

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS**

RENAN DANTAS DA NÓBREGA

**VIABILIDADE TÉCNICA-FINANCEIRA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE
CHUVA PARA PRODUÇÃO DE ALFACE-CRESPA (*LACTUCA SATIVA L.*)
NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SÃO GONÇALO - PB**

POMBAL-PB

2019

RENAN DANTAS DA NÓBREGA

VIABILIDADE TÉCNICA-FINANCEIRA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA PRODUÇÃO DE ALFACE-CRESPA (*LACTUCA SATIVA L.*) NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SÃO GONÇALO - PB

Artigo apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Sistemas Agroindustriais PPGSA da Universidade Federal de Campina Grande e Tecnologia Alimentar do curso de Mestrado modalidade profissional, como requisito para obtenção do título de mestre.

Linha de Pesquisa: Gestão e Tecnologia Ambiental em Sistemas Agroindustriais

Orientador: Prof. Dr. Allan Sarmento Vieira

POMBAL-PB

2019

N754v Nóbrega, Renan Dantas da.

Viabilidade técnica-financeira do aproveitamento de água de chuva para a produção de alface-cresca (*Lactuca sativa L.*) no perímetro irrigado de São Gonçalo – PB / Renan Dantas da Nóbrega. – Pombal, 2019.

27 f. : il. color.

Artigo (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Allan Sarmiento Vieira".

Referências.

1. Coleta de águas pluviais. 2. Águas pluviais - Aproveitamento. 3. Cultivo de hortaliças. I. Vieira, Allan Sarmiento. Título.

CDU 628.116.2(043)



Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar



CAMPUS DE POMBAL

“Viabilidade Técnica-Financeira do Aproveitamento de Água de Chuva para Produção de alface -Crespa”

Artigo apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 20 / 05 / 2019

COMISSÃO EXAMINADORA

Allan Sarmiento Vieira
Orientador

Patrício Borges Maracajá
Examinador Interno

Eliezer da Cunha Siqueira
Examinador Externo

POMBAL-PB
2019

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

RUA: JAIRO VIEIRA FEITOSA, 1770 - CEP.: 58840-000 - POMBAL - PB

SECRETARIA DO PPCSA: 3431-4016 COORDENAÇÃO DO PPCSA: 3431-4069



Scanned with
CamScanner

VIABILIDADE TÉCNICA-FINANCEIRADO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA PRODUÇÃO DE ALFACE-CRESPA (*LACTUCA SATIVA L.*) NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SÃO GONÇALO - PB

Renan Dantas da Nóbrega¹; Allan Sarmento Vieira²

RESUMO

O problema da escassez dos recursos hídricos não é mais um problema exclusivo da região do semiárido nordestino, tendo em vista a crise hídrica ocorrida em São Paulo entre 2014 e 2016. Apenas 0,75% da água do planeta estão disponíveis para a população, portanto, a otimização deste recurso é imprescindível para atividade humana. Para tanto, este trabalho visa analisar a viabilidade técnica-financeira do aproveitamento de água de chuva para produção da alface-crespa (*LACTUCA SATIVA L.*), através da coleta da água bruta nas cobertas dos viveiros localizados no campus do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) na cidade de Sousa-PB. Esta cultura é uma das espécies de hortaliças que mais consomem água, e por isto, torna-se imprescindível a utilização, no planejamento, de tecnologias sociais como a capacitação das águas pluviais. A Norma Técnica Brasileira (NBR 15527/2007) apresentam vários métodos para o dimensionamento do reservatório de aproveitamento de águas pluviais. Na unidade de São Gonçalo do campus Sousa do Instituto Federal da Paraíba existe cinco viveiros que apresentam potencial para aproveitamento de água de chuva e também para produção da alface-crespa, tendo em vista esse cenário, esta pesquisa utilizou estes viveiros para verificação da viabilidade do aproveitamento de água de chuva através de indicadores como: *Payback* Simples, *Payback* Descontado, Taxa Mínima de Atratividade, Taxa Interna de Retorno e Valor Presente Líquido, porém, não apresentou os resultados desejados para os parâmetros financeiros analisados, mesmo assim, a área das cobertas dos viveiros proporciona um volume captado suficiente para atender a demanda hídrica para produção da alface-crespa nos viveiros estudados.

Palavras-Chaves: Aproveitamento de água de chuva; Viabilidade técnica-financeira; Alface-Crespa

ABSTRACT

The problem of water scarcity is no longer an exclusive problem for the region of the northeastern semi-arid region, in view of the water crisis that occurred in São Paulo between 2014 and 2016. Only 0.75% of the planet's water is available to the population, so the optimization of this resource is essential for human activity. To this end, this paper aims to analyze the technical and financial feasibility of using rainwater for the production of lettuce (*LACTUCA SATIVA L.*) by collecting raw water from the shelves of nurseries located on the campus of Instituto Federal da Paraíba (IFPB) in the city of Sousa-PB. This crop is one of the vegetable species that consume more water than others, and for this reason, it is essential to use, in planning, social technologies such as the empowerment of rainwater. The Brazilian Technical Standard (NBR 15527/2007) presents several methods for the sizing of the rainwater reservoir. In the São Gonçalo unit of the Sousa campus of the Federal Institute of Paraíba there are five nurseries that have the potential to use rainwater and also to produce lettuce, in view of this scenario, this research used these nurseries to verify the viability of rainwater utilization through indicators such as Simple Payback, Discounted Payback, Minimum Attractiveness Rate, Internal Rate of Return and Net Present Value, however, it did not present the desired results for the financial parameters analyzed, even so, the area of nursery shelters provides a sufficient volume captured to supply the water demand for lettuce production-grows in the studied nurseries.

Keywords: Rainwater utilization; Technical financial feasibility; Curly lettuce

¹Especialista em Segurança do Trabalho (FIJ). Bacharel em Engenharia Civil (UFPB). E-mail: renandnobrega@gmail.com

²Professor e Doutor em Recursos Naturais (UFCG). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG). Graduado em Engenharia Civil (UFPB) E-mail: allan.sarmento@ufcg.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A falta de água potável não é mais uma problemática apenas do semiárido da região nordeste do Brasil, uma vez que a cidade de São Paulo-SP, localizada no sudeste brasileiro, sofreu em meados de 2014 e 2016 uma crise hídrica sem precedentes e por se tratar de uma cidade de grande importância econômica para o país, o tema relativo ao uso eficiente da água obteve maior destaque na mídia. O problema citado é oriundo por diversos fatores como: a poluição das águas, escassez dos recursos hídricos e possivelmente devido às mudanças climáticas, além disto, o desperdício de água (LEMOS, 2009).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006), 97,5% da água do planeta é salgada e sendo somente 2,5% é água doce, porém, a água disponível para os usos múltiplos é de apenas 0,75%, uma vez que o restante, 1,75%, encontra-se em forma de gelo nas calotas polares. Entretanto, a situação da água ainda é mais restritiva, já que apenas 0,0175% das águas potáveis são utilizadas para o consumo humano, ainda ressalta-se que parte desta água não apresenta qualidade para este tipo de uso.

Para Hagemann (2009) O Brasil possuía proximadamente 12% dos recursos hídricos do planeta, no entanto, este recurso natural é mal distribuído em seu território, segundo May (2004) verifica-se que a região Nordeste do Brasil é a que possuía menor quantidade de recursos hídricos, possui apenas 3,3% da água doce do país, todavia, ela contém a segunda maior população do país com aproximadamente 57 milhões de habitantes (IBGE, 2018), logo, o Nordeste e principalmente as cidades do semiárido necessitam da preservação e racionalização dos seus recursos hídricos.

A história mostra que diversas civilizações já utilizaram a água de chuva para diversos fins, e ainda hoje essa tecnologia social pode ser utilizada como uma alternativa para minimizar a pressão dos mananciais de uma região. Segundo Tomaz (2003) existe evidências do aproveitamento de água de chuva no oriente médio em 850 a.C., como também na ilha de Creta aproximadamente 2000 a.C. e em Portugal no ano de 1160. Países desenvolvidos, como a Alemanha, já utilizam as águas pluviais para suprir as necessidades para fins secundários como: de jardins, bacias sanitárias e entre outros que não necessitam de água.

A diminuição das enchentes, conservação dos mananciais e diminuição no consumo de energia e estrutura de captação, adução, tratamento e distribuição de água potável são consideradas como ações e infraestruturas essenciais em qualquer planejamento adequado já que promovem e incentivam o uso racional da água (DIAS, ATHAYDE JÚNIOR e GADELHA, 2007).

Para tanto, o consumo de água em hortaliça como a alface (*Lactuca sativa L.*) varia de 10 a 20 litros por metro quadrado e segundo Trani *et al.* (1992), Pimpini e Enzo (1997) essa cultura, apesar de consumir grandes quantidades de água, não são tolerantes quando ultrapassam seus limites fisiológicos como capacidade de campo, inclusive, o excesso pode gerar doenças provocadas por fungos. Vale destacar que a hortaliça citada é produzida, em sua grande maioria, por pequenos agricultores, como ocorre no Estado de Alagoas (ARAÚJO, 2010), portanto, a economia financeira e a economia da água pode se tornar um dos instrumentos de melhoria social das famílias mais necessitadas.

Na cidade de Sousa, que possui o perímetro irrigado de São Gonçalo, no Estado da Paraíba apresenta uma população de 65.803 habitantes que representa um aumento de 5,08% em relação ao censo anterior, além disto, 76,91% da população recebem até um salário mínimo e apenas 1,98% recebem acima de cinco salários (IBGE, 2010).

Assim, com base nesse cenário apresentado, e sabendo da importância de utilizar tecnologias sociais que têm retornos financeiros e que visam minimizar as pressões dos mananciais é notório que pesquisas nesta temática são necessárias, já que permitem aperfeiçoar ações que controlem o consumo de água, em virtude da crise hídrica vivenciada neste período, em especial no sertão do nordeste brasileiro, que vivencia o problema cíclico da estiagem em diferentes janelas do tempo, motivado pelas características climáticas desta região, e este fator dificulta principalmente a atividade da agricultura. Para tanto, o objetivo principal desta pesquisa é promover uma análise técnica -financeira no setor específico do perímetro irrigado de São Gonçalo, localizado no município de Sousa-PB, considerando o aproveitamento da água de chuva e a cultura da alface.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A Importância da água e o seu uso em hortaliças

A água é um elemento indispensável para sobrevivência da humanidade na terra, uma vez que ela é usada em praticamente tudo, inclusive na dieta alimentar da humanidade, tendo em vista que nosso corpo é composto por mais de 50% de água, além disto, ela também é utilizada para o cozimento de diversos alimentos que estão presentes nas refeições diárias.

O uso da água bruta é regulado, no âmbito da união, pela Agência Nacional de Águas (ANA) que atua nos aspectos da Regulação, Monitoramento, Aplicação da Lei e

Planejamento. No âmbito Estadual existe na Paraíba a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) que exerce, na maioria dos casos, as mesmas atribuições da ANA, porém, com a limitação de atuar principalmente em rios que estão dentro do Estado da Paraíba.

Segundo a ANA (2018), a irrigação é um dos usos que mais utilizam a água dos mananciais superficiais e subterrâneos disponíveis para suprir as necessidades fisiológicas das plantas nas diferentes fases do seu desenvolvimento. Cada cultura necessita de uma quantidade de água específica e é nos períodos de escassez que a irrigação se faz necessária, no entanto, para tornar o processo eficiente e minimizar os desperdícios. Para tanto, esta atividade é importante ter conhecimento necessário do clima da região no qual está instalada a cultura, para assim estabelecer a quantidade de água a ser irrigado, vale salientar que em regiões de escassez rígida, muitas culturas somente se desenvolvem por meio da irrigação, onde esta é responsável pelo maior uso da água no Brasil que representa 46% da retirada dos corpos hídricos, além disto, podendo atingir o valor de 67% quando se diz respeito ao consumo (água que não retorna diretamente).

No entanto, a captação da água de chuva é uma tecnologia social que se apresenta como uma opção para minimizar o consumo de água bruta e que tem como grande vantagem a sua utilização em usos secundários como: recreação de contato primário, irrigação de hortaliças, plantas frutíferas, parques, jardins, campos de esportes e lazer, desde que ocorra o descarte de uma lâmina de 2mm da chuva inicialmente após coletada na área de captação (HAGEMANN, 2009).

Brito *et al.* (2010) afirmam que em meados dos anos 80 as cisternas foram destinadas para o aproveitamento de águas pluviais e tinham como finalidade o consumo humano. Após o sucesso do programa de governo para produção de cisternas, esta tem sido utilizada, também, para produção de hortaliças por meio de cisterna de produção (P1+2), onde este reservatório é dimensionado e executado com as mesmas técnicas construtivas da convencional (cisterna para consumo humano), entretanto, sua capacidade de armazenagem chega a 52m³ e sua área de captação pode abranger os telhados das edificações como também pisos cimentados com o propósito de aumentar a área de captação das precipitações. O uso de água de chuva em cisternas para produção de alimentos apresenta uma solução efetiva na área de tecnologia social.

Segundo Andrade Filho *et al.* (2010) a cultura do alface exige mais área e uma demanda maior de água que outras hortaliças como beterraba, cenoura, espinafre, repolho, rúcula, entre outras.

2.2. O Aproveitamento de Água de Chuva

O aproveitamento da água de chuva, devido a sua relevância, foi incluído no Art. 2º da Lei no 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, esta inserção ocorreu através da Lei nº 13.501 de 30 de outubro de 2017 que acrescentou como objetivo a promoção, a captação, a preservação e o aproveitamento da água de chuva. O aproveitamento dessa água é, normalmente, coletado através das cobertas das edificações que por sua vez percorre para caixas de água de uso não potável, porém, hoje existem tecnologias para destinar esse recurso hídrico no uso potável. Os itens mais comuns no sistema de coleta das águas pluviais citadas são: calhas, tubulações de PVC, conexões de PVC, filtro para retenção de materiais grosseiro e reservatório. (SILVA, 2006).

O dimensionamento do sistema de águas pluviais tem como base a demanda necessária, este parâmetro, quando bem dimensionado resulta em um reservatório com volume suficiente para infraestrutura desejada. Segundo Tomaz (2000) o aproveitamento da água da chuva, torna-se mais viável quando existe um grande consumo de água não potável. As produções de hortaliças consomem grandes quantidades de água para irrigação, praticamente, todo o ano e por isto, torna-se um caso de potencial uso do recurso hídrico citado.

Segundo Jalfim (2001) algumas famílias, que trabalham na agricultura, já adotam com sucesso o aproveitamento de água de chuva através da construção de um piso cimentado de 100 m² (cisternas calçadão), com isto, um inverno com precipitação pluviométrica de 200 mm vai gerar tranquilamente um acúmulo de 16.000 litros de água não potável, e esta pode ser destinado à irrigação. A acumulação da água é realizada por meio de reservatórios e estes são calculados com base em dados como séries históricas das chuvas, demanda a ser atendida, área de captação, coeficiente de escoamento superficial e eficiência requerida (HAGEMANN, 2009).

Na produção de alface fresca, pela irrigação subsuperficial, pode ocorrer economia de até 50% no uso da água, por outro lado, o uso de lâmina de água equivalente a 25% da evapotranspiração de referência não é recomendado para produção de Alface-Crespa na cidade de Sousa-PB, enquanto isto, a lâmina de 75% da evapotranspiração apresenta melhores rendimentos dentre outras lâminas estudadas (SIQUEIRARES *et al*, 2019).

A Norma Técnica Brasileira (NBR 15527/07) apresenta vários métodos que podem ser utilizados para o dimensionamento do reservatório das águas pluviais, onde, nesse trabalho foi utilizado o método de Azevedo Neto que calcula o volume do reservatório de água pluvial

através de uma expressão matemática e o método de *Rippl* que calcula o volume do reservatório com base na diferença entre a demanda hídrica e volume aproveitável.

3. METODOLOGIA

3.1. Desenvolvimento da Pesquisa

Esta pesquisa possui características exploratória e descritiva (MATTAR *et al*, 2014) com abordagem quantitativa, por fim, salienta-se que a pesquisa será realizada por meio do método dedutivo. E também se utilizou de pesquisa bibliográfica e estudo de campo já que são necessários para entender parâmetros básicos dos sistemas de captação e a infraestrutura já disponível como: consumo de água e os tipos de estruturas que se utilizam para produção de Alface-Crespa (*Lactuca sativa L.*). A estrutura da produção tem, como um dos propósitos, viabilizarem a coleta da água da chuva, além disto, foram consultadas as cobranças da água realizada pelo Departamento de Água, Esgoto e Saneamento Ambiental (DAESA) ao Instituto Federal de Educação da Paraíba (IFPB), e com esses dados deu-se prosseguimento ao estudo de viabilidade técnica-financeira.

3.2. Coleta de Dados

Os dados pluviométricos foram coletados da Agência Nacional de Águas (ANA) que contempla a série histórica da intensidade pluviométrica, já em relação à evapotranspiração, os dados foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ambos os dados são do posto localizado no perímetro irrigado de São Gonçalo no sertão paraibano.

O valor da evapotranspiração foi calculado pelas médias mensais, do período de 2009 a 2018, dos dados apresentados pelo INMET e obtiveram-se os resultados da Tabela 01. A partir destas médias se obteve a demanda hídrica da Alface-Crespa (*Lactuca sativa L.*) que foi calculada como 75% da evapotranspiração, cujos valores podem ser visualizados na Tabela 01.

Tabela 01 - Evapotranspiração média e demanda hídrica média para os meses do ano.

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Evapotranspiração média(m)	135,4	122,8	89,9	107,4	119,4	120,3	109,0	124,7	138,6	134,7	152,8	162,0

m/m ²)												
Demanda Hídrica média (mm/m ²)	101,5	92,1	67,5	80,5	89,6	90,2	81,7	93,5	104,0	101,0	114,6	121,5

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2019).

Os valores utilizados de precipitação foram obtidos através das médias mensais no período de 1941 a 1985, entretanto, para os métodos estudados foram necessários sua visualização pela média anual que apresentou o valor de 901,81 mm/m² e também pela média mensal, conforme ilustrada na Tabela 02.

O orçamento dos reservatórios foi elaborado com base nos preços dos serviços da Tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) do mês de fevereiro do ano de 2019 que é o parâmetro mais atual.

Tabela 02 - Precipitação média para os meses do ano.

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Precipitação média (mm/m ²)	94,3	179,6	249,9	176,2	69,21	34,51	16,16	5,8	4,7	11,8	18,4	42,0

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019).

O estudo foi realizado por meios de investigação em pesquisa bibliográfica, caracterizada como um estudo teórico, que teve por objetivo conseguir informações sobre o tema em questão. As principais fontes de informações foram os sites de órgão gestores das águas e a bibliografia especializada como artigos, teses e livros sobre o tema.

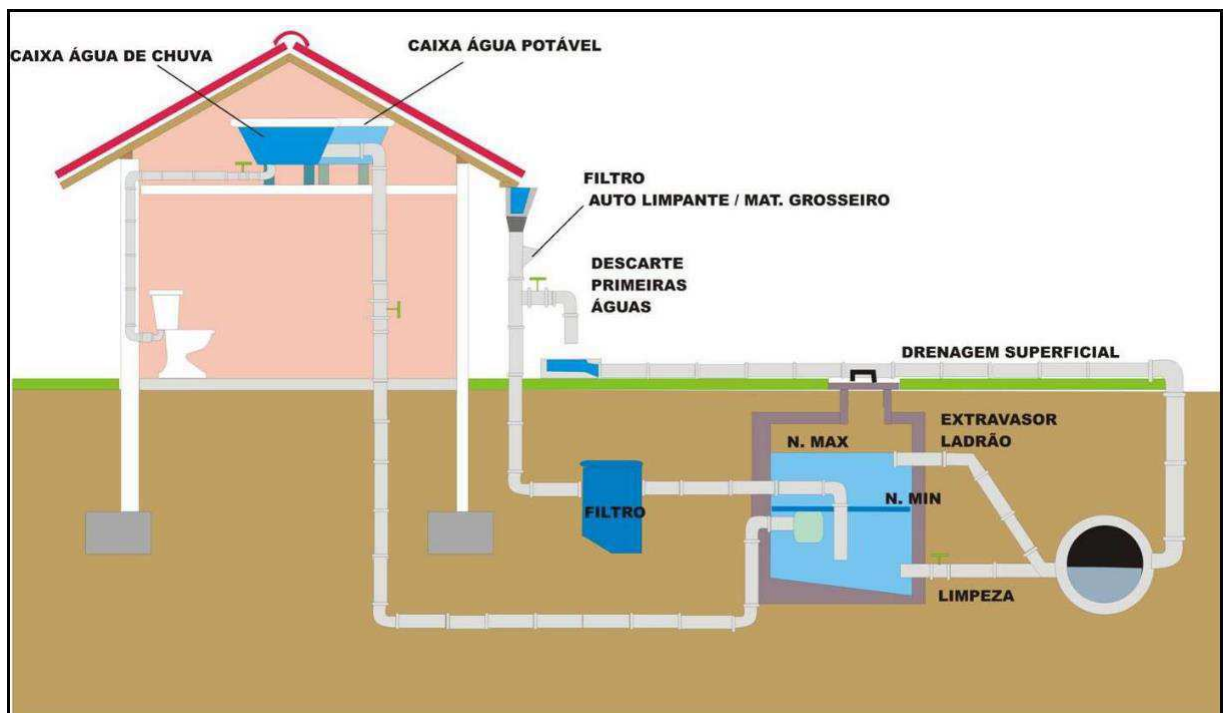
3.3. Captação da água de chuva e área de estudo

Para o dimensionamento das tubulações e conexões, do sistema de captação idealizado, é importante respeitar as normas brasileiras NBR 5626/98 e NBR 10844/89. O aproveitamento da água de chuva em edificações segundo Hagemann (2009) apresenta a seguinte metodologia: 1. Determinação da precipitação média; 2. Determinação da área de coleta; 3. Determinação do coeficiente de escoamento; 4. Projeto de sistemas complementares (filtros, entre outros); 5. Projeto de reservatório de descarte; 6. Escolha do tratamento

necessário; 7. Projeto de cisterna; 8. Caracterização da qualidade da água pluvial; e 9. Identificação dos usos da água (demanda e qualidade). Entretanto, como o foco deste trabalho é o aproveitamento para fins não-potáveis em hortaliças, praticamente torna-se desnecessários os itens 6, 8 e 9 supracitados.

A Figura 01 mostra um sistema de aproveitamento de águas pluviais em uma residência, na área estudada, a captação será em ambientes protegidos que geralmente são construídas para proteger de determinadas peculiaridades climáticas das regiões, que podem ser chamadas de viveiros, e estão fixados no campus do IFPB da cidade de Sousa/PB, notadamente na unidade do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, os viveiros são do tipo "Teto em Arco" que é semelhante ao modelo indicado de construção na região nordeste do Brasil (EMBRAPA, 2005).

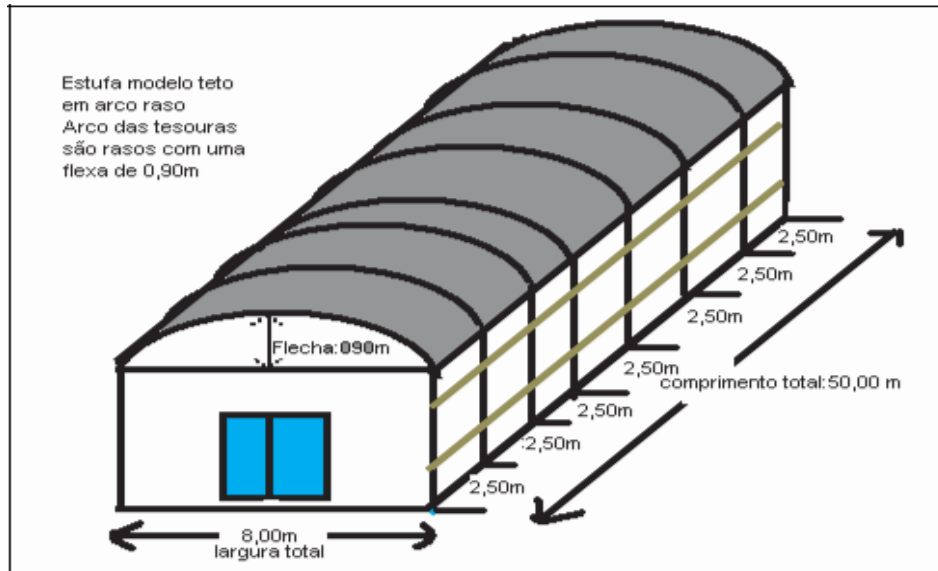
Figura 01– Exemplo de sistema de aproveitamento de água de chuva.



Fonte: Tubolar Meio Ambiente (2018).

A Figura 02 ilustra o modelo que se recomenda para área de estudo.

Figura 02– Ambiente protegido tipo "Teto em Arco".



Fonte: Circular técnica - Construção de estufas para produção de hortaliças(2005).

O reservatório de armazenagem da água pode ser elaborado com diversos materiais, porém, escolhe-se o mais econômico, já que muitas vezes o custo elevado dos reservatórios acarreta na inviabilidade do aproveitamento da água pluvial (HAGEMANN, 2009). No estudo realizado foi preterido o reservatório com estrutura de pilares, cintas, alvenaria, chapisco, reboco, contra-piso e impermeabilização, pois foi constatado como mais econômico com base no orçamento elaborado.

A Tabela 03 mostra as dimensões de cada reservatório, onde os viveiros 2 e 3 compartilham do mesmo reservatório e os viveiros 1, 4 e 5 possuem reservatórios exclusivos, todos os reservatórios possuem altura de 1,20 m, além disto, a Tabela 03 mostra as dimensões dos viveiros.

A Figura 03 (cinco) mostra a localização dos viveiros no campus do IFPB de Sousa – unidade de São Gonçalo.

Figura 03–Localização dos viveiros.



Fonte: Google Maps (2017).

Na Tabela 03 se tem na coluna do “Dim. Viveiros (m)” as dimensões do viveiro existente no campus do IFPB, onde o primeiro valor numérico representa o comprimento e o segundo valor numérico representa a largura, por exemplo, o Viveiro 01 possui 9,70 metros de comprimento e 6,70 metros de largura. As colunas “Método Azevedo Neto (m)” e “Método de Rippl (m)” representam as dimensões do reservatório destinado ao armazenamento das águas pluviais coletadas na cobertura dos viveiros. Nessas colunas, temos os valores de comprimento e largura do reservatório, este possui largura de 4,50 metros para todos os casos e a segunda dimensão trata-se do comprimento. A altura e largura dos reservatórios foram fixadas, em 1,20 metros e 4,50 metros respectivamente, para evitar uma estrutura mais robusta com a construção de vigas e pilares a mais.

Tabela 03–Dimensões dos reservatórios.

	Dim. Viveiros (m)	Método Azevedo Neto (m)	Método de Rippl (m)
Viveiro 01	9,70 x 6,70	4,50 x 4,50	4,50 x 3,75
Viveiro 02 e 03	(02) 37,78 x 11,79 e (03) 12,00 x 12,00	4,50 x 40,00	4,50 x 36,00
Viveiro 04	39,00 x 24,30	4,50 x 63,80	4,50 x 53,15
Viveiro 05	50,00 x 8,00	4,50 x 27,60	4,50 x 21,80

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

O volume dos reservatórios foi calculado conforme a demanda. A NBR 15527/07 apresenta vários métodos para o dimensionamento do reservatório e para este caso foi escolhido os métodos de Azevedo Neto que é calculado conforme a Equação 1e o de Rippl que é calculado conforme as Equações 2, 3 e 4.

$$V=0,042.P.A.T \quad (1)$$

Onde:

V = Volume de água do reservatório (L); T = Quantidade meses de pouca chuva;
A = Projeção da área de coleta (m²); P = Precipitação média anual (mm).

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (2)$$

$$Q_{(t)} = C \cdot \text{precipitação da chuva}_{(t)} \cdot \text{área de captação} \quad (3)$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0 \quad (4)$$

Sendo que a norma NBR 15527 estabelece a condicionante abaixo: $\sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$ (5)

Onde:

$S_{(t)}$ = Volume de água do reservatório no tempo t; $Q_{(t)}$ = Volume de chuva aproveitável no tempo t; $D_{(t)}$ = Demanda ou consumo no tempo t; V = Volume do reservatório; C = Coeficiente do escoamento superficial.

$$V = P.A.T \cdot \eta_{\text{cã}} \quad (6)$$

Onde:

V = Volume de água de chuva aproveitável anual, mensal ou diário (L); P = Precipitação média anual, mensal ou diária; A = Projeção da área de coleta (m²); C = Coeficiente do escoamento superficial; $\eta_{\text{cã}}$ = Eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte e desvio do escoamento superficial.

3.4. Análise da viabilidade

Na análise da viabilidade através do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Taxa Mínima de Atratividade (TMA), *Payback* Simples (PBS) e *Payback* Descontado (PBD) foram considerados dois projetos, onde o primeiro presume o investimento na construção de infraestrutura com calhas, tubulações de PVC, conexões de PVC, filtro e reservatório para o sistema de captação de água de chuva, enquanto a segunda opção mantém o projeto convencional que utiliza a água potável da concessionária DAESA, e com isto, o valor que seria destinado ao sistema de aproveitamento de água de chuva passaria a ser aplicado em algum investimento que apresente rendimentos iguais à taxa Selic pelo período da vida útil do projeto de captação que foi definido em 10 anos. A Selic é a taxa básica de juros da economia brasileiras, segundo o Banco Central do Brasil (2019), ela influencia a taxa de empréstimos, dos financiamentos, das aplicações financeiras entre outras.

Para calcular, os valores do VPL, TIR, TMA, PBS e PBD, que são parâmetros que ajudam avaliar um projeto de investimento, são consideradas as equações a seguir:

$$VPL = \sum_{k=1}^n \frac{PMT_k}{(1+i)^k} - PV \quad (7)$$

Onde:

VPL = Valor presente líquido; PMT_k = São os fluxos esperados de entrada de caixa no período k ($1 \leq k \leq n$); i = Taxa de atratividade; PV = Investimento ou saída do caixa.

$$VP_{FC} = \frac{PMT_1}{(1+i)^1} + \frac{PMT_2}{(1+i)^2} + \frac{PMT_{n-1}}{(1+i)^{n-1}} + \frac{PMT_n}{(1+i)^n} - SC_0 \quad (8)$$

Onde:

VP_{FC} = Valor presente de um fluxo de caixa; $PMT_{1,2,\dots, n-1,n}$ = Entrada de caixa; TIR = i = Taxa interna de retorno; SC_0 = Saída de caixa inicial ou investimento inicial.

$$PBS = \sum_{j=1}^t \frac{SCT}{ECT} - SCT \quad (9)$$

Onde:

PBS = *Payback* simples; SCT = Soma do custo total do investimento; i = Taxa de retorno; t = Períodos de entrada;

$$PBD = I + \sum_{j=1}^t \frac{(R_j - C_j)}{(1+i)^j} ; 1 \leq t \leq n \quad (10)$$

Onde:

PBD = Valor presente do capital cumulativo até o instante t; I = Investimento inicial; R_j = Receita proveniente do ano j; C_j = Custo proveniente do ano j; i = Taxa de juros utilizada; j = índice genérico que representa os períodos de 1 a t.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo iniciou-se pelo cálculo das áreas que foram utilizadas, com isto, obteve-se o volume anual aproveitável da água de chuva, tanto para o método de Azevedo Neto quanto pelo método de *Rippl*, conforme a Tabela 04. Ambos os métodos de cálculo apresentam valores de volume aproveitável bem próximo para todos os viveiros, uma vez que as diferenças destes volumes são inferiores a 0,3 m³ e a diferença percentual entre eles é menor que 0,1%, como pode ser visto na Tabela 04.

Tabela 04–Volume anual aproveitável.

Método	Volume anual aproveitável (m ³)			
	Viveiro 01	Viveiro 02 e Viveiro 03	Viveiro 04	Viveiro 05
Azevedo Neto	52,75	478,40	769,18	332,77
Rippl	52,73	478,27	768,97	332,68
Diferença (m ³)	0,02	0,13	0,21	0,09
Diferença (%)	0,0379	0,0272	0,0273	0,0270

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Com base nas Equações 1 e 4 foi calculado o volume dos reservatórios para os dois métodos utilizados, os valores apresentados mostram uma diferença significativa, como pode ser visto nas reduções de 25% para o caso do viveiro 01, de 9,50 % para o viveiro 02 e 03, de 16,72% para o viveiro 04 e de 20,97% para o viveiro 05. Vale salientar que o volume do reservatório calculado pelo método de *Rippl*, apresenta, neste caso, volume menor para todos os viveiros, conforme mostra a Tabela 05.

Tabela 05 – Volume do reservatório de aproveitamento de água de chuva.

Método	Volume do reservatório (m ³)			
	Viveiro 01	Viveiro 02 e Viveiro 03	Viveiro 04	Viveiro 05
Azevedo Neto	20	179	287	124
Rippl	15	162	239	98
Diferença (m ³)	5	17	48	26
Diferença (%)	25,00	9,50	16,72	20,97

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Vale destacar que o volume apresentado pelo método de Azevedo Neto é a pura aplicação matemática da Equação 1, enquanto o método de *Rippl* possibilita uma análise extra neste estudo, em razão de permitir observar os meses onde a demanda é superior a vazão de água chuva coletada pela cobertura e vice-versa. Pode-se observar na Tabela 06 que os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio possuem valores negativos, isto significa que, em média, o volume de água pluvial coletado pela cobertura do viveiro é superior ao volume referente a demanda hídrica da Alface-Crespa (*LACTUCA SATIVA L.*), este fato é verificado em todos os viveiros. Além disto, percebe-se que a reserva citada é superior ao quantitativo dos meses subsequentes. Por exemplo, o Viveiro 1 apresenta saldo superior a 31 m³ que trata da soma dos volumes entre janeiro e maio, enquanto a soma dos volumes entre os meses de junho a dezembro é próximo de 15 m³.

Os valores negativos da Tabela 06 mostram que os volumes coletados pela cobertura dos viveiros foram superiores a demanda hídrica do mês, isto para a produção da Alface-Crespa, por outro lado, quando os valores apresentados são positivos, isto significa que a demanda hídrica apresentou volume superior ao coletado pelo sistema de captação de água pluvial do viveiro. Outro ponto a ser observado é o somatório que é descrito na última linha

da tabela 06, pois quando seus valores são negativos, comprova-se a condicionante estabelecida pelo método de *Rippl* que é o somatório das demandas mensais é menor que o somatório dos volumes mensais coletados pelas cobertas dos viveiros. Ainda a respeito das informações da Tabela 06, é possível afirmar que, em média, os meses de fevereiro, março e abril são os que apresentam maiores diferenças entre os volumes de chuva e a demanda hídrica, fato este que vem a corroborar o apresentado na Tabela 03 que trata da média de precipitação mensal.

Tabela 06 – Diferença entre demanda e vazão para dimensionamento do reservatório pelo método de *Rippl*.

Viveiro	Viveiro 1(litros)	Viveiro 2 (litros)	Viveiro 3 (litros)	Viveiro 4 (litros)	Viveiro 5 (litros)
Mês					
Janeiro	-2.263,42	-12.397,97	-4.091,40	-29.617,40	-13.667,56
Fevereiro	-7.558,50	-48.979,93	-15.909,96	-107.147,48	-47.129,49
Março	-12.402,77	-82.937,07	-26.867,52	-178.609,42	-77.838,66
Abril	-7.730,30	-50.512,17	-16.395,82	-110.038,55	-48.282,94
Maio	-1.181,60	-5.350,39	-1.803,22	-14.241,29	-6.914,81
Junho	867,48	8.712,26	2.742,50	15.659,14	6.015,79
Julho	1.669,83	13.951,67	4.443,26	27.076,65	11.026,55
Agosto	2.655,31	21.068,13	6.734,21	41.841,09	17.314,72
Setembro	3.051,73	24.105,21	7.707,48	47.969,98	19.878,46
Outubro	2.544,33	20.536,45	6.556,20	40.471,82	16.659,55
Novembro	2.588,97	21.259,78	6.778,87	41.576,75	17.023,11
Dezembro	1.429,25	13.522,23	4.271,81	24.894,88	9.748,23
Somatório	-16.329,71	-77.021,81	-25.833,58	-72.880,00	-96.167,04

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Vale salientar que o Viveiro 2 e Viveiro 3, devido a sua proximidade, derivam a água de chuva para um único reservatório, abaixo, na tabela 07, segue os valores orçados para os dois métodos, onde o método de *Rippl* apresenta custo menor por apresentar reservatório menor.

Tabela 07—Orçamento dos reservatórios.

Método	Orçamento dos reservatórios (R\$)			
	Viveiro 01	Viveiro 02 e Viveiro 03	Viveiro 04	Viveiro 05
Azevedo Neto	6.523,50	33.250,26	55.092,63	29.195,03

Rippl	5.670,18	29.994,74	47.122,14	24.938,06
-------	----------	-----------	-----------	-----------

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

A demanda de água é a mesma para os dois métodos, já que foi calculada com base na evapotranspiração, conforme já ilustrado na Tabela 01, e na área de irrigação. O coeficiente de Runoff considerado foi de 0,90 tendo em vista que a cobertura é de material plástico. Com base nestes dados, atingiu-se os valores da Tabela 08 que se refere a demanda hídrica do Alface-Crespa (LACTUCA SATIVA L.).

Com base no preço coletado através de tarifas de energia do campus de Sousa do IFPB, conseguiu-se o valor de 4,86 R\$/m³, este é cobrado para o consumo acima de 10 m³, fato este que se aplica ao caso em estudo, uma vez que as cobranças realizadas pela DAESA, em três contas, apresentam média de consumo de 38 m³, 152 m³ e 683 m³. A Tabela 08 mostra a economia anual de água, baseado na demanda hídrica da alface e em consequência da substituição pela água de chuva. Vale ressaltar que a economia é a mesma para os dois métodos.

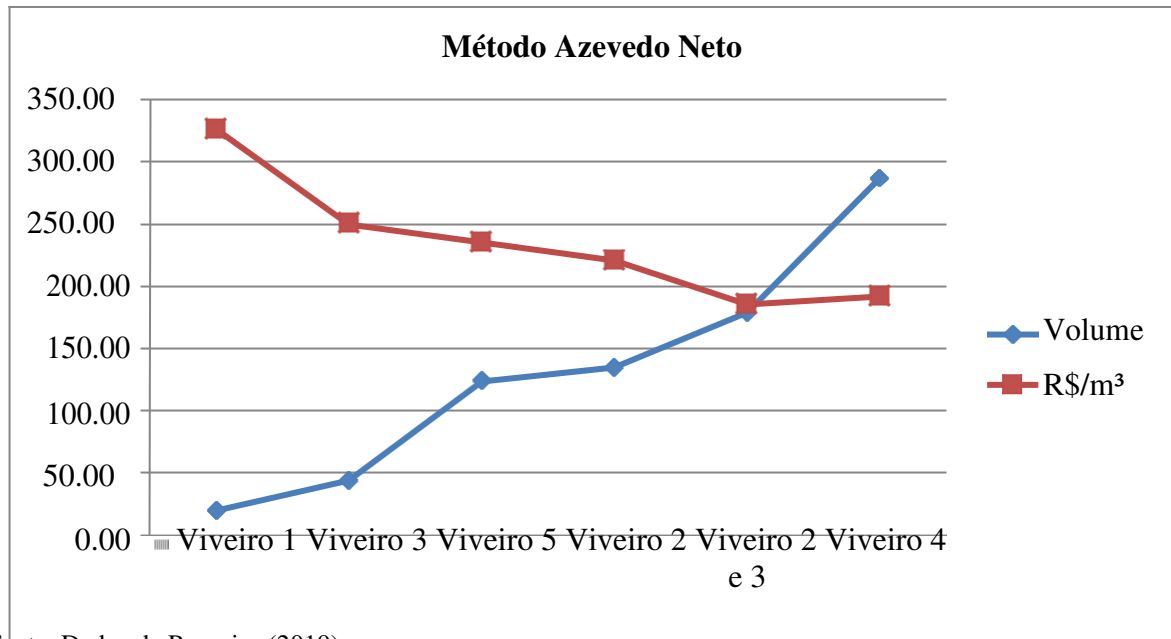
Tabela 08 – Demanda da Alface-Crespa e área de irrigação.

Dados	Viveiro 01	Viveiro 02	Viveiro 03	Viveiro 04	Viveiro 05
Área de irrigação (m ²)	32,00	250,00	80,00	500,00	207,90
Demanda (l)	36.403,44	284.401,88	91.008,60	568.803,75	236.508,60
Economia Anual (R\$)	174,96	1.380,24	442,26	2.765,34	1.151,82

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

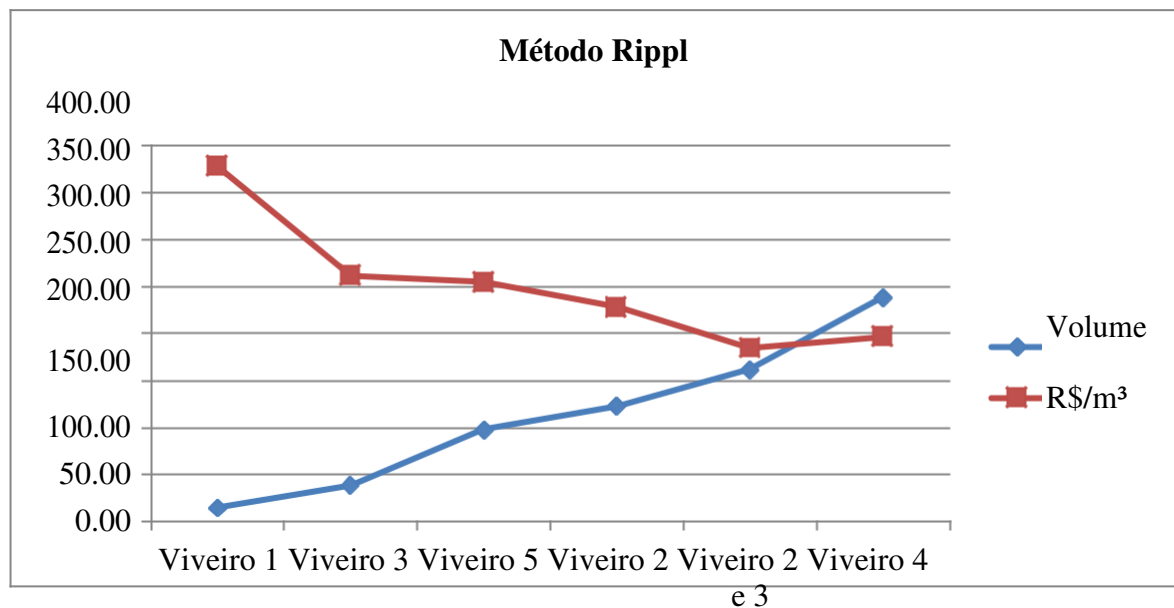
Com base no orçamento calculado, fica perceptível, para os dois métodos, que o aumento do volume do reservatório acarreta em menor custo por unidade de volume, conforme ilustra as Figuras 04 e 05. Entretanto, o caso do Viveiro 2 e 3 apresenta particularidade pela junção do reservatório, onde isto acarretou uma economia significativa que é confirmada nos gráficos das Figura 04 e Figura 05 por se tornar o ponto de menor custo por unidade de volume.

Figura 04– Comparativo de volume por R\$/m³ pelo método Azevedo Neto.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Figura 05–Comparativo de volume por R\$/m³ pelo método Rippl.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

O retorno financeiro do investimento, pela ótica do *Payback* Simples (PBS), na aplicação do aproveitamento de água de chuva para a produção da Alface-Crespa (*LACTUCA SATIVA L.*) só ocorre após o período do projeto (10 anos), conforme ilustra a Tabela 09, nela verifica-se que o retorno financeiro de menor tempo é de 16,46 anos no caso do Viveiro 02 e Viveiro 03 com dimensionamento através do método de Rippl, já o retorno

financeiro de maior tempo é de 37,29 anos no caso do Viveiro 01 dimensionado pelo método de Azevedo Neto. Na ótica do *Payback* Descontado (PBD) observou-se que o retorno financeiro nunca acontece isso significa que o valor do investimento, que seria aplicado no aproveitamento de água de chuva, apresenta melhor rentabilidade quando aplicado em investimentos que rendem, no mínimo, valores iguais ao da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que no estudo em caso é a taxa Selic, cujo valor, hoje, é de 6,5%. Este fato do PBD não apresentar retorno foi constatado para os dois métodos utilizados, no dimensionamento do sistema de captação pluvial em estudo, como mostra a Tabela 09.

Tabela 09–Retorno do investimento em anos segundo PBS e PBD.

Método		Retorno do investimento (anos)			
		Viveiro 01	Viveiro 02 e Viveiro 03	Viveiro 04	Viveiro 05
PBS	Azevedo Neto	37,29	18,24	19,92	25,35
	Rippl	32,41	16,46	17,04	21,65
PBD	Azevedo Neto	Não recupera	Não recupera	Não recupera	Não recupera
	Rippl	Não recupera	Não recupera	Não recupera	Não recupera

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

No período de projeto, foi calculado o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) que apresentaram valores negativos para todos os cenários estudados, isto vem a corroborar o já indicado pelo PBD, ou seja, o investimento não é atrativo. Assim como no ocorrido na análise do PBS, os valores obtidos pelo dimensionamento do método de Rippl apresentam resultados melhores quando comparado ao método Azevedo Neto, porém, não suficientes para caracterizar a viabilidade pelos indicadores VPL e TIR.

A Tabela 10 mostra os dados abordados e pode-se verificar que o maior VPL foi obtido no Viveiro 01 com dimensionamento pelo método de Rippl, entretanto, este fato se deve pelas características como: menor viveiro, menor reservatório e menor orçamento de implantação do sistema de captação de águas pluviais.

O menor valor calculado para TIR foi ao Viveiro 01 dimensionado método Azevedo Neto e o maior índice foi no Viveiro 02 e Viveiro 03 dimensionado pelo método de Rippl. Todos os viveiros estudados apresentam TIR menor que a TMA (6,5%), com este parâmetro, fica caracterizado a não viabilidade de acordo com esse indicador financeiro.

Tabela10–Análise do investimento pela VPL e TIR.

Método		Análise do investimento			
		Viveiro 01	Viveiro 02 e Viveiro 03	Viveiro 04	Viveiro 05
VPL (R\$)	Azevedo Neto	- 5.744,82	- 25.139,02	- 42.785,17	- 24.068,72
	Rippl	- 4.891,51	- 21.883,50	- 34.814,69	- 19.811,76
TIR (%)	Azevedo Neto	- 35,8	- 27,4	- 28,6	- 31,6
	Rippl	- 34,3	- 26,0	- 26,5	- 29,6

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

Em análise dos dados calculados pelo método de Rippl, observou-se que em caso de aproveitamento de toda água captada pelas cobertas dos viveiros, seria possível atender ou expandir uma área a mais de plantio da Alface-Crespa (*LACTUCA SATIVA L.*), isto se deve ao fato do volume demandado se mostrar inferior ao volume coletado pelo sistema de aproveitamento de água pluvial, este fato é verificado em todos os viveiros, conforme demonstra a Tabela 11.

A área de irrigação é o espaço interno do viveiro destinado ao plantio da Alface, já a demanda é o volume anual necessário para irrigar a área do plantio. O volume captado pela cobertura foi obtido pelo método de Rippl, já o volume residual é a diferença entre o volume captado e a demanda. Destes parâmetros foi obtida a área disponível para ampliação que pode ser visualizada na Tabela 11, através da forma quantitativa de metros quadrados ou na forma de percentual em relação à área existente para plantio. O Viveiro 1 apresentou maior percentual de ampliação para cultivo da alface, enquanto isto, o Viveiro 02 e 03 apresentou menor percentual de ampliação, entretanto, o menor valor é de 27,40 % que é um número expressivo.

Tabela 11– Análise da área disponível para ampliação pelo método de Rippl.

Viveiro	Área de irrigação (m ²)	Demanda (m ³)	Volume captado pela cobertura (m ³)	Volume residual (m ³)	Área disponível para ampliação (m ²)	Área disponível para ampliação (%)
Viveiro 01	32,00	36,40	52,73	16,33	14,35	44,84
Viveiro 02 e 03	330,00	375,41	478,27	102,86	90,41	27,40
Viveiro 04	500,00	568,80	768,97	200,17	175,95	35,19
Viveiro 05	207,90	236,51	332,68	96,17	84,53	40,66

Fonte: Dados da Pesquisa (2019)

5. CONCLUSÃO

O aproveitamento da água de chuva não se mostrou viável para produção da Alface-Crespa (*LACTUCA SATIVA L.*) em São Gonçalo no IFPB campus Sousa, já que através dos indicadores *Payback* Simples, *Payback* Descontado, Valor Presente Líquido e Taxa Mínima de Atratividade não foram comprovada viabilidade para o período de projeto que atribuído em 10 anos.

Entretanto, o volume de água de chuva que pode ser captado pelos viveiros, estudados, é mais que suficiente para produção Alface-Crespa, tendo em vista a precipitação média da cidade de Sousa-PB e a área da cobertura dos viveiros, além disto, o volume captado pode proporcionar expansão da produção de alface em mais de 27% para todos os viveiros estudados, inclusive o maior viveiro atinge o valor de 44,84%.

A demanda da alface-crespa foi calculada a partir da lâmina de água que equivale a 75% da média da evapotranspiração para cada mês do ano, esta demanda serviu de parâmetro para cálculo do retorno financeiro, tendo em vista a substituição da água potável pela água de chuva coletada. As culturas que necessitam de uma demanda hídrica superior à Alface-Crespa, devem apresentar indicadores econômicos melhores e ou viáveis que os apresentados no estudo aqui apresentado.

Os orçamentos dos reservatórios foram realizados como uma obra de engenharia, ou seja, considerando a contratação de uma empresa especializada para execução do projeto, essa execução contempla mão de obra e materiais novos. Por se tratar de um item determinante para viabilidade ou não, existem alguns fatos que pode ser levado em consideração para baratear a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais como: 1. Utilizar mão de obra qualificada como pedreiro, encanador entre outros do próprio IFPB caso possua esses profissionais; 2. Comprar apenas o material da obra e posteriormente contratar uma empresa para executar a parte da mão de obra; 3. Reutilizar, ao máximo, materiais que sejam provenientes de manutenção do próprio IFPB ou que estejam em sobra.

Outro fato que pode contribuir a baratear o custo de implantação do sistema é a concentração da água coletada em um único reservatório, pois, verificou-se na junção dos reservatórios, do Viveiro 02 e Viveiro 03, que ocorreu uma redução significativa no valor do custo por unidade de volume.

Parte da ausência da viabilidade também pode ser atribuída às taxas cobradas pela concessionária, tendo em vista que a mesma diferiu significativamente da concessionária

estadual, esta cobra a tarifa de 12,89 R\$/m³ enquanto a DAESA cobra a tarifa de 4,86 R\$/m³, ou seja, 2,65 vezes menor. O valor cobrado em conjunto com a demanda determina o valor mensal que seria economizado, no caso, pelo IFPB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de Coberturas em áreas urbanas para fins não-potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro. 2007.

_____. NBR 5626:Instalação Predial de Água Fria. Rio de Janeiro. 1998.

_____. NBR 10844:Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento. Rio de Janeiro. 1989.

ANA “Agência Nacional de Águas” < <http://www3.ana.gov.br/>>. Acesso em 09 de fevereiro de 2018.

ANDRADE FILHO, A. G.; OLIVEIRA, M. A. R.; DOLL, M. M. R.; PHILIPSEN, N. A. Estudos de demanda hídrica de culturas olerícolas para dimensionamento de reservatório de aproveitamento de água de chuva pelo método dos dias consecutivos sem precipitação pluviométrica. Revista de Engenharia e Tecnologia. Ponta Grossa, v. 2, nº3, Dez. 2010.

ARAUJO, B. F. O. Fitomassa da Cultura da Alface (*Lactuca sativa* L.) Sob a Aplicação de Fertilizantes Minerais e Substância Húmica. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo. 2010.

BCB “Banco Central do Brasil”<<https://www.bcb.gov.br/>>. Acesso em 29 de março de 2019.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; PEREIRA, L. A.; GNADLINGER, J.; SILVA, A. S. Água de chuva armazenada em cisterna para produção de frutas e hortaliças. Embrapa Semiárido, Documentos, 230. Petrolina, p. 30. 2010.

BRITO, L. T. L.; ARAÚJO, J. O.; CAVALCANTI, N. B.; SILVA, M. J. Água de chuva armazenada em cisternas produz frutas e hortaliças para o consumo pelas famílias rurais: estudo de caso.Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Campina Grande, 2012.

CASSAROTO FILHO, N.; KOPITTKKE, B. H. Análise de Investimentos. Editora Atlas S.A, 9. ed. São Paulo, 458 p.2000.

FERREIRA, E. P.; BRITO, L. T. L.; NASCIMENTO, T.; ROLIM NETO, F. C.; CAVALCANTI, N. B. Uso eficiente da água de chuva armazenada em cisterna para produção de hortaliças no Semiárido pernambucano. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, V. 11, Nº 2, p. 01-07, 2016.

GADELHA, C. L. M.; ATHAYDE JR., F. B.; DIAS, I. C. S. Análises da Viabilidade Econômica de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais para Fins Não-Potáveis em Residências na Cidade de João Pessoa – PB. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 38, nº 4, out-dez. 2007.

GOOGLE EARTH-MAPS. <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em 14 de março de 2019.

HAGEMANN, S. E. Avaliação da Qualidade da Água da Chuva e da Viabilidade de Sua Captação e Uso. Tese (mestrado em engenharia civil)- Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, p. 140.2009.

IBGE – Associação Brasileira de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 31 de março 2019.

IBGE – Associação Brasileira de Geografia e Estatística <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/>>. Acessado em 31 de março de 2019.

INMET “Instituto Nacional de Meteorologia” <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 28 de novembro de 2018.

JALFIM, F. T. Considerações sobre a viabilidade técnica e social da captação e armazenamento da água da chuva em cisternas rurais na região semi-árida brasileira. In: Simpósio de Captação de água de chuvas no semi-árido, 3, Campina Grande, PB, 21 a 23.11.2001.

LEMOS, Paulo; FAGUNDES, Renata Magalhães; SCHERES, Minéia Johann. Reaproveitamento de água para fins não potáveis em habitações de interesse social. X Salão de Iniciação Científica PUCRS, 2009. Disponível em <http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/Ciencias_Sociais_Aplicadas/Arquitetura_e_Urbanismo/70444-PAULO_ROGERIO_LEMOS.pdf>. Acessado em 31 de março de 2019.

LINHARES, P. C. F. Vegetação Espontânea como Adubo Verde no Desempenho Agroeconômico de Hortaliças Folhosas. Tese (Doutorado em Agronomia: área de concentração em Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação. Mossoró, p. 109. 2009.

MATTAR, F. N.; OLIVEIRA, B.; MOTTA, S. L. S. Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MAY, S. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, p. 159. 2004.

MENEGAES, J. F.; FILIPETTO, J. E.; RODRIGUES, A. M.; SANTOS, O. S. Produção sustentável de alimentos em cultivo hidropônico. Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v. 14, n. 3, p. 102–108, Set-Dez, 2015.

NASSER, A. M.; LIMA, A. L. R.; VIDAL, H. C. S. Projeto de viabilidade econômico-financeira utilizando a simulação de monte carlo: o Caso de uma agroindústria produtora de iogurte orgânico situada no centro oeste de Minas Gerais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., 2009, Salvador. Congresso. Lavras e Arcos: UFLA e PUC MINAS, 2009.

PIMPINI, F.; ENZO, M. Present status and prospects for rocket cultivation in the Veneto region. In: PADULOSI, S, PIGNONE, D. (eds.) Rocket: a Mediterranean crop for the world. International Plant Genetic Resource Institute, Rome, 1997. p 51-66.

REIS, N. V. B. Circular Técnica - Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Brasília, 2005.

SANTOS, R. C.; CONTE, R. M. Viabilidade de Produção Sustentável de Morango em Sistema Semi-Hidropônico Município De Paim Filho/Rs. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v.6, nº 2, p. 385 - 403, jul./set, 2017.

SILVA, C. V. Qualidade da água de chuva para consumo humano armazenada em cisternas de placa: Estudo de caso Araçuaí, MG. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SIQUEIRA, E. C.; FEITOSA, S. S.; SILVA, M. G.; SILVA, E. A.; OLIVEIRA, F. S.; CASSIMIRO, C. A. L. Lâminas de água múltiplas via sistema de irrigação subsuperficial no cultivo de alface do grupo crespa. Revista Brasileira de Gestão Ambiental, Pombal, v. 13, n.1, p.08 - 12, jan./-mar, 2019.

SOARES, C. S.; MENEZES, C. H. S. D.; SILVA, G. N.; SILVA, J. A. Estimativa de Captação de Água Pluvial para Cultivo de Hortas Escolares. Revista de Biologia & Farmácia e Manejo Agrícola, Campina Grande, v. 11, nº 1, 2015.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações. Atlas, 5. ed. São Paulo, 178 p. 2004.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

TOMAZ, P. Previsão do consumo de água. Navegar. São Paulo, p. 250. 2000.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. Cultura da rúcula. Campinas: IAC, 1992. 8p. (Boletim Técnico 146).

Tubular Meio Ambiente <<http://www.tubolarmeioambiente.com.br/>>. Acesso em 05 de março de 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO).Health in water resources development (2006)<https://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/vector/water_resources.htm>. Acessado em 31 de março de 2019.