não conseguiu plantar feijão neste ano, devido à longa estiagem, que já dura cerca de sete anos. O produtor de Santana do Ipanema informa que em sua propriedade consegue realizar plantio de palma, milho, feijão de corda e também manter algum estoque de silagem. Além disso, o mesmo trabalha com sementes crioulas, que são comercializadas para a Conab, para bancos de sementes e para agricultores da região. Dessa forma, os impactos em relação à segurança alimentar proporcionados pelas sementes crioulas cultivadas em áreas com barragem subterrânea se disseminam por um vasto território. “Temos que manter esse patrimônio vivo.”, diz o produtor rural, ao falar sobre as sementes crioulas. Por fim, é importante mencionar também os aspectos de segurança e saúde ocupacional no trabalho, que também derivam de uma conscientização em decorrência das capacitações realizadas sobre o manejo das barragens. O agricultor de São José da Tapera reportou o uso de chapéu e de botas como proteção para o trabalho, ao passo em que as agricultoras de Senador Rui Palmeira utilizam, como proteção no trabalho, itens como chapéu, luva, bota, protetor solar e pano para cabeça e rosto.

Tabela 4.2.5: Impactos socioambientais – aspecto gestão e administração

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
23. Dedicção e perfil do responsável	Sim	4,3		4,3
24. Condição de comercialização	Sim	2,3		2,3
25. Disposição de resíduos	Sim	5,0		5,0
26. Gestão de insumos químicos	Sim	3,0		3,0
27. Relacionamento institucional	Sim	10,0		10,0

*Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

Quanto ao aspecto de gestão e administração, os impactos relativos à gestão e administração foram percebidos como positivos em todos os indicadores avaliados. No que concerne à reciclagem de resíduos, os produtores apontaram que os alimentos são produzidos de forma sustentável, e que os resíduos são, em geral, aproveitados no próprio cultivo, e que parte deles serve como alimentação animal. Os preceitos agroecológicos implícitos em todas as etapas de concepção e operacionalização da tecnologia incentivaram a reciclagem de resíduos e a destinação final adequada dos rejeitos não aproveitáveis. É importante mencionar que o produtor de São José da Tapera instalou um biodigestor em sua propriedade, como uma forma de fazer uma melhor gestão dos resíduos gerados por sua propriedade. Quanto à dedicação e perfil dos responsáveis, a capacitação na tecnologia da Barragem Subterrânea promoveu uma nova atitude dos proprietários rurais, condizente com um maior aporte tecnológico na condução de seus cultivos e criações. O acompanhamento periódico da equipe da Embrapa Solos e de outras entidades envolvidas com a construção e manejo das barragens subterrâneas no semiárido brasileiro contribui para o desenvolvimento de um maior senso de responsabilidade por parte dos agricultores. Uma evidência disso é que a Embrapa Solos passa não apenas a fornecer informações, mas também a ser cobrada por suas posturas. Um dos agricultores entrevistados (São José da Tapera) mencionou a necessidade de se realizar um treinamento para manejo adequado da água nas propriedades. Ele também se queixou de que, certa vez, coletaram água de sua propriedade para análise, e não lhe deram uma devolutiva a respeito do resultado. Quanto

aos aspectos de comercialização, o produtor de São José da Tapera informou vender sua produção em feiras no município de Carneiros/AL e São José da Tapera/AL. O agricultor também vende para escolas municipais, através do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA). Por exemplo, 22 kg de cebolinha por semana são destinados para esta venda, e o produtor só consegue atender a esta demanda porque possui uma barragem subterrânea em sua propriedade. Por fim, os aspectos referentes ao relacionamento institucional apresentam impacto significativo. O engajamento dos produtores rurais que têm barragens subterrâneas pode ser percebido em suas articulações com ONGs, projetos de extensão universitária, trabalhos acadêmicos, convênio com prefeituras e demais itens que serão vistos em detalhe na seção seguinte deste Relatório.

4.3. Índice de Impacto Socioambiental

Tabela 4.3.1: Análise dos Resultados

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
4,3		4,3

*Tipo 1 - Produtor familiar (pequeno). **Tipo 2 - Produtor patronal (médio e grande, comercial)

A tecnologia apresenta impacto socioambiental agregado de 4,3. Embora este índice possa parecer baixo frente ao valor máximo que pode ser atingido (15 pontos), cabe ressaltar que a maior parte do impacto proporcionado pela tecnologia das barragens subterrâneas é de caráter pontual. No entanto, a disseminação das barragens para as propriedades vizinhas de um mesmo município ou localidade tem potencial para elevar a adoção da tecnologia. Isto deve ocorrer especialmente considerando a abordagem proporcionada pelo projeto de zoneamento das barragens subterrâneas (projeto ZonBarragem) que visa a delimitar as áreas propícias para a construção de barragens subterrâneas no estado de Alagoas.

Como destaques de impacto socioambiental apresentado pela tecnologia da barragem subterrânea, podemos citar o capital social e o relacionamento institucional. O capital social, aqui entendido como um empoderamento dos agricultores em sua vinculação com o território e a apropriação da tecnologia como um mecanismo relevante para a construção dos seus modos de vida é um dos grandes destaques desta avaliação de impactos. A maioria dos agricultores entrevistados é entusiasta da tecnologia e a disseminam constantemente em feiras e eventos diversos, através de suas bem estabelecidas redes de articulação institucional.

Outro item de destaque em relação aos impactos socioambientais é a questão da segurança alimentar. Seja através da venda da produção aos mercados, feiras e escolas municipais, seja através da produção de gêneros alimentícios para consumo familiar, a tecnologia da barragem subterrânea contribui de maneira significativa para possibilitar a convivência com a seca, garantindo alimentos de boa qualidade às famílias agricultoras. É importante ressaltar que a segurança alimentar e a provisão de condições confortáveis de vida no meio rural semiárido brasileiro é um benefício relevante proporcionado pelas barragens subterrâneas, que tem potencial para contribuir para a reversão do êxodo rural. Um dos agricultores entrevistados manifestou que seu filho voltou recentemente de São Paulo porque, do seu ponto de vista, as condições de trabalho oferecidas pela lavoura no semiárido eram mais favoráveis do que aquelas encontradas na maior cidade do país.

Por fim, cabe dizer que a construção das barragens subterrâneas atravessa um momento delicado. A Articulação para o Semiárido Brasileiro (ASA-Brasil), que coordena a implantação de muitas barragens na região, mencionou que os recursos públicos para a ampliação da tecnologia para outras propriedades se tornou bastante escasso nos últimos três anos, de maneira que, da parte

deles, não houve nenhuma nova barragem subterrânea implantada esse ano. Some-se a isso a longa estiagem que a região atravessa.

Dessa forma, ainda que os impactos socioambientais proporcionados pela barragem subterrânea sejam positivos, é necessário estabelecer estratégias para que esses impactos não se deteriorem nos próximos anos.

4.4. Impactos sobre o Emprego

Tabela 4.4.1: Número de empregos gerados (Exemplo – 2009/2018)

Ano	Emprego adicional por unidade de área (A)	Área adicional (B)	Não se aplica	Quantidade de emprego gerado C= (AXB)
2009			x	
2010			x	
2011			x	
2012			x	
2013			x	
2014			x	
2015			x	
2016			x	
2017			x	
2018			X	

Ainda que, pontualmente, o filho do agricultor de São José Tapera tenha retornado de São Paulo para trabalhar na barragem subterrânea da propriedade de seu pai, não é possível afirmar, de maneira consistente, que a tecnologia da barragem subterrânea exerça alguma contribuição significativa na geração de empregos.

5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

5.1. Capacidade relacional

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
1. Diversidade de especialidades	Sim	5,5		5,5
2. Interdisciplinaridade (coautorias)	Sim	5,5		5,5
3. <i>Know-who</i>	Sim	5,5		5,5
4. Grupos de estudo	Sim	4,8		4,8
5. Eventos científicos	Sim	3,8		3,8
6. Adoção metodológica	Sim	7,2		7,2

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

O sucesso da tecnologia de barragem subterrânea no semiárido brasileiro passa por um trabalho interdisciplinar e integrado de pesquisadores, técnicos agropecuários, extensionistas e os próprios agricultores, que compartilham conhecimentos sobre a tecnologia. A tecnologia mobiliza outras

unidades da Embrapa como Embrapa Semiárido e Embrapa Tabuleiros Costeiros, de maneira a integrar alguns membros dessas unidades como parceiros/colaboradores do projeto. Sobre a interdisciplinaridade, a equipe de pesquisa tem avançado em algumas discussões sobre a abordagem de gênero nas barragens, enfatizando o papel das mulheres agricultoras no uso e na disseminação da tecnologia. É importante ressaltar também que, recentemente, as ações do projeto têm se concentrado no estado de Alagoas. Isso permite a integração da tecnologia com o ZAAL (Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas), outra tecnologia da Embrapa Solos, utilizando-o como fonte de informação. Esta integração ocorre no âmbito do projeto dos zoneamentos de locais mais propícios ao desenvolvimento das barragens no estado de Alagoas (ZonBarragem).

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
7. Diversidade	Sim	7,2		7,2
8. Interatividade	Sim	9,3		9,3
9. <i>Know-who</i>	Sim	11,1		11,1
10. Fontes de recursos	Sim	4		4
11. Redes comunitárias	Sim	11,1		11,1
12. Inserção no mercado	Sim	6		6

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

A Embrapa Solos possui muitos interlocutores e possui uma ampla rede de parcerias para o desenvolvimento e acompanhamento das barragens subterrâneas. Destacam-se a Articulação para o Semiárido Brasileiro (ASA-Brasil) e o Centro de Apoio Comunitário de Tapera em União a Senador (Cactus). Como um dos exemplos das redes comunitárias proporcionadas pela tecnologia, ressalte-se a realização de uma roda de conversa na Universidade Estadual de Alagoas (Uneal), no município de Santana do Ipanema, em outubro de 2018. Esta roda de conversa contou com a participação de pessoas da ASA-Brasil, da Cactus, da Secretaria Estadual de Agricultura de Alagoas, da Uneal e de extensionistas, técnicos rurais, e agricultores adotantes de barragens subterrâneas. Por fim, quanto às fontes de recursos, atualmente a maior parte dos recursos associados a essa tecnologia está vinculado ao projeto ZonBarragem. Os recursos do setor público, especialmente do setor federal, dedicados ao desenvolvimento e expansão da tecnologia, vêm constantemente diminuindo ao longo dos últimos anos. Atualmente, o zoneamento de áreas potenciais para a implantação de barragens subterrâneas, o ZonBarragem, está entrando em sua fase final de validação junto às comunidades do sertão alagoano, potencializando as interações da equipe da Embrapa Solos com os produtores rurais.

5.2. Capacidade científica e tecnológica

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
13. Infraestrutura institucional	Sim	9,3		9,3
14. Infraestrutura operacional	Sim	1,6		1,6
15. Instrumental operacional	Sim	1,6		1,6
16. Instrumental bibliográfico	Sim	6,6		6,6
17. Informatização	Sim	1,9		1,9
18. Compartilhamento da infraestrutura	Sim	1,6		1,6

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

As unidades demonstrativas das barragens subterrâneas encontram-se em propriedades rurais particulares, resultado do financiamento governamental ou de instituições não governamentais. É notório perceber que, à medida que percebe seus benefícios, o agricultor se converte em um forte indutor e porta-voz da tecnologia. Em relação ao material bibliográfico, há um livro sobre barragens subterrâneas, publicado pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), com maior ênfase nos aspectos de construção civil, em vez dos agrônômicos. Há também algumas teses na UFCG e um outro trabalho publicado na Universidade Federal do Rio Grande Norte (UFRN), campus Mossoró (Geologia), que são utilizados como recursos bibliográficos no projeto. Contudo, a maior parte do conhecimento sobre barragens subterrâneas do ponto de vista agrônômico está atualmente na Embrapa Solos. A pesquisadora-líder do projeto possui um conhecimento acumulado de mais de vinte anos sobre o tema e tem a intenção de produzir um livro refletindo essa experiência, tanto do ponto de vista dos aspectos técnicos, quanto do ponto de vista das relações com a comunidade.

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
19. Infraestrutura (ampliação)	Não			
20. Instrumental (ampliação)	Sim	1		1
21. Instrumental bibliográfico (aquisição)	Sim	4		4
22. Contratações	Sim	1		1
23. Custeios	Sim	1		1

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

O desenvolvimento de trabalhos em campo para orientar a implantação, acompanhar e validar os parâmetros técnicos da tecnologia demanda muitos recursos para diárias e passagens, que, atualmente, são custeados quase em sua totalidade pelos recursos do projeto de pesquisa da Embrapa Solos (ZonBarragem). No âmbito externo à Embrapa, recursos de programas de políticas públicas regionais/estaduais de captação e armazenamento de uso das águas têm sido direcionados à tecnologia ao longo dos anos, mas estes recursos têm sido menores a cada ano. Atualmente, o projeto não conta com estagiários. O último estagiário foi contratado em 2013 e há expectativa para novas contratações à medida que o projeto avance e tenha novas demandas para pesquisa e atividades de apoio. Como ampliação do instrumental operacional, o projeto de pesquisa proporcionou a compra de uma máquina fotográfica para a Embrapa Solos, que é relevante para a produção de fotos que aumentam a visibilidade da tecnologia. Por fim, não se aplica o item de ampliação da infraestrutura, pois os recursos oriundos de projeto de pesquisa não são destinados a esse fim.

5.3. Capacidade organizacional

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
24. Custos e treinamentos	Sim	11,1		11,1
25. Experimentos, avaliações, ensaios	Sim	7,2		7,2
26. Bancos de dados, plataformas de informação	Sim	2,4		2,4
27. Participação em eventos	Sim	4,4		4,4
28. Organização de eventos	Sim	3		3
29. Adoção de sistemas de gestão	Sim	9		9

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

Um dos maiores benefícios proporcionados pela tecnologia ao longo dos anos têm sido a oferta de cursos, dias de campo à população rural do semiárido brasileiro. Nos últimos anos, a equipe da Embrapa Solos ofereceu cursos e treinamentos para produtores rurais nos municípios de Buíque/PE, São José da Tapera/AL e Santana do Ipanema/AL. Estes cursos são importantes não apenas para os produtores, mas também para a equipe de pesquisa, que adquire novos aprendizados através dos casos estudados. Em termos de participação em eventos, a equipe envolvida com a tecnologia vem participando de eventos técnico-científicos como o Fórum Mundial da Água e o Congresso Mundial de Solos, ocorridos em 2018, e o Workshop Águas do Agro, ocorrido em 2019. Quanto a novos experimentos, é importante mencionar a experiência recente de implantação de uma barragem subterrânea em Cabo Verde, contando com o apoio da estrutura consular do Brasil naquele país. Isto amplia os horizontes da tecnologia e fortalece as redes institucionais da equipe de pesquisa. Por fim, é importante ressaltar o ganho tecnológico que representa a adoção de um novo sistema de gestão territorial das barragens subterrâneas proporcionado pelo projeto de zoneamento das barragens (ZonBarragem). A proposta do ZonBarragem proporcionará aos produtores rurais uma estimativa de aptidão para a localização de suas barragens, o que aumentará a qualidade das mesmas e proporcionará uma melhoria na gestão das novas instalações.

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
30. Cursos e treinamentos	Sim	7,2		7,2
31. Número de participantes	Sim	8,7		8,7
32. Unidades demonstrativas	Sim	11,1		11,1
33. Exposições na mídia/artigos de divulgação	Sim	3		3
34. Projetos de extensão	Sim	3		3
35. Disciplinas de graduação e pós-graduação	Sim	3		3

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

Um dos grandes ativos da tecnologia das barragens subterrâneas são as unidades demonstrativas. Como os produtores rurais beneficiados por barragens acabam por se tornar entusiastas da tecnologia, cada barragem subterrânea acaba por se transformar em uma vitrine tecnológica, um polo irradiador das barragens subterrâneas que a Embrapa Solos utiliza para ministrar cursos e palestras e também para prestar orientações adequadas a respeito dos parâmetros técnicos das mesmas. A barragem subterrânea de São José da Tapera/AL, por exemplo, é costumeiramente utilizada para demonstrações de cursos e dias de campo pela Embrapa Solos e por outras instituições mobilizadas nesta rede de pesquisa (ONGs, secretarias, etc...) Para além das capacitações *in loco*, a Embrapa Solos também ministra cursos em espaços institucionais como forma de transferir a tecnologia. No ano de 2018, a Embrapa Solos realizou cursos na Universidade Federal de Alagoas (UFAL) em Santana do Ipanema. No mesmo ano, houve também uma roda de conversa na Universidade Estadual de Alagoas (Uneal), no mesmo município, contando com a participação de produtores rurais, técnicos agrícolas, extensionistas, ONGs e a Secretaria Estadual de Agricultura de Alagoas. Esta roda de conversa serviu como uma devolutiva à comunidade de alguns avanços ocorridos no projeto durante o ano. Houve também uma aula que a pesquisadora líder do projeto ministrou sobre a tecnologia na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na disciplina sobre manejo de solos no semiárido, para os cursos de geografia e agronomia. Nesta aula, houve uma visita a uma produtora rural em Buíque/PE. Por fim, em relação à exposição em mídia, a mesma está atualmente circunscrita a jornais locais. Foi

mencionada pela pesquisadora líder do projeto ZonBarragem uma reportagem no jornal estadual Gazeta de Alagoas, em 2017. No momento de elaboração deste relatório, a tecnologia é uma das finalistas do Prêmio ODS Brasil, que visa a laurear as iniciativas nacionais que mais contribuem para o atingimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), da ONU. Esse reconhecimento tem potencial para impulsionar, no curto prazo, a divulgação da tecnologia em mídia impressa e digital.

5.4. Produtos de P&D

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
36. Apresentação em congressos	Sim	4,4		4,4
37. Artigos indexados	Sim	1		1
38. Índices de impacto (WoS)	Não			
39. Teses e dissertações	Sim	11,1		11,1
40. Livros/capítulos, boletins, etc.	Sim	6,4		6,4

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

Têm sido apresentados artigos em congresso sobre a tecnologia nos últimos anos, sem, contudo, avançar na publicação em periódicos indexados. Por este motivo, o item sobre índices de impacto não se aplica. Para o ano de 2018, ressalta-se a participação no Congresso Mundial de Solos e, em 2019, a participação no Workshop Águas do Agro.. Em relação a teses e dissertações, entretanto, o cenário é bem mais favorável. A pesquisadora líder da tecnologia orientou trabalhos acadêmicos na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), na Universidade do Estado da Bahia (Uneb), entre outras. O trabalho sobre as barragens subterrâneas também proporcionou contribuições expressivas ao e-book da Embrapa sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) preconizados pela ONU. Por fim, já foram mapeadas algumas lacunas científicas em relação ao desenvolvimento da tecnologia, tais como 1) uso de ferramentas para diagnóstico local de áreas aptas, 2) zoneamentos com escalas regionais com fins de subsidiar políticas públicas, 3) Manejo de recarga de aquíferos pouco profundos, 4) manejo dos solos e da água, e 5) sistemas de produção agrícola. Portanto, a expectativa é que sejam ampliados nos próximos anos a entrega de produtos de P&D.

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

Critérios	Se aplica (Sim/Não)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média Geral
41. Patentes/registros	Não			
42. Variedades/linhagens	Não			
43. Práticas metodológicas	Sim	9		9
44. Produtos tecnológicos	Não			
45. Marcos regulatório	Não			

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

A totalidade dos impactos associados aos produtos tecnológicos se concentra no item sobre práticas metodológicas, em virtude do projeto ZonBarragem. Este projeto se configura como uma nova prática metodológica para o planejamento e implantação de novas barragens no semiárido brasileiro. O item de patentes/registros não se aplica: as barragens não são patenteadas pois se trata de uma tecnologia de domínio público, embora seus parâmetros técnicos mais recentes tenham sido definidos no âmbito da Embrapa. Não se aplica também a parte de novas variedades/linhagens, pois isso não faz parte do escopo da tecnologia. A parte de produtos

tecnológicos também não se aplica, pois os avanços de conhecimento proporcionados pelos projetos em que a tecnologia visaram muito mais as práticas tecnológicas (como manejar, construir e implementar as barragens) do que produtos tecnológicos (novos materiais a utilizar). Por fim, em relação aos marcos regulatórios, o item também não se aplica. Atualmente, o financiamento para barragens subterrâneas encontra algumas dificuldades regulatórias por falta de entendimento dos órgãos financiadores sobre o que seria uma barragem subterrânea. Muitas entidades associam imediatamente o nome barragem aos modelos tradicionais que interrompem o curso dos rios. Tendo por pano de fundo a mesma falta de conhecimento, algumas barragens subterrâneas têm tido problemas com licenciamentos ambientais em MG. No semiárido da região Nordeste, contudo, a instalação de barragens subterrâneas, por se configurarem em uma intervenção muito pontual no terreno, não dependem de licenciamento ambiental. Portanto, pode ser que este item deixe sua condição de 'não se aplica' muito em breve, demandando que a Embrapa Solos se posicione tecnicamente frente aos entes públicos que colocam óbices à expansão da tecnologia.

5.5. Índice de Impacto no desenvolvimento institucional

Tabela 5.2.1: Análise dos resultados

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
5,5		5,5

*Tipo 1 - Especialista (desenvolvedor da tecnologia). **Tipo 2 – Equipe de projeto

A tecnologia tem nos seus aspectos institucionais um de seus grandes ativos. Esta tecnologia contribuiu para o avanço da fronteira do conhecimento no que diz respeito aos aspectos construtivos e de manejo do solo, da água e de cultivos de barragens subterrâneas no semiárido brasileiro, estimulando o aumento no nível de intercâmbio de conhecimentos por meio da realização de oficinas, cursos, palestras e seminários, bem como de publicações de artigos em anais de congresso e de orientações de teses e dissertações. Sobre esse último item, é importante ressaltar que a orientação de trabalhos acadêmicos é um dos elementos de destaque das barragens subterrâneas, com orientações concluídas em diferentes universidades como UFRPE, UFSCAR e Uneb.

A questão dos cursos e treinamentos, à semelhança de anos anteriores, permanece como um elemento importante da tecnologia. Um dos maiores benefícios proporcionados pela tecnologia ao longo dos anos têm sido a oferta de cursos, dias de campo à população rural do semiárido brasileiro. Nos últimos dois anos, a equipe da Embrapa Solos ofereceu cursos e treinamentos para produtores rurais nos municípios de Buíque/PE, São José da Tapera/AL e Santana do Ipanema/AL. Estes cursos são importantes não apenas para os produtores, mas também para a equipe de pesquisa, que adquire novos aprendizados através dos casos estudados.

É importante mencionarmos também a grande capacidade de articulação proporcionada pela tecnologia. Produtores rurais de diferentes estados, ONGs, universidades, secretarias de estado e diversos agentes públicos e privados estão mobilizados em prol da disseminação das barragens subterrâneas por todos o semiárido brasileiro, e também para a sua inserção em outras localidades que apresentam questões de instabilidade hídrica, como o norte fluminense e o arquipélago de Cabo Verde.

Por fim, uma das maiores conquistas recentes do projeto é o ganho tecnológico que representa a adoção de um novo sistema de gestão territorial das barragens subterrâneas proporcionado pelo projeto de zoneamento das barragens (ZonBarragem). Este zoneamento tem por base o

Zoneamento Agroecológico do Estado de Alagoas (ZAAL), também desenvolvido pela Embrapa Solos. A proposta do ZonBarragem proporcionará aos produtores rurais uma estimativa de aptidão para a localização de suas barragens, o que aumentará a qualidade das mesmas e proporcionará uma melhoria na gestão das novas instalações.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia da barragem subterrânea é uma tecnologia de reconhecido sucesso no semiárido brasileiro, ao permitir a conversão de áreas secas e inaptas à atividade agrícola em áreas de produção rural agropecuária para os agricultores familiares do semiárido brasileiro.

Os impactos econômicos foram avaliados sob dois aspectos o incremento de produtividade e expansão de produção, cada hectare com a barragem instalada produziu em média 400 kg de diferentes produtos que geraram ganhos unitários de R\$ 2.940,00. A participação da Embrapa Solos nesta tecnologia é de 60% e os ganhos líquidos somaram de R\$ 1.764,00/ha. A soma dos benefícios econômicos em incremento de produtividade foi de R\$ 2.522.520,00 para 1430 barragens instaladas, no item expansão de produção o benefício foi de R\$ 14.112,00 para 8 barragens construídas em 2019. A Taxa Interna de Retorno - TIR foi de 2,10%, a relação dos Benefícios e Custos B/C foi de 1,19 e o Valor Presente Líquido - VPL negativo para todas as taxas de custo capital. Recomenda-se avaliar a tecnologia sob os diferentes impactos.

Quanto à parte socioambiental, o impacto percebido através do índice 4,3 reflete os benefícios proporcionados pela tecnologia. Vale notar que esse índice sugere que a maior parte dos impactos socioambientais se restringem à propriedade dos beneficiados, sendo de caráter pontual (é comum verificar propriedades em alto estado de degradação e sem produção agrícola contíguas às propriedades estudadas). Uma oportunidade de melhoria para o desenvolvimento da tecnologia seria a busca por iniciativas que proporcionem impactos positivos para a localidade ou para o entorno das barragens.

É possível dizer que, socialmente, a tecnologia é um fator de cidadania para famílias que estariam em processo de risco social caso não fossem beneficiadas pela barragem subterrânea na garantia de sua alimentação. A família é fixada de forma sustentável dentro das regiões estudadas, possibilitando a convivência com o fenômeno sazonal da seca com segurança.

Quanto aos aspectos ambientais, a barragem subterrânea promove uma recuperação de áreas do semiárido que sofreram degradação dos solos, mantendo a umidade e evitando que os nutrientes sejam carregados pelas águas das chuvas. Nas atividades de capacitação na tecnologia, tem-se promovido entre os agricultores maior conscientização ambiental, e a disseminação de uma cultura sustentável de produção, que elimina queimadas, promove o plantio direto e fomenta o uso conservacionista dos recursos naturais.

Em relação à parte institucional, a tecnologia apresenta impactos positivos, apresentando índice de 5,5. Ressaltam-se aqui os aspectos de articulação institucional e de formação de redes, de orientação de trabalhos acadêmicos e, sobretudo, os aspectos de capacitação, que permitem que a tecnologia seja disseminada por entre os produtores e que, a partir dos casos estudados, o conhecimento técnico seja aprimorado por entre os membros da equipe, especialmente considerando as novas perspectivas apresentadas pelo projeto de zoneamento das barragens (ZonBarragem).

Por fim, o atual momento de contingência no uso dos recursos públicos representa um risco real ao desenvolvimento da tecnologia e à sua consequente disseminação e expansão pelo semiárido brasileiro. O ZonBarragem, ao circunscrever as ações de pesquisa recentes ao território de Alagoas, também contribui para uma otimização dos recursos do projeto. Trata-se de um estado pequeno, que faz divisa com Pernambuco, estado no qual se situa a Embrapa Solos UEP-Recife. Isto permite que as viagens sejam mais curtas, otimizando gastos com diárias, passagens e combustível.

7. FONTE DE DADOS

Tabela 7.1: Número de consultas realizadas por município

Municípios	Estado	Produtor Familiar		Produtor Patronal		Total
		Pequeno	Médio	Grande	Comercial	
São José da Tapera	AL	1				1
Senador Rui Palmeira	AL	1				1
Santana do Ipanema	AL	1				1
Total		3				3

Os dados foram coletados em campo com os produtores rurais entre os dias 15 e 19 de outubro de 2018. Foram escolhidos apenas produtores do estado de Alagoas como uma forma de entrar em sintonia com a realidade do projeto ZonBarragem, que se concentra nesse estado. Os três casos escolhidos representam uma barragem muito próspera, uma em estado mediano, e uma terceira que deixou de operar devido a problemas técnicos e climáticos. Acreditamos que essas três barragens sejam representativas das barragens subterrâneas em geral no semiárido brasileiro, considerando suas possibilidades de sucesso. Adicionalmente, recorreu-se a entrevistas realizadas em ciclos de avaliação anteriores com os mesmos agricultores ou com outros (inclusive de outros estados), como forma de cotejar o atual desenvolvimento da tecnologia em relação ao seu passado recente. Para o ciclo de avaliação de 2019, optou-se por usar os mesmos dados coletados no ano anterior, realizando-se os ajustes necessários na parte qualitativa através do aporte de novas informações fornecidas pela pesquisadora responsável pela tecnologia.

Tabela 7.2: Número de consultas realizadas para o desenvolvimento institucional

Instituição	Estado	Município	Função	Total
Embrapa Solos UEP-Recife	PE	Recife	Pesquisador	2
Embrapa Solos UEP-Recife	PE	Recife	Técnico	1
ASA-Brasil	AL	Santana do Ipanema	Extensionista	2
Total				5

Nota: Pode-se acrescentar linhas à Tabela 7.2, caso haja necessidade.

Foi aplicado um questionário por e-mail em setembro/2018, com um pesquisador da Embrapa Solos UEP-Recife. Em outubro/2018, a pesquisadora líder do projeto respondeu ao questionário, juntamente com o técnico da mesma instituição. Atribuiu-se peso de 30% às respostas do primeiro questionário e 70% ao segundo. Os extensionistas da ASA-Brasil não responderam ao questionário, mas forneceram informações auxiliares à construção da parte qualitativa dos dados. Para o ciclo de avaliação de 2019, optou-se por usar os mesmos dados coletados no ano anterior, realizando-se os ajustes necessários na parte qualitativa através do aporte de novas informações fornecidas pela pesquisadora responsável pela tecnologia.

8. BIBLIOGRAFIA

ÁVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. Avaliação dos Impactos de Tecnologias Geradas pela Embrapa: Metodologia de Referência. Brasília: Embrapa, 2008.

DG POLÍTICA REGIONAL. Manual de análise de custos e benefícios dos projetos de investimento. Comissão Europeia, 2003.

FARIA, R. G. de; AMARAL, R. M. Administração Financeira: usando os instrumentos HP – 12C e Excel. Rio de Janeiro: Nova Razão Cultural, 2011.

FERREIRA, G. B. ; COSTA, M. B. da ; SILVA, M. S. L. da ; MOREIRA, M. M. ; GAVA, C. A. T. ; CHAVES, V. C. ; MENDONÇA, C. E. S. . Sustentabilidade de agroecossistemas com barragens subterrâneas no semiárido brasileiro: a percepção dos agricultores na Paraíba. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 6, p. 19-36, 2011.

FORTES, E. de S. Análise de investimentos e tomada de decisão. Rio de Janeiro: Publit, c2006.

JESUS, I. R. D.; SILVA, M. S. L.; DELAIA, C. R.. Impactos sociais das barragens subterrâneas no semiárido brasileiro. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal / RN.

RODRIGUES, G. S.; PIMENTA, S. C.; CASARINI, C. R. A. Ferramentas de avaliação de impactos ambientais e indicadores de sustentabilidade na Embrapa. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. 21 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 105).

RODRIGUES, G. S. Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015. 41 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 99).

SILVA, M. S. L. da; LOPES, Paulo Roberto Coelho ; ANJOS, José Barbosa dos ; SILVA, Aderaldo de Souza ; BRITO, Luiza Teixeira de Lima ; PORTO, Everaldo Rocha . Exploração agrícola em barragens subterrâneas. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 33, n.6, p. 975-980, 1998.

9. EQUIPE RESPONSÁVEL

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

	Membro da equipe	Função
1	Igor Rosa Dias de Jesus	Analista
2	Veramilles Aparecida Faé	Analista
3	Michele Belas Coutinho Pereira	Analista

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

	Colaborador	Instituição
1	Albany Rocha	ASA-Brasil
2	Claudio Ribeiro	ASA-Brasil
3	Maria Sonia Lopes da Silva	Embrapa Solos UEP-Recife
4	João Cordeiro da Fonseca	Embrapa Solos UEP-Recife
5	Flavio Adriano Marques	Embrapa Solos UEP-Recife
6	Edésio Alves	Produtor rural
7	Sebastião Damasceno	Produtor rural
8	Maria Jailma	Produtor rural