

IV-156 - AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE REÚSO DE ÁGUA CINZA DOMÉSTICA PARA AGRICULTURA FAMILIAR EM COMUNIDADES RURAIS DO ESTADO DO CEARÁ

Mônica Teles Barbosa⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Especialista em Gestão e Tecnologias do Saneamento e Mestre em Saúde Pública e Meio Ambiente na área de Gestão e Saneamento Ambiental pela Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ).

Adriana Sotero Martins⁽²⁾

Bióloga pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRO). Mestre e Doutora em Bioquímica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pós-doutora pela Universidade do Porto - Portugal. Pesquisadora Titular em Saúde Pública na Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ).

Francisco José Freire de Araújo⁽³⁾

Biólogo pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre e Doutor em Engenharia Civil na área de Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor da Faculdade Farias Brito (FFB) e da Universidade de Fortaleza (UNIFOR).

Maria José Salles⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Especialista, Mestre e Doutora em Saúde Pública pela FIOCRUZ. Pesquisadora Titular em Saúde Pública na Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ).

Endereço⁽¹⁾: Rua Leopoldo Bulhões, 1480, Prédio ENSP, 5º andar, sala 511, Mangueiras – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 21041-210 - Brasil - Tel: (21) 98261-6469 - E-mail: monicateless@gmail.com

RESUMO

A região semiárida do Brasil sofre historicamente com a escassez hídrica, causada pelas condições climáticas características e acentuada por aspectos como aumento da população, poluição dos mananciais e má gestão da água. O reúso é uma alternativa de uso sustentável do recurso que pode amenizar os impactos gerados pela seca. O Sistema Bioágua Familiar (SBF) é uma tecnologia social de tratamento de água cinza doméstica para irrigação agrícola que trata o efluente por mecanismos físicos e biológicos através dos seguintes componentes: caixa de gordura, filtro biológico de fluxo descendente composto por cinco camadas de matéria orgânica e inorgânica, tanque de armazenamento e sistema de irrigação por gotejamento. No estado do Ceará, os Sistemas foram implantados em três comunidades rurais nos municípios de Cascavel, Piquet Carneiro e Itaitira. Desta forma, este estudo teve como objetivo avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica do uso de treze desses sistemas nas referidas comunidades. O estudo seguiu os passos metodológicos do MESMIS, que utiliza Indicadores de Sustentabilidade para avaliar sistemas de manejo agrícolas. Os dados foram provenientes de aplicação de questionários e de análises laboratoriais de água e solo. Foram selecionados oito Indicadores de Sustentabilidade Compostos: Recursos Hídricos; Qualidade do Solo; Situação de saúde; Trabalho e suas Relações; Situação Econômica; Adaptação; Produtividade; e Autogestão. Ao mensurá-los, sendo 1,00 a nota não desejável e 3,00 a nota tida como ideal, chegou-se aos seguintes resultados, consecutivamente: 2,29; 1,90; 2,28; 2,08; 2,44; 2,44; 2,13; e 2,12. A maioria dos sistemas produtivos apresentou regularidade segundo os Índices de Sustentabilidade Geral (ISG), indicando estarem em um bom estado de sustentabilidade, no caminho para alcançarem o ideal.

PALAVRAS-CHAVE: Água de Reúso, Agroecossistemas, Semiárido, Indicadores.

INTRODUÇÃO

Apenas 30% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para 93% da população, e a região Nordeste, por exemplo, que abriga 28,91% da população, dispõe apenas de 3,3% desse volume (MACHADO, 2003). Portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias para amenizar os impactos gerados pela seca, esta ocasionada pelas condições climáticas ou aspectos como o acréscimo do consumo de água, poluição dos corpos hídricos, desmatamento e má gestão do recurso. Uma alternativa potencial de racionalização desse bem

natural é o reúso de água para utilização em atividades que não requerem a utilização de água potável, como a irrigação agrícola. É importante ressaltar que o déficit hídrico está diretamente relacionado também com a carência de alimentos (BERNARDI, 2003).

A água reutilizada pode ser proveniente de efluentes domésticos ou industriais tratados. E, a aplicabilidade do reúso vai depender, além das necessidades locais, do nível de qualidade da água requerida e da vazão produzida. As diferentes modalidades potenciais de reúso dependem de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais (HESPANHOL, 2008).

A água cinza é o efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária, ou seja, os efluentes gerados pelo uso de chuveiros, banheiras, pias, lavatórios e máquinas ou tanques de lavar roupas (HESPANHOL, 2008). Tais efluentes apresentam baixo teor de matéria orgânica e microrganismos patogênicos, se comparados ao proveniente do vaso sanitário (água negra), e podem ser reutilizados para fins não potáveis, como na irrigação, caso deste estudo. Foi investigado sobre o Sistema Bioágua Familiar (SBF), sistemas de reúso de águas cinzas domésticas para agricultura familiar, sendo uma alternativa para a produção de alimentos e redução da contaminação ambiental nos quintais das famílias agricultoras da região semiárida brasileira (SANTIAGO et al., 2012). No Ceará, os sistemas foram implantados e executados pela Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Estado, com financiamento do Banco Mundial e do Governo do Estado.

A tecnologia dos sistemas consiste em um tratamento físico e biológico da água cinza doméstica. O sistema funciona da seguinte forma: o efluente coletado converge por gravidade em tubulações até a caixa de gordura, que funciona como um pré-tratamento, fazendo a primeira separação sólido-líquido e retirando partículas mais grosseiras e gordura, e depois é direcionada, ainda por gravidade, para o filtro biológico, composto por cinco camadas (húmus com minhocas, raspa de madeira, areia, brita e seixo), onde ocorre o processo de filtragem por mecanismos de impedimento físico e biológico dos resíduos ainda presentes na água cinza, sendo a matéria orgânica biodegradada por uma população de microrganismos e minhocas da espécie *Eisenia foetida* (SANTIAGO et al., 2015). E, por fim, a água é encaminhada para o tanque de reúso, onde é armazenada e bombeada para o sistema de irrigação por gotejamento. A água de reúso tratada é utilizada num sistema fechado de irrigação destinado à produção de hortaliças, frutas, plantas medicinais e outros tipos de alimentos.

O tema deste estudo investiga uma tecnologia social que lida com a água de reúso, alternativa de valoração e uso sustentável da água, sendo muito importante para a região semiárida brasileira, que sofre historicamente e frequentemente com a escassez hídrica e a vulnerabilidade socioambiental.

OBJETIVO

Avaliar a sustentabilidade ambiental e socioeconômica do uso de sistemas de reúso de água cinza doméstica para agricultura familiar implantados em comunidades rurais do estado do Ceará.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caso, no qual foram realizadas coletas e análises de dados secundários e primários, utilizando questionários, medição e observação (GIL, 1991; MINAYO & SANCHES, 1993). Dentre as atividades para coleta de dados, realizou-se análises de dados laboratoriais da qualidade da água de reúso e do solo, irrigado pela mesma, onde são cultivadas as culturas nos quintais produtivos, e aplicou-se questionários estruturados às famílias agricultoras que possuem o sistema e utilizam essa forma de irrigação através da água de reúso.

No total, foram avaliados treze sistemas implantados em quintais produtivos em comunidades rurais do estado do Ceará, sendo eles no distrito de Cristais, no município de Cascavel; na comunidade Aba da Serra, no município de Piquet Carneiro; e no assentamento de Umarizeiras, no município de Itaitira.

Os dados laboratoriais foram disponibilizados pela Secretaria de Desenvolvimento Agrário do estado do Ceará e, para análise dos indicadores, foram utilizados os dados referentes à última campanha de monitoramento,

realizada no mês de maio de 2018. O Indicador de Qualidade da água agrícola foi avaliados segundo normas e legislações vigentes que determinam Valores Máximos Permitidos (VMP) especificamente para reúso agrícola (*Guidelines for water reuse* – USEPA, 2012; Portaria N° 154 - SEMACE, 2002; Resolução N° 75 – CONERH, 2010; Manual PROSAB, 2006).

A seleção e avaliação dos indicadores foi realizada através do Método MESMIS, denominado *Marco para Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad*, uma proposta metodológica que avalia agroecossistemas com uso de Indicadores de Sustentabilidade (MASERA, ASTIER & LÓPEZ-RIDAURA, 2000). Tais autores destacam que alguns atributos básicos são indispensáveis ao estabelecer uma situação de agricultura sustentável, que são: produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autodependência.

Os critérios para avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas devem contemplar as dimensões ambiental, econômica e social, os quais necessitam de um conjunto de indicadores que permitam uma avaliação qualitativa e quantitativa (VERONA, 2008). De forma a alcançar o objetivo proposto, o estudo seguiu as etapas que conduzem o método: 1. Determinação do objeto de estudo; 2. Determinação dos pontos críticos do sistema; 3. Seleção de indicadores estratégicos; 4. Medição dos indicadores; 5. Apresentação e integração dos resultados; 6. Conclusões e recomendações (MASERA, ASTIER & LÓPEZ-RIDAURA, 2000). Foram selecionados oito indicadores compostos, nas três dimensões (ambiental, social e econômica), constituídos por trinta e três diferentes indicadores simples, demonstrados no Quadro 1.

DIMENSÕES	INDICADORES COMPOSTOS	INDICADORES SIMPLES	AVALIAÇÃO
Ambiental	Recursos Hídricos (ISCRH)	Disponibilidade de água doméstica	Questionário 1
		Disponibilidade de água agrícola	Questionário 2
		Qualidade da água agrícola	Laboratório
	Qualidade do Solo (ISCQS)	pH	Laboratório
		Fósforo	Laboratório
		Matéria orgânica	Laboratório
Saturação das bases		Laboratório	
Social	Situação de Saúde (ISCSS)	Estado de saúde	Questionário 1
		Melhoria da saúde	Questionário 2
		Mudança de hábitos alimentares	Questionário 2
		Doenças relacionadas ao saneamento	Questionário 1
	Trabalho e suas relações (ISCTR)	Mão de obra	Questionário 2 e Técnico
		Permanência no campo	Questionário 2
Nível de ocupação		Questionário 2	
Econômica	Situação econômica (ISCSE)	Renda financeira	Questionário 1
		Comercialização	Questionário 2
Social e Ambiental	Adaptação (ISCAD)	Satisfação	Questionário 2
		Consciência ecológica	Técnico e Observação
		Busca de alternativas	Técnico e Observação
		Uso da água agrícola	Questionário 2
		Participação	Questionário Técnico
		Contato com outras famílias	Questionário 2
Ambiental e Econômica	Produtividade (ISCP)	Diversidade vegetal	Questionário 2
		Estado da plantação	Técnico e Observação
		Estabilidade	Questionário 2 Técnico
		Resiliência	Questionário 2 e Técnico
Social e Econômica	Autogestão (ISCAU)	Insumos externos	Questionário 2
		Manutenção dos insumos	Questionário 2
		Geração de resíduos ou desperdício	Questionário 2
		Manutenção dos componentes do sistema	Questionário 2
		Organização	Técnico e Observação
		Dependência técnica	Técnico

Quadro 1: Indicadores de Sustentabilidade selecionados e suas respectivas formas de avaliação.

Para mensurá-los, foram estabelecidas notas que representam os níveis de um ideal de sustentabilidade, onde a nota máxima é 3, tida como situação ideal ou desejável, a nota intermediária é 2, como situação regular, e a nota mínima é 1, como condição não desejada (SOUZA, 2013; VERONA, 2008), sendo possível também o uso de notas intermediárias, isso quando as avaliações não se enquadram especificamente em nenhuma das situações, ou até se enquadram em mais de uma. Assim, os indicadores foram padronizados em escalas, através de parâmetros de avaliação pré-estabelecidos.

A sustentabilidade ambiental e socioeconômica dos agroecossistemas com SBF em estudo foi avaliada a partir de uma comparação transversal, de modo que todos os sistemas foram comparados simultaneamente entre si.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 e a Figura 2 demonstram a atual situação dos agroecossistemas quanto a sustentabilidade socioambiental e econômica, segundo a condição dos indicadores analisados.

Tabela 1: Resultados dos Indicadores Compostos para cada Agroecossistema, assim como os Índices de Sustentabilidade Geral (ISG) e os Indicadores de Sustentabilidade CompostoS Geral (ISCG).

Unidades	Indicadores Compostos								ISG
	ISCRH	ISCQS	ISCSS	ISCTR	ISCSE	ISCAD	ISCP	ISCAU	
CB1	1.78	1.75	2.00	2.00	3.00	2.07	1.85	1.74	2.02
CB2	2.06	1.75	1.75	2.00	3.00	2.62	2.54	2.20	2.24
CB3	2.22	2.50	2.00	1.75	2.00	1.99	1.27	2.07	1.97
CB4	2.94	1.75	2.50	2.00	3.00	2.88	2.58	2.85	2.56
PB1	2.22	2.00	1.50	2.50	2.50	2.60	2.11	1.93	2.17
PB2	2.22	2.00	1.50	2.25	2.50	2.60	1.88	2.33	2.16
PB3	2.22	1.75	3.00	2.00	2.00	2.29	1.60	1.90	2.09
PB4	2.89	2.00	2.25	2.17	2.50	2.33	1.18	1.68	2.12
IB1	2.22	1.75	3.00	1.83	2.50	2.19	2.39	1.98	2.23
IB2	1.78	2.00	2.50	1.75	1.67	2.50	2.67	2.18	2.13
IB3	2.94	2.00	2.50	2.67	2.50	2.71	2.87	2.41	2.57
IB4	2.50	1.75	2.25	2.50	2.67	2.29	2.11	1.98	2.26
IB5	1.72	1.75	2.88	1.67	1.84	2.67	2.68	2.32	2.19
Ótimo	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
ISCG	2.29	1.90	2.28	2.08	2.44	2.44	2.13	2.12	2.21

Foi possível observar que a maioria dos sistemas produtivos apresentou regularidade segundo os Índices de Sustentabilidade Geral (ISG), indicando estarem em um bom estado de sustentabilidade, no caminho para alcançarem o ideal. O importante é que eles consigam permanecer sustentáveis ao longo do tempo, com melhorias contínuas que possam impulsionar a maior aproximação possível do estado ótimo (3,00).

Todas as comunidades contam com abastecimento de água da rede geral, geridas pelo SISAR (Sistema Integrado de Saneamento Rural), e as famílias mostraram ter uma quantidade relativamente suficiente de água para suprir as necessidades básicas, porém há problemas com a frequência de intermitência da rede, algumas chegando a faltar água semanalmente. Fato que afeta diretamente a disponibilidade de água agrícola de reúso, que mostrou ter uma situação deficitária. Isso pode ser explicado também pela pouca quantidade de pessoas residentes em cada casa, que indica a quantidade de efluente produzido. Outro fator que pode ter influenciado é a interação sistêmica entre solo, planta e atmosfera (SILVA & ALCÂNTARA, 2009), pois nessas localidades de clima semiárido, a tendência é que as plantas cultivadas necessitem de um maior aporte hídrico, pelas características edafoclimáticas de altas temperaturas e altas taxas de evapotranspiração ocorridas.

Quanto a qualidade da água de reúso, características como Condutividade Elétrica, Razão de Adsorção Total, Sólidos Suspensos Totais, Sólidos Dissolvidos Totais, Bicarbonatos, Cloretos, Nitrato e Ovos de helmintos

apresentaram nota máxima para todos os sistemas, indicando uma boa condição da água segundo tais parâmetros. Mas é preciso chamar atenção principalmente para a condição para o Sódio, a DBO e a presença de *E. coli*, que, além de serem cruciais para a saúde ambiental e das pessoas, mostraram-se em situação consideravelmente preocupante. O sódio obteve concentração favorável (até 70 mg/L) apenas em três sistemas, enquanto todo o restante obteve nota mínima. A DBO também deu alterada em boa parte dos sistemas, em oito deles, principalmente em Umarizeiras, onde todos apresentaram resultados alterados. Quatro sistemas obtiveram resultados críticos para *E. coli*, comprometendo a qualidade sanitária dessas águas para irrigação, podendo afetar diretamente a saúde dessas pessoas. Embora não receba contribuição da bacia sanitária, a água cinza pode apresentar contaminação proveniente de atividades como limpeza das mãos no lavatório, lavagem de roupas contaminadas ou pelo próprio banho, preparação de alimentos e lavagem de fraldas como potenciais fontes contaminantes (PETERS, 2006; DOMBROSKI et al., 2013).

A maioria das famílias considera que a saúde de seus familiares melhorou após a implantação dos sistemas, além de que houve mudança nos hábitos alimentares, ou seja, introdução de alimentos que não se consumia antes. Muitas vezes, essas famílias não têm condição financeira suficiente para comprar produtos mais diversificados, sendo assim, um impacto positivo muito importante na vida dessas pessoas, influenciando diretamente em sua qualidade de vida e condição de saúde. Esse fato tem relação direta com o segundo Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU), “Fome zero e agricultura sustentável”, que dita sobre o alcance da segurança alimentar e melhoria da nutrição, promovendo a agricultura sustentável.

Todos os treze agroecossistemas são caracterizados como policultivos, forma de produção mais comum em agroecossistemas familiares do semiárido nordestino. Em todos há fruteiras e a grande maioria cultiva hortaliças. Quase todas as famílias produzem feijão e milho em sistema anual de sequeiro, ou seja, só nos períodos chuvosos do ano, mas fora dos sistemas de reúso. Antes dos sistemas de reúso, os agricultores não tinham como produzir em determinados meses do ano diversas culturas que hoje produzem, proporcionando uma maior diversidade como também uma melhor continuidade na produção não dependente apenas da chuva (FERREIRA et al., 2011). A variação dos rendimentos produtivos, que implica na estabilidade do agroecossistema, pode ter relação com pragas, doenças nas plantas e com fatores físicos, como o clima (MASERA, ASTIER & RIADURA, 2000), sendo esse o fator mais comum relatado pelos agricultores, que indicaram ter dificuldade para produzir nos períodos mais secos do ano. Vale frisar que a implantação dos sistemas ocorreram no ano de 2016, em meio a uma estiagem prolongada em que o Nordeste passou, com uma longa sequência de anos secos (2012 – 2017) com baixa pluviosidade, considerada a mais longa da história do país (INMET, 2018).

Ao analisar a situação de cada Indicador Composto, quase todos obtiveram valores gerais acima de 2,00, porém, nenhum conseguiu alcançar a nota de 2,50 (Figura 1).

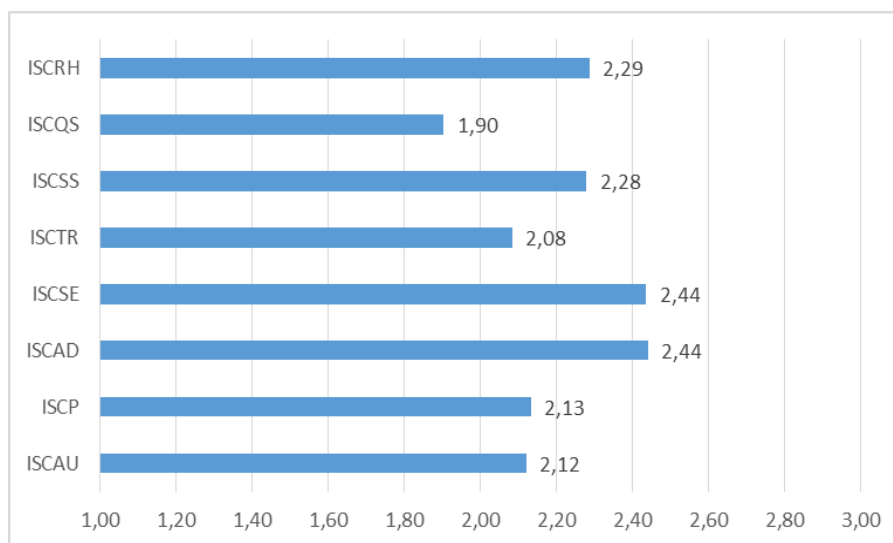


Figura 1: Gráfico com a situação dos Indicadores de Sustentabilidade, com seus valores atribuídos.

Os que apresentaram melhores condições foram a situação econômica assim como o estado adaptativo dessas famílias, os dois com Indicador de Sustentabilidade Composto Geral (ISCG) no valor de 2,44, indicando boa condição de sustentabilidade.

Quanto a Situação Econômica, chama-se atenção para a comercialização. Apesar dos sistemas terem sido implantados com principal intuito de subsistência familiar, seis famílias conseguem comercializar o excedente de suas produções e apenas uma delas já comercializava antes da implantação dos sistemas, mas relatou ter melhorado muito a prática. Então esse foi um impacto bastante positivo na vida da maioria das famílias, que, além de não precisarem comprar diversos alimentos, pois atualmente os cultivam, melhoraram suas situações financeiras com mais uma fonte de renda.

A qualidade do solo irrigado dos agroecossistemas foi analisada segundo características químicas obtidas por análises laboratoriais e teve como nota geral o valor de 1,90, o mais baixo dentre os analisados, indicando que necessita de uma maior atenção. No caso do semiárido, a maioria das terras tem origem no embasamento cristalino do pré-cambriano, apresentando solos rasos, pedregosos e de baixa retenção de água (CAVALCANTE, 2013), podendo ter influenciado o resultado. O indicador de fósforo foi o que obteve pior resultado e requer mais atenção. Souza (2013) também observou tal problema em seu estudo, onde obteve apenas a nota mínima para este indicador em todas as unidades analisadas, seja por falta ou por excesso do componente. No caso deste estudo, as notas baixas se referiram apenas ao excesso, com concentrações muito elevadas de fósforo. Isso pode estar atribuído a presença de sabão na água.

O indicador de matéria orgânica foi o que apresentou melhor resultado dentre os que compõem a qualidade do solo, sendo um bom sinal referente a fertilidade do solo cultivado. A prática de compostagem é um importante fator que influencia nessa condição, além da fertirrigação ocorrida pela água de reúso, rica em nutrientes importantes para adequação do solo para o plantio. Águas residuárias são ricas em nitrogênio, potássio e fósforo (OTENIO, 2015).

A Figura 2 mostra um gráfico radar com a situação dos indicadores por cada comunidade estudada.

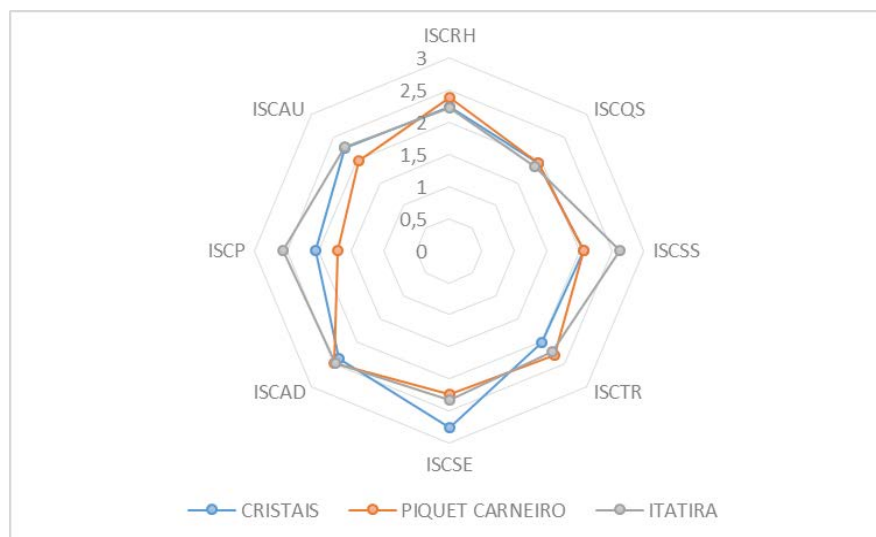


Figura 2: Gráfico radar com Indicadores integrados por localidade.

De forma geral, o assentamento de Umarizeiras, em Itatira, foi o que apresentou mais resultados positivos, com um melhor estado de sustentabilidade, contudo, as três comunidades se encontram em uma situação semelhante, com indicativos de regularidade, mas que podem melhorar.

CONCLUSÃO

Foi observado que, apesar das famílias enfrentarem algumas dificuldades e desafios no tocante ao reúso proveniente dos sistemas, a proposta apresentada atingiu os principais objetivos previstos no início do estudo:

reutilizar a água, que é escassa por diversos motivos; resolver o problema da poluição ambiental pela água cinza; e proporcionar a produção e o cultivo de alimentos para as famílias, promovendo a segurança alimentar dessa parcela da população.

Os aspectos que precisam de maior atenção e que podem se tornar fatores limitantes, segundo os valores obtidos pelos indicadores, são a qualidade dos solos irrigados e o que envolve as atividades de trabalho das famílias, que se torna um desafio, principalmente no tocante a disponibilidade de mão de obra dentro das unidades agrícolas. Os que se encontram em melhores condições são a situação econômica envolvida da dinâmica dos sistemas e o estado adaptativos das famílias, também com toda a nova dinâmica advinda do reúso de água agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERNARDI, C.C. Reúso de água para irrigação. ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL (Monografia). Brasília, 2003.
2. CEARÁ. Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará. Padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Portaria SEMACE nº 154/2002.
3. DOMBROSKI, S. A. G.; SANTIAGO, F. dos S.; JALFIM, F. T.; DIAS, I. C. G. M. Eficiência de tratamento de água cinza pelo bioágua familiar. 7º Encontro Internacional das Águas – Gestão de água: água, meio ambiente e saúde. Universidade Católica de Pernambuco. 15 a 17 de maio, 2013.
4. FERREIRA, G. B. F.; DA SILVA, M. S. L.; DA COSTA, M. B. B.; 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. Ver. Bras. De Agroecologia. 6(1): 19-36. 2011.
5. GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 3. ed. — São Paulo: Atlas. 1991.
6. HESPANHOL, I. Um novo paradigma para a gestão dos recursos hídricos. Estud. av. vol.22 no.63. São Paulo, 2008.
7. INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Seca de 2012 a 2017 no semiárido foi a mais longa na história do Brasil. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2018/03/03/seca-de-2012-a-2017-no-semiarido-foi-a-mais-longa-da-historia.h%E2%80%A6>
8. MACHADO, C.J.S. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios. Ambiente & Sociedade – Vol. VI nº. 2 jul./dez. 2003.
9. MASERA, O., ASTIER, M., LÓPEZ-RIDAURA, S. Sustentabilidad y Manejo De Recursos Naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: GIRA, 2000. 109p.
10. MINAYO, M.C.S., SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: oposição ou complementariedade? Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul-set, 1993.
11. PETERS, M. R. Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial. Madelon Rebelo Peters – Florianópolis, 2006.
12. SANTIAGO, F. S. *et al.* Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reúso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro. Fábio Santiago... [et al.]. – Caraúbas: ATOS, 2015.
13. SANTIAGO, F.S. *et al.* Bioágua Familiar: Reúso de água cinza para produção de alimentos no Semiárido / Fábio dos Santos Santiago... [et al.]. – Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2012.
14. SANTIAGO, F.S. *et al.* Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reúso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro. Fábio Santiago... [et al.]. – Caraúbas: ATOS, 2015.
15. SILVA, D. F.; ALCÂNTARA, C. R. Déficit Hídrico na Região Nordeste: Variabilidade Espaço-Temporal. UNOPAR Cient. Exatas Tecnol., Londrina, v. 8, n. 1, p.45-51, Nov. 2009.
16. SOUZA, R. T. M. Gestão ambiental de agroecossistemas familiares mediante o método MESMIS de avaliação de sustentabilidade. Dissertação – Programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental – UFSC. Florianópolis, 2013.
17. VERONA, L.A.F. Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul. 192p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS – Brasil, 2008.