



## **SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DES EAUX DE PLUIE DANS UNE RÉSIDENCE UNIFAMILIALE À PESQUEIRA - PERNAMBUCO**

### **ARTICLE ORIGINAL**

BEZERRA, Francisco Paiva<sup>1</sup>, SANTOS, Wendell José Soares dos<sup>2</sup>

BEZERRA, Francisco Paiva. SANTOS, Wendell José Soares dos. **Système de récupération des eaux de pluie dans une résidence unifamiliale à Pesqueira - Pernambuco.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Année. 07, éd. 05, Vol. 06, p. 33-55. Mai 2022. ISSN : 2448-0959, Lien d'accès: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/travaux-publics/recuperation-des-eaux>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/travaux-publics/recuperation-des-eaux

### **RÉSUMÉ**

En raison de la rareté de l'eau et de divers problèmes sociaux causés par le manque d'accès à l'eau, il est clair que la population a besoin d'alternatives durables pour remédier à ces défaillances. Dans ce contexte, afin d'insister sur la doctrine en la matière et de souligner l'importance de la réutilisation de l'eau pour la préservation des ressources en eau pour les générations futures, cet article a pour question directrice : l'utilisation d'un système de récupération d'eau de pluie présente des enjeux économiques, techniques et viabilité environnementale? Par conséquent, l'objectif est de présenter une proposition de système de récupération des eaux de pluie dans une résidence unifamiliale située dans la ville de Pesqueira, État de Pernambuco. La méthodologie était basée sur la réalisation de calculs de dimensions variées, qui ont mis en évidence le fait que le volume total était nécessaire pour répondre aux demandes de réutilisation, étant déterminé par la somme du volume du jardin, du volume du garage et du volume de décharge de la résidence. Enfin, il a été conclu qu'en ce qui concerne la captation des eaux pluviales à travers le toit du bâtiment étudié, il était possible de minimiser partiellement les inondations, ainsi que la réduction de l'utilisation de l'eau potable fournie par le concessionnaire, rendant le projet économiquement et écologiquement viable à la ville de Pesqueira PE. En outre, il a été constaté qu'il y avait une économie de 213,9775 L par jour dans l'utilisation de l'eau propre grâce à l'utilisation du système



mentionné, ce qui a généré un impact positif sur la valeur mensuelle du tarif de l'eau du concessionnaire.

Mots-clés : Rareté de l'eau, Eau de pluie, Système de collecte.

## 1. INTRODUCTION

Les ressources en eau au Brésil sont d'intérêt public et économique, générant des crises lorsqu'elles sont exposées à la pénurie, car elles nécessitent une gestion adéquate, en plus d'une distribution appropriée afin de répondre à la demande de l'ensemble de la population (FEITOSA, 2020). Or, selon l'Agence Nationale de l'Eau et de l'Assainissement de Base (2020), le pays dispose en moyenne de 12% d'eau douce sur la planète, et fait donc partie des pays les plus couverts par la distribution d'eau dans le monde.

Cependant, par rapport à la moyenne de la population, il est possible d'observer que la répartition des sources brésiliennes présente des divisions d'eau inégales, comme c'est le cas dans le nord du pays, où la quantité d'eau est disproportionnée par rapport au nombre d'habitations, avec une concentration de 80 % d'eau pour 5 % de la population (ANA, 2020).

Dans ce contexte, les Nations Unies (2017) indiquent que le gaspillage actuel de l'eau peut conduire, s'il est encore constant, à une diminution de 40% des ressources en eau d'ici 2030, et prévoit également qu'avec cette diminution il y aura une Augmentation de 55% de la demande en eau d'ici 2050.

Par conséquent, ces données montrent la préoccupation environnementale et conservatrice des générations futures, puisque la prise de conscience de l'importance d'économiser l'eau trouve des barrières dans les mauvaises habitudes de gaspillage de la population (PEDRANGELO *et al.*, 2018). Ainsi, la réutilisation de l'eau est devenue un programme intensif pour les discussions gouvernementales et environnementales au fil des ans (SILVA, 2019).



De cette manière, la recherche est justifiée par l'importance de protéger cette ressource naturelle qui, face à tant de gaspillage et à des demandes accrues souvent inaccessibles, rend nécessaires des études sur le sujet pour parvenir à une préservation adéquate. Par conséquent, le problème de recherche suivant se pose : L'utilisation d'un système de récupération d'eau de pluie est-elle économiquement, techniquement et écologiquement viable ?

La réponse à la question est positive du fait de l'hypothèse suivante : A travers la captation des eaux pluviales, à travers le toit d'un bâtiment, ces eaux étant dirigées vers un réservoir spécifique, les eaux pluviales seront stockées afin de réduire le flux direct vers le public route, minimisant les inondations, et pouvant ensuite servir à certains usages domestiques non potables, ce qui permet de réduire l'utilisation de l'eau potable fournie par le concessionnaire.

Dans cette optique, le présent travail vise à présenter une proposition de système de captage des eaux pluviales dans une résidence de la ville de Pesqueira Pernambuco, afin de souligner la doctrine sur le sujet et de souligner l'importance de la réutilisation de l'eau pour la préservation de la ressource de l'eau pour les générations futures.

## **2. SITUATION DE L'EAU AU BRÉSIL**

### **2.1 DISTRIBUTION D'EAU DANS LE PAYS**

Au Brésil, la plus grande distribution d'eau est concentrée dans la région du Nord, totalisant 68% de toute l'eau du pays, la population de cette région équivalant à 7% de la population nationale. Dans le Sud-Est se concentrent 6 % de l'eau nationale, et dans le Nord-Est seulement 3 % de ces réserves, les deux régions étant les plus peuplées du Brésil (PENA, 2022). Les indices de disponibilité nationale en eau *per capita* les plus élevés sont situés dans le Nord, le Midwest et le Sud, qui, comme le



Nord, ont une densité de population plus faible et leurs bassins versants ont des débits plus élevés (PENA, 2022).

Bien que dans certaines régions le nombre de distributions d'eau soit plus important que d'autres, le fait qu'elles connaissent encore des crises de l'eau, qu'elles soient causées par des catastrophes ou par la rareté, n'est pas épargné, nécessitant une planification, une gestion et des infrastructures constantes pour assurer la disponibilité de cette ressource pour tous habitants, ce qui n'est pas constant (PENA, 2022).

## **2.2 ASSAINISSEMENT AU BRÉSIL**

La qualité de la pluie est composée de quatre processus, qui concernent l'eau avant d'atteindre le sol, après avoir atteint les toits résidentiels, l'eau stockée et l'eau consommée. Dans toutes ces phases, il existe une possibilité de traitement afin qu'elles soient dirigées vers une réutilisation non potable de manière durable, sûre et efficace (LIMA, 2015).

Le Système National d'Information sur l'Assainissement (SNIS)[3], administré par le Secrétariat National à l'Assainissement du Ministère du Développement Régional (SNS/MDR)[4], agit comme un instrument de connaissance des services d'assainissement de base sans égal au Brésil (SNIS, 2021).

De cette façon, le SNIS fournit un ensemble de données structurées qui favorise l'évaluation de l'évolution des services d'approvisionnement en eau, en plus des services d'assainissement sanitaire depuis 1995, en plus de la gestion des déchets solides urbains depuis 2002 et de l'assainissement et de la gestion des eaux pluviales urbaines depuis 2015 (SNIS, 2021). Bientôt:

O SNIS norteia atividades como o planejamento e a gestão do setor de saneamento, a formulação de políticas públicas e programas, a definição e monitoramento de metas e atividade



de regulação e a fiscalização dos serviços. O SNIS também foi fundamental para a estruturação do marco legal do saneamento, instituído pela Lei no 11.445/2007 e atualizado pela Lei no 14.026/2020 (SNIS, 2021, p. 05).

Les objectifs de ce système sont basés sur la planification et l'exécution des politiques publiques, en plus de fournir des conseils sur l'application des ressources, à travers les points suivants :

- Connaissance et évaluation du secteur de l'assainissement ;
- Évaluation des performances des services ;
- Amélioration de la gestion ;
- Orientation des activités de réglementation et d'inspection ;
- Exercice du contrôle social.

En ce sens, le Secrétariat National à l'Assainissement (SNS, 2021) a préparé un module de Diagnostic Thématique du Drainage et de la Gestion des Eaux Pluviales Urbaines, en référence à l'année 2020, réalisé à partir d'informations et d'indicateurs communaux. Ainsi, le SNIS (2021) met en évidence :

Os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (DMAPU) evitam e atenuam impactos humanos, sociais, ambientais e econômicos resultantes de eventos hidrológicos impactantes. Nessa condição se enquadram inundações, enxurradas e alagamentos que ocorrem em áreas urbanas, especialmente nas que se caracterizam por ocupação desordenada de encostas e áreas naturais de drenagem, resultando na alteração e assoreamento de cursos hídricos e impermeabilização do solo (SNIS, 2021, p. 12).

Ces services sont entièrement liés à l'approvisionnement en eau, aux égouts sanitaires et au nettoyage urbain et à la gestion des déchets solides. Des systèmes efficaces de drainage, de collecte des déchets solides (ordures) et de collecte et de traitement des eaux usées empêchent les eaux de pluie de devenir des vecteurs de prolifération de maladies, ainsi que de pollution des réserves d'eau, dirigées vers la société (SNIS, 2021 ). Donc:



A abordagem integrada dos quatro componentes, orientada pela Lei Federal de Saneamento Básico (no 11.445/2007, atualizada pela Lei no 14.026/2020), é parte da evolução do conceito de DMAPU. No passado, a regra geral era afastar o mais rápido possível as águas pluviais de pontos de retenção, transferindo eventos hidrológicos para áreas à jusante (abaixo do ponto de ocorrência) (SNIS, 2021, p. 12).

Le dispositif rappelle également qu'actuellement, la priorité est donnée aux solutions de drainage durable (bandes, fossés d'infiltration), aux infrastructures d'amortissement des écoulements (réservoirs ou bassins de rétention et de rétention, lacs, piscines), aux parcs linéaires (SNIS, 2021).

Dans ce raisonnement, on sait que la captation de l'eau de pluie peut être utilisée pour la consommation non potable, réalisée à travers les gouttières qui dirigent l'eau vers un réservoir séparé, où les déchets et les impuretés sont éliminés, un fait qui est unifié avec la planification et d'autres facteurs nécessaires mentionnés précédemment sur la base du SNIS, contribue au drainage sur les voies publiques, en plus de réduire les impacts causés par l'excès d'eau de pluie (REZENDE et TECEDOR, 2017).

## **2.3 SYSTÈMES DE COLLECTE DES EAUX PLUVIALES**

Les systèmes de captage d'eau sont utilisés partout dans le monde depuis l'Antiquité, et il existe des traces de leur utilisation par les civilisations maya et inca, entre autres. C'est ainsi la captation de l'eau de pluie à travers des gouttières, des toits ou d'autres voies d'acheminement de cette eau vers un réservoir qui peut être une citerne, ou d'autres modalités de celle-ci, afin de rendre possible sa réutilisation non potable (LUCAS, 2016).

Ainsi, le 21<sup>e</sup> siècle a été marqué par la généralisation de ce système en raison de la croissance démographique, en plus d'autres aspects financiers, car ce sont des facteurs qui affectent la sécurité de l'eau. Bientôt, la réutilisation de ces eaux a



commencé à être destinée à la consommation non potable (LUCAS, 2016). En ce sens, l'auteur :

Os principais motivos que levam à decisão para se utilizar água de chuva são basicamente os seguintes: Conscientização e sensibilidade da necessidade da conservação da água; Região com disponibilidade hídrica menor que 1200 m<sup>3</sup>/habitante x ano; Elevadas tarifas de água das concessionárias públicas; Retorno dos investimentos (*payback*) muito rápido; Instabilidade do fornecimento de água pública; Exigência de lei específica; Locais onde a estiagem é maior que 5 meses (LUCAS, 2016, p. 08).

Pourtant, il est mentionné par l'auteur que la principale raison d'utiliser l'eau de pluie apportée par le système de référence pour les industries est de combiner le développement durable avec la réduction de leurs coûts (LUCAS, 2016).

Concernant la réutilisation des eaux pluviales résidentielles, les principaux bénéfices pour l'utilisation d'une architecture durable sont la préservation de l'environnement, l'économie, la qualité de vie, le différentiel d'activité, la valorisation immobilière en plus d'une plus grande satisfaction des utilisateurs et de la productivité des employés et pour enfin, le développement de conscience environnementale (GUERRA, 2016).

Enfin, le système de récupération des eaux de pluie peut se produire à travers le toit, qui est une partie du bâtiment située sur le toit afin de protéger les zones bâties contre la pluie, la lumière du soleil et d'autres éléments. Grâce à la forme de la surface des toits, il est possible de diriger l'eau de pluie destinée à un certain type de collecte, que ce soit à travers des grilles, des gouttières et autres (CARVALHO JÚNIOR, 2009).

### **3. MATÉRIELS ET MÉTHODES**

La recherche est une étude de cas dans le but de présenter une proposition de système de captage des eaux pluviales pour permettre la réutilisation de l'eau et d'évaluer la viabilité économique et environnementale du système.



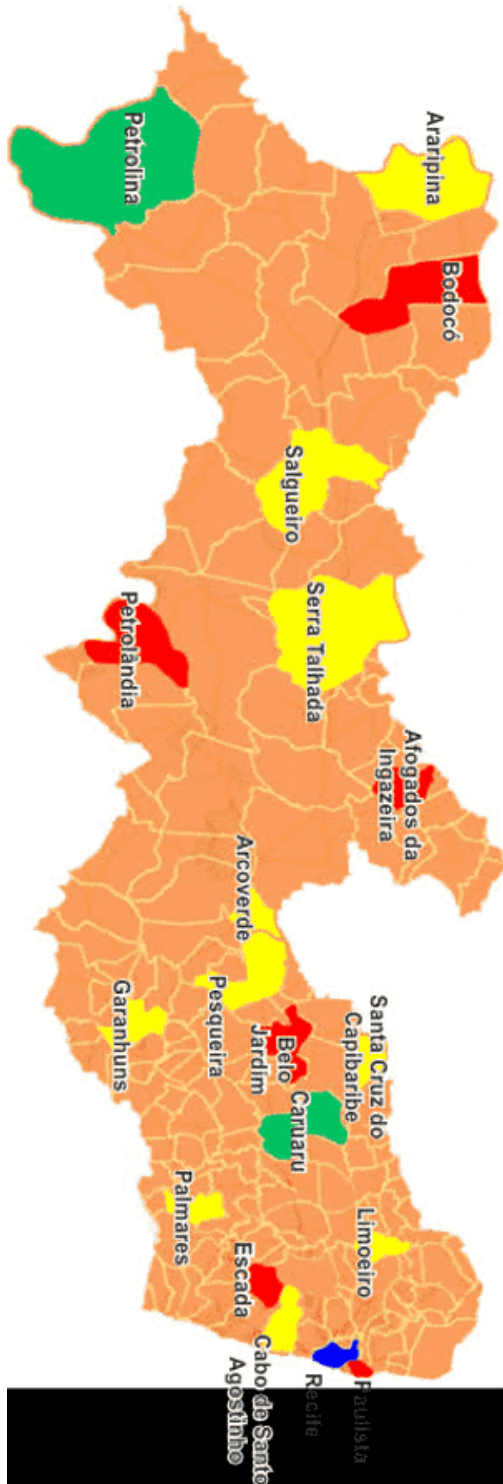
L'enquête bibliographique a composé le cadre théorique de cette recherche portant sur la distribution de l'eau au Brésil, la captation des eaux pluviales et les systèmes de captage des eaux pluviales. Comme paramètres pour réaliser le dimensionnement des eaux pluviales, caniveaux et conducteurs, les normes suivantes ont été retenues : NBR 5626/2020 comparée à la même norme NBR 5626 de l'année 1998, NBR 10844/1989, toutes normes ABNT. L'exemple d'utilisation des tables exposées par le site officiel de Schneider Motobombas (2019) a également été utilisé pour le dimensionnement des pompes et les recherches de Coutinho *et al.*, (2010), afin de définir le dimensionnement hydraulique.

### **3.1 ZONE D'ÉTUDE**

L'étude en question est un projet résidentiel unifamilial situé dans la ville de Pesqueira dans l'État de Pernambuco, comme le montre la figure 1. Il a été modélisé dans un logiciel utilisant la technologie BIM.

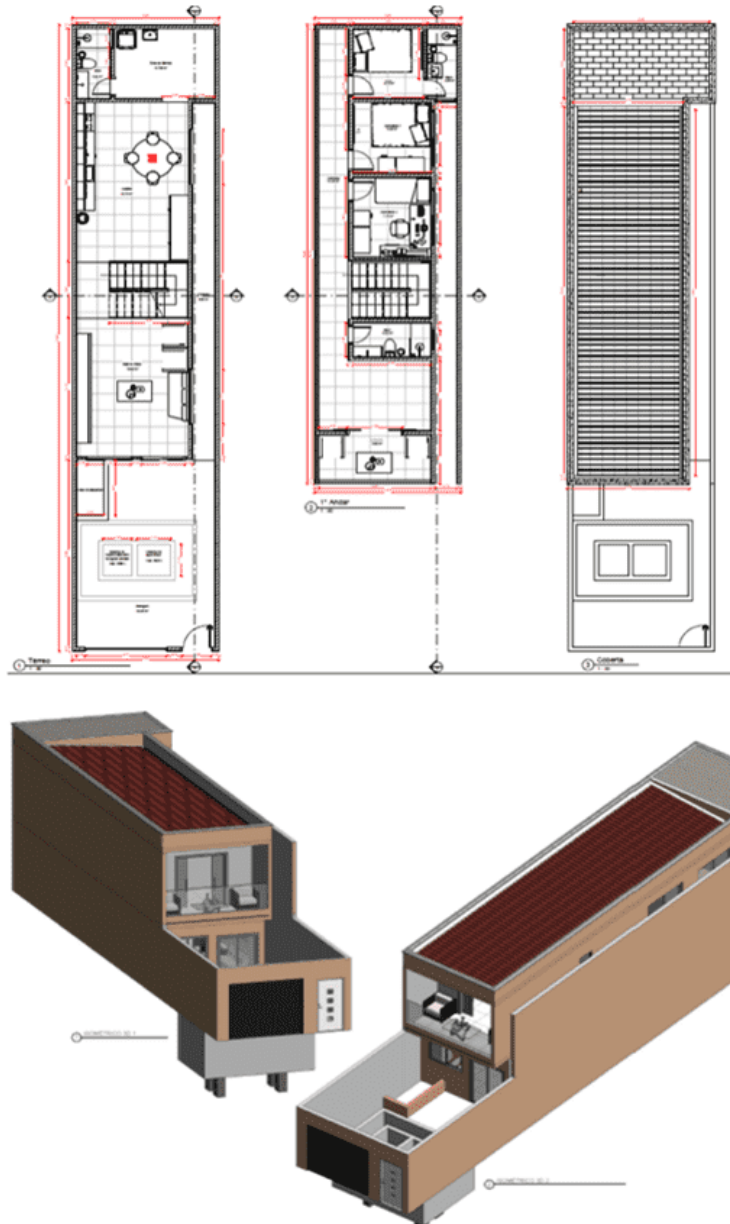


Figure 1 : Localisation de la résidence recherchée



Source : CRC PE, 2020.

La figure 2 représente la résidence où le système de captage des eaux pluviales a été proposé. Il a été modélisé dans un logiciel utilisant la technologie BIM



Source : L'auteur, 2022.

RC: 140640

Disponibile en: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/travaux-publics/recuperation-des-eaux>



### 3.2 MÉTHODOLOGIE

Afin de réaliser le système de captage de l'eau des précipitations locales à des fins non potables, il faut d'abord trouver les valeurs nécessaires pour capter et stocker ce volume d'eau. Pour cela, des dimensionnements ont été effectués pour le système d'eau de pluie, d'eau froide et de pompage, le tout respectant les critères établis par NBR 10844/1989, 5626/2020, 15527/2007.

Selon NBR 10844/1989, le flux de conception peut être trouvé par l'équation 1 :

$$Q = \frac{I.A}{60} \quad \text{Eq. 1}$$

En visant à homogénéiser les informations, la recherche de Coutinho *et al.*, (2010) a réalisé des équations de précipitations intenses pour l'état de Pernambuco, montrant ainsi les équations pour plusieurs régions de l'état, et parmi elles, Pesqueira. Compte tenu de l'importance des équations d'intensité, de durée et de fréquence des précipitations, liées aux projets hydrauliques et d'assainissement urbain, agricole voire autoroutier, les hydrogrammes de projet deviennent dépendants d'hyétogrammes associés à une période de retour et à une durée spécifique (COUTINHO *et al.*, 2010).

Par conséquent, les auteurs ont souligné que les informations sur les inconnues i-d-f n'existent pas encore pour de nombreuses villes du Brésil, les valeurs existantes étant sujettes à des variations dues à la réalisation de leurs équations à différents moments de l'année dans différents méthodologies (COUTINHO *et al.*, 2010).

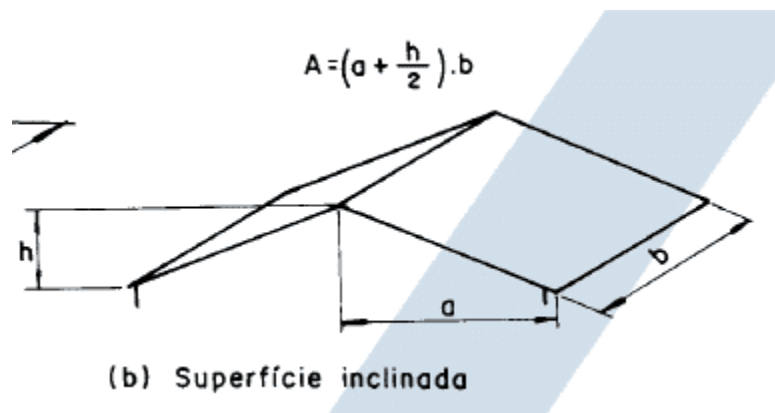
L'intensité des précipitations peut être déterminée à l'aide de l'équation d'intensité, de durée et de fréquence (IDF). Selon Coutinho *et al.*, (2010) l'équation IDF pour la ville de pêche est représentée par l'équation 2 :

$$i = \frac{497,4 * Tr^{0,2398}}{(t+4,141274)^{0,7527}} \quad \text{Eq. 2}$$

Ainsi, l'article 5.1.2 du NBR 10844/89 propose des valeurs pour le temps de retour en fonction des besoins du projet, où  $T = 1$  an pour les zones pavées où les flaques d'eau peuvent être tolérées ;  $T=5$  ans pour les toitures et/ou terrasses ;  $T= 25$  ans pour les toitures et les zones où l'engorgement ou le débordement ne peut être toléré. Pour le projet en question, un délai d'amortissement de 5 ans a été envisagé.

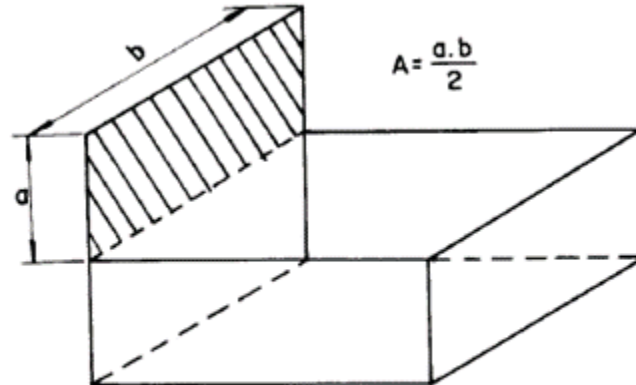
Le point 5.1.3 du NBR 10844/89 précise que le temps de précipitation doit être de 5 minutes. La NBR 10844/1989 présente quelques possibilités d'estimation de la surface de contribution en fonction de la géométrie de conception. Les figures 3 et 4 présentent les expressions qui représentent la configuration du projet en question.

Figure 3 : Configuration du projet



Source : NBR 10844/1989.

Figure 4 : Surfaces



(h) Quatro superfícies planas verticais,  
sendo uma com maior altura

Source : NBR 10844/1989.

Avec le débit trouvé, il a été possible de déterminer les dimensions de la gouttière utilisée dans le projet, grâce à l'équation de Manning-Strickler, nommée Équation 3 :

$$Q = K * \frac{S}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}} \quad \text{Eq. 3}$$

La valeur du coefficient de rugosité (n) dépend du type de matériau choisi. Le tableau 2 du point 5.5.7.1 de cette norme détermine la valeur du coefficient de rugosité (n) en fonction du matériau. Dans le projet en question, le matériau plastique pour les gouttières a été adopté, de sorte que le coefficient de rugosité utilisé était égal à 0,011.

La détermination des conducteurs verticaux et horizontaux a été effectuée à l'aide de l'abaque de gouttière à sortie à arête vive prévu par le NBR 10844/1989 et le tableau 4 également du NBR 10844/1989.



Pour le dimensionnement du réservoir d'eau de pluie, la NBR 15527/2007 a été utilisée, qui dans son annexe A propose quelques façons de trouver le volume du réservoir. Le volume a été calculé en utilisant la méthode anglaise pratique et la méthode d'Azevedo Neto, en adoptant la valeur la plus basse trouvée pour le projet.

Les équations 4 et 5 expriment respectivement la méthode anglaise pratique et la méthode d'Azevedo Neto.

$$V = 0,05 * P * A \quad \text{Eq. 4}$$

$$V = 0,042 * P * A * T \quad \text{Eq. 5}$$

Les précipitations moyennes nécessaires pour calculer les volumes des réservoirs ont été déterminées à partir des données fournies par l'Agence de l'Eau et du Climat de Pernambuco (APAC)[5] concernant la station pluviométrique 18 de la ville de Pesqueira/PE.

Selon NBR 15527/2007, le volume d'eau de pluie utilisable peut être déterminé par l'équation 6 :

$$V = P \cdot A \cdot C \cdot \eta \quad \text{Eq. 6}$$

Où:

V = volume annuel, mensuel ou journalier

P = précipitations moyennes annuelles, mensuelles ou quotidiennes

A = surface de collecte (m<sup>2</sup>)

C = coefficient de ruissellement du toit



$\eta$  = capter l'efficacité du système

Le coefficient de ruissellement dépend du matériau utilisé et peut varier entre 0,8 et 0,9. La valeur retenue pour l'efficacité du système de captage  $\eta$  est préconisée par Tomaz (2003), dans lequel la valeur de 0,9 est retenue.

Pour le dimensionnement du réservoir d'eau froide, la NBR 5626/2020 établit plusieurs critères pour l'exécution des réservoirs. Creder (1991), fournit des tableaux qui aident à choisir les variables nécessaires pour déterminer la capacité du réservoir. La consommation quotidienne peut être exprimée par l'équation 7 :

$$Cd = pop * q \quad \text{Eq. 7}$$

Selon NBR 5626/2020, les réservoirs doivent avoir des systèmes de levage indépendants. Pour le dimensionnement du système de pompage, il a fallu trouver le débit à mesurer et la hauteur manométrique afin de déterminer la puissance nécessaire du groupe motopompe. Les équations 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14 expriment les variables nécessaires pour déterminer les paramètres mentionnés ci-dessus :



$$Q = \frac{Cd}{T} \quad \text{Eq. 8}$$

$$Dr = 1,3 * \left(\frac{T}{24}\right)^{0,25} * Q^{0,5} \quad \text{Eq. 9}$$

$$J = 10,67 * \frac{1}{D^{4,87}} * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} \quad \text{Eq. 10}$$

$$\Delta h = J * L \quad \text{Eq. 11}$$

$$Hm = h + \Delta h \quad \text{Eq. 12}$$

$$Hmt = Hms + Hmr \quad \text{Eq. 13}$$

$$P = \frac{1000 * Hmt * Q}{75 * \eta} \quad \text{Eq. 14}$$

### 3.2 ANALYSE ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE

Afin de déterminer l'analyse économique et environnementale de l'étude en question, la viabilité de la mise en œuvre du système a été déterminée en fonction du volume de prélèvement par rapport à la demande d'eau non potable et des économies réalisées sur le paiement du tarif au concessionnaire responsable.

La figure 5 montre les montants facturés par la Compagnie d'Assainissement de Pernambuco (COMPESA)[6] en fonction de la quantité de m<sup>3</sup> utilisée au cours de la période d'un mois.





Figure 5 – Valeurs des frais COMPESA en fonction du volume mensuel utilisé

## Consumidores Medidos

Residencial:

Consumo	Valor (R\$)	
Tarifa Social Até 10.000 litros/mês	9,44	↻
Até 10.000 litros/mês	50,50	↻
10.001 a 20.000 litros	5,79	↻
20.001 a 30.000 litros	6,88	↻
30.001 a 50.000 litros	9,48	↻
50.001 a 90.000 litros	11,23	↻
90.001 a 999999.000 litros	21,58	↻

Source : COMPESA, 2022.

## 4. RÉSULTATS

Le tableau 1 ci-dessous présente les résultats obtenus dans la conception du système d'eau de pluie :

Tableau 1 : Dimensionnement des gouttières et des conducteurs

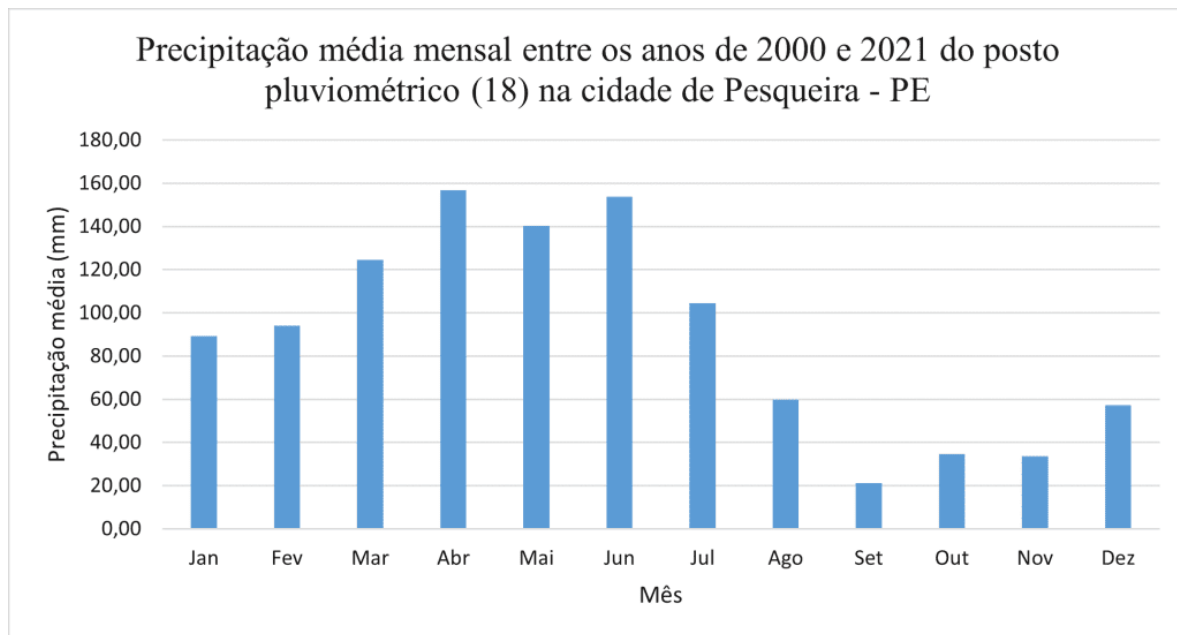
Dimensionnement des gouttières et des conducteurs	
Intensité des précipitations (I) - mm/h	138,35
Surface d'apport (A) - m <sup>2</sup>	51,15
Débit du projet (Q) - L/min	117,95
Base de gouttière (b) - cm	35
Hauteur de gouttière (h) - cm	17,5
Profondeur d'eau (H) - mm	117
DN vertical - mm	75
DN horizontal - mm	100
Source : Auteur, 2022	

Pour déterminer les précipitations annuelles moyennes dans la ville de Pesqueira, les registres de surveillance des précipitations de l'Agence de l'eau et du climat de



Pernambuco (APAC) pour les 21 dernières années ont été consultés. Le graphique 1 montre les données mensuelles cumulées de janvier 2000 à décembre 2021 :

Graphique 1 - Cumul mensuel de 2000 à 2021 à Pesqueira - PE



Source : Auteur, 2022.

En calculant la moyenne arithmétique des valeurs de précipitations dans le graphique ci-dessus, on trouve la valeur de 89,17 mm. Pour la détermination de la période de peu ou pas de pluie (T) de la méthode Azevedo Neto, on a retenu que la période pendant laquelle il y avait peu ou pas de pluie était de 5 mois (août, septembre, octobre, novembre, décembre), car au cours de ces mois, les précipitations étaient inférieures à la valeur moyenne trouvée. Le tableau 2 représente le dimensionnement du réservoir d'eau de pluie.

Tableau 2 - Dimensionnement des eaux pluviales

Dimensionnement du réservoir d'eau de pluie	
Méthode	Volume (L)
Anglais pratique	1454,26



Azevedo Neto

6107,89

Source : Auteur, 2022.

En choisissant la plus petite valeur entre les deux méthodes, nous pouvons approximer le volume total à :

$$V \approx 1500 \text{ L}$$

Ainsi, les recommandations trouvées dans la littérature ont été retenues (CREDER, 1991) concernant :

- Réservoir inférieur : 60 % \* Capacité du réservoir (Cr)
- Réservoir supérieur : 40 % \* Capacité du réservoir (Cr)

Bientôt:

$$\text{Res. Inf.: } 60\% * 1500 = 900 \text{ L}$$

$$\text{Res. Sup.: } 40\% * 1500 = 600 \text{ L}$$

En rapprochant la valeur du réservoir supérieur du réservoir le plus proche commercialement, nous avons :

$$\text{Res. Sup.} \approx 750 \text{ L}$$

Concernant le projet en question, les recommandations précitées ont été suivies même si elles n'étaient pas explicites dans sa version mise à jour datée de 2020. En supposant que toutes les dimensions auront la même taille ( $a=b=c$ ) :



$$V = a^3$$

En remplaçant le volume des réservoirs inférieurs, nous avons :

- $0,90 = a^3$
- $a = 0,9654 \text{ m}$
- $a \approx 1 \text{ m}$

Même si ces dimensions répondent aux besoins d'alimentation de la résidence, il a été observé que la hauteur a une faible valeur, ce qui peut rendre difficile l'installation du système de pompage. Dans ce sens, la hauteur des deux réservoirs équivalente à 2 m a été adoptée, afin d'obtenir une meilleure exécution des pompes. Donc:

Baisser le volume = 2000 L

$$a = b = 1 \text{ m}$$

$$c = 2 \text{ m}$$

Pour le dimensionnement de la capacité du réservoir d'eau froide, la table proposée par Creder a été utilisée pour estimer la consommation *per capita* de la résidence. En supposant que la population du bâtiment comptera 6 habitants et une consommation *per capita* de 200 L/jour, on peut trouver la consommation journalière de la résidence.

$$Cd = pop * q$$

$$Cd = 1200 \text{ L/jour}$$

La littérature recommande que la capacité du réservoir contienne le double de la consommation journalière utilisée, donc :



Cd = 2400 L/jour

Avec la consommation journalière déterminée, il a été possible d'allouer les volumes pour les réservoirs inférieur et supérieur :

Res. Inf.:  $60\% \times 2400 = 1440$  L

Res. Sup.:  $40\% \times 2400 = 960$  L

Cd = 1200 L/jour

La littérature recommande que la capacité du réservoir contienne le double de la consommation journalière utilisée, donc :

Cd = 2400 L/jour

Avec la consommation journalière déterminée, il a été possible d'allouer les volumes pour les réservoirs inférieur et supérieur :

Res. Inf.:  $60\% \times 2400 = 1440$  L

Res. Sup.:  $40\% \times 2400 = 960$  L

$$V = a^3$$

- $1,44 = a^3$
- $a = 1,12924$  m
- $a \approx 1,15$  m

Même si ces dimensions répondent aux besoins d'alimentation de la résidence, il a été observé que la hauteur a une faible valeur, ce qui peut rendre difficile l'installation



du système de pompage. Dans ce sens, la hauteur des deux réservoirs équivalente à 2 m a été adoptée, afin d'obtenir une meilleure exécution des pompes. Donc:

Baisser le volume = 2645 L

$a = b = 1,15 \text{ m}$

$c = 2 \text{ m}$

Après avoir dimensionné les réservoirs, il est nécessaire de calculer la puissance de pompage nécessaire pour remonter l'eau jusqu'au réservoir supérieur. Selon NBR 5626/20, les systèmes de refoulement doivent comporter au moins deux pompes fonctionnant indépendamment l'une de l'autre et doivent éviter le phénomène de cavitation. Pour les installations du bâtiment, le rendement du groupe motopompe peut varier entre 40% et 75%. Ainsi, la société Schneider Bombas (2019) établit :

- Puissance jusqu'à 2CV – Rendement : 50%
- Puissance jusqu'à 12.5CV – Rendement : 60%
- Puissance supérieure à 12,5CV - Rendement : 50%

La période idéale de fonctionnement d'une pompe varie entre 4 heures et 6 heures. Dans le projet en question, un temps de fonctionnement de 5 heures a été adopté. Le tableau 3 contient des valeurs dimensionnées pour les deux systèmes, eau de pluie et eau froide.

Tableau 3 - Dimensionnement du système d'ascenseur

Variables de dimensionnement	Système d'ascenseur			
	Eau de pluie		Eau froide	
	Succion	Répression	Succion	Répression
Débit (Q) - m <sup>3</sup> /h	2,4		2,4	
Diamètre de décharge (Dr) - mm	32	25	32	25



Diamètre d'aspiration (Ds) - mm	32	25	32	25
Longueur réelle (L) - m	5,1673	23,532	5,5468	27,3092
Hauteur géométrique (h) – m	2	6,44	2	6,69
Longueur équivalente (Le) – m	45,7	39,9	45,7	40,4
Perte de charge unitaire (J) - m/m	0,005706	0,021	0,005706	0,019
Perte de charge ( $\Delta h$ ) – m	0,29	1,34	0,3	1,29
Hauteur manométrique (Hmt) - m	2,29	7,78	2,3	7,98
Rendement ( $\eta$ ) - %	50		50	
Puissance du groupe motopompe (P) - ch	0,074		0,076	

Source : Auteur, 2022.

À partir du catalogue de pompes (SCHNEIDER, 2019), il a été possible de déterminer la pompe appropriée à la demande. Le modèle BC-98 a été choisi, avec une puissance égale à 1/3 ch, qui, en plus d'être silencieux, répond adéquatement aux exigences du bâtiment.

Sur la base des données fournies par Sanepar, nous pouvons estimer la demande nécessaire aux activités quotidiennes. Le tableau 4 ci-dessous montre la consommation estimée d'une maison de six habitants.

Tableau 4 - Profil d'utilisation de l'eau

PROFIL D'UTILISATION DE L'EAU DANS L'ÉCONOMIE DOMESTIQUE POUR SIX PERSONNES			
Utiliser	Consommation pour 1 mois (L)	Consommation pour 1 jour (L)	Consommation <i>per capita</i> (L)
Se brosser les dents (3 fois par jour chaque personne)	180	6	1,5
Bain-douche électrique (5 minutes, 1 fois par jour pour chaque personne)	3600	120	30
Chasse d'eau (8 fois par jour)	3600	120	30
Faire la vaisselle (3 fois par jour)	2700	90	22,5
Laver les vêtements/réservoir (15 minutes 3 fois par semaine)	2880	96	24



Boire de l'eau	360	12	3
La préparation des aliments	900	30	7,5
Ménage (1 seau par jour)	900	30	7,5
Total	15120	504	126

Source : Adapté de Sanepar, 2020.

Selon Hespanhol (2012), pour l'irrigation des jardins et le lavage des terrasses, des consommations de 3L/m<sup>2</sup> et 2L/m<sup>2</sup> peuvent être envisagées. À partir des valeurs suggérées par Hespanhol et des informations du tableau 5, il est possible d'estimer la demande en eau pour le nettoyage et l'entretien du garage et du jardin, en considérant que le garage sera lavé deux fois par semaine et que le jardin sera irrigué 3 fois par semaine, ainsi que la demande d'utilisation de décharges hydrauliques.

Tableau 5 - Calcul de la demande sans consommation d'alcool

Demande mensuelle non potable			
Paramètres	Garage	Jardin	Salle de bains
Superficie (m <sup>2</sup> )	32,20	9,86	-
Volume hebdomadaire (L)	128,78	88,76	900,00
Volume mensuel (L)	515,12	355,05	3600,00

Source : Auteur, 2022.

Le volume total nécessaire pour répondre aux demandes de réutilisation peut être déterminé en additionnant les volumes mensuels correspondant au volume de rejet du jardin, du garage et de la maison.

Donc:

$$\text{Demande} = 515,12 + 355,05 + 3600$$





Demande= 4470,17 L/mois

Après avoir établi la valeur nécessaire pour le volume de réutilisation et en utilisant l'équation 6, en considérant le coefficient de ruissellement C égal à 0,8 et un facteur de captage égal à  $\eta$  égal à 0,9 tel que recommandé par Tomaz (2003), il a été possible d'évaluer l'impact économique et environnemental viabilité du projet. Le tableau 6 montre les résultats obtenus dans cette vérification.

Tableau 6 - Financement mensuel potentiel

Période (mois)	Précipitations moyennes (mm)	Superficie totale (m <sup>2</sup> )	Demande requise (m <sup>3</sup> )	Volume collecté (m <sup>3</sup> )	Pourcentage servi (%)	Pourcentage manquant (%)
Jan	89,27	47,57	4,48	3,06	68,25	31,75
Fév	94,12	47,57	4,48	3,22	71,95	28,05
Mer	124,60	47,57	4,48	4,27	95,26	4,74
Avr	156,71	47,57	4,48	5,37	119,81	-19,81
Peu	140,26	47,57	4,48	4,80	107,23	-7,23
Jui	153,85	47,57	4,48	5,27	117,62	-17,62
Juil	104,61	47,57	4,48	3,58	79,97	20,03
Aoû	59,76	47,57	4,48	2,05	45,69	54,31
Sep	21,21	47,57	4,48	0,73	16,21	83,79
Oct	34,65	47,57	4,48	1,19	26,49	73,51
Nov	33,61	47,57	4,48	1,15	25,69	74,31
Déc	57,35	47,57	4,48	1,96	43,85	56,15

Source : Auteur, 2022.

En analysant les informations du tableau 6, il est clair que le système de collecte ne fournit la demande nécessaire qu'aux mois d'avril, mai et juin. Selon la figure 5, les frais mensuels facturés pour les maisons qui consomment jusqu'à 10 m<sup>3</sup> sont de 50,50 R\$, ce qui génère une dépense annuelle de 606,00 R\$. Comme le volume d'eau collecté ne dessert que trois mois (avril, mai et juin), il y a une réduction de la



valeur annuelle de R\$ 151,50, ce qui correspond à des économies de 25% par an. D'un point de vue environnemental, l'utilisation de l'eau de pluie contribue à la préservation et à l'utilisation rationnelle des ressources, réduisant de plus en plus les impacts causés par la rareté.

## 5. CONSIDÉRATIONS FINALES

La situation actuelle de la population brésilienne, correspondant aux crises de l'eau constatées dans plusieurs villes de nombreux États brésiliens, appelle de toute urgence des mesures durables capables de préserver les ressources en eau et de les garantir pour les générations futures. Compte tenu de cela, la recherche propose des mesures de durabilité pour provoquer la réutilisation de l'eau de pluie d'une manière qui profite à l'environnement et pas encore plus attaqué.

Le présent projet concernait un système de collecte d'eau de pluie, dans lequel, à partir des pluies, le toit résidentiel (une partie de l'objet de cette recherche), dirigeait cette eau vers les gouttières résidentielles, qui à leur tour destinaient l'eau de pluie qui sans le système, il serait acheminé vers le caniveau dit de la rue, vers un réservoir créé spécialement pour son occupation.

L'eau placée dans le réservoir a commencé à être réutilisée pour certains usages domestiques non potables, tels que la chasse d'eau, le jardinage, le lavage des sols et des voitures, entre autres. De cette manière, la réutilisation a évité le gaspillage de l'eau de pluie, contribuant également à atténuer des problèmes tels que les inondations dans les rues et, entre autres facteurs négatifs provoqués par de fortes pluies.

Le système de récupération des eaux de pluie est une proposition intéressante dans laquelle il a permis d'économiser environ 4,48 m<sup>3</sup> d'eau, cependant, cette économie n'a pu être observée que pendant les mois d'avril, mai et juin, qui sont les mois les plus pluvieux de la région. Néanmoins, il y a une économie de 25% sur le montant



facturé annuellement dans les tarifs du concessionnaire (COMPESA) ce qui rend le projet intéressant, car même s'il représente un petit pourcentage par rapport à la dépense initiale avec les réservoirs inférieurs et le système de pompage, à long terme devient un choix viable, en plus de profiter à l'environnement.

Compte tenu de ce qui précède, en réponse à la question directrice de cette recherche, il a été possible de conclure qu'en ce qui concerne la captation des eaux pluviales par le toit du bâtiment étudié, il était possible de minimiser partiellement les inondations, ainsi que la réduction dans l'utilisation de l'eau potable fournie par le concessionnaire, rendant le projet économiquement et écologiquement viable pour la ville de Pesqueira - PE.

## LES RÉFÉRENCES

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (BRASIL) - **Segurança hídrica.** Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2020. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/Capitulo5.a4c79690.pdf>>.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Técnica 5626, de Junho de 2020. NBR 5626 - Sistemas prediais de água fria e água quente: Projeto, execução, operação e manutenção, [S. l.], 29 jun. 2020.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Técnica 5626, de Setembro de 1998. NBR 5626 - Instalação Predial de Água Fria, [S. l.], 30 out. 1998.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Técnica 10844, de dezembro 1989. NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura.** São Paulo: Blucher, 2009, 2a edição.

COUTINHO, *et al.* **Coletânea De Equações De Chuvas Intensas Para O Estado De Pernambuco.** Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2010.

CRC PE. Subsedes, delegacias e representações. 2022, disponível em: <https://www.crcpe.org.br/institucional/delegacias/>



CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 5ª edição, de. LTC. 1991.

FEITOSA, M. L. G. **Análise De Sistema De Captação E Reuso De Água Do Edifício Acqua Home Club**, Na Cidade De Caruaru – PE. Caruaru, 2020.

GUERRA, B. B. **Uso da água como fonte renovável em edificações**. Revista de Arquitetura IMED, 5(2): 4-9, 2016 - ISSN 2318-1109.

GAITÁN, M. C. P e TEIXEIRA, B. A. N. **Aproveitamento de água pluvial e sua relação com ações de conservação de água**: estudo de caso em hospital universitário, São Carlos (SP). Engenharia Sanitaria e Ambiental [online]. 2020, v. 25, n. 1.

LUCAS, F. V. **Sistema De Captação E Aproveitamento De Águas Pluviais Em Indústria De Alimentos**. Brasília, 2016.

LIMA, A. **Captação Da Água Da Chuva Para Consumo Doméstico**. Ariquemes, 2015.

NAÇÕES UNIDAS. **Água**. 2017. Disponível em: <https://unric.org/pt/agua/>

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**. Boletim da Organização Mundial de Saúde, 2017.

PENA, R. F. Alves. **"Distribuição da água no Brasil"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>. Acesso em 21 de abril de 2022.

PEDRANGELO, Alessandra de Castro; REZENDE, Luciana Cristina Soto Herek; YAMAGUCHI, Natália Ueda. **Avaliação de um sistema residencial para coleta de água de chuva**. Maringá, 2018.

REZENDE, J. H. e TECEDOR, N. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527**. Revista Ambiente & Água, 2017, v. 12, n. 6.

SALLA, M. R. LOPES, G. B. PEREIRA, C. E. NETO, J. C. M. PINHEIRO, A. M. **Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 167-181, 2013.





## **ANNEXE - NOTE DE BAS**

3. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).
4. Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR).
5. Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC).
6. Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

Envoyé : Mai 2022.

Approuvé : Mai 2022.

---

<sup>1</sup> Diplômé en génie civil. ORCID : 0000-0002-7445-1408.

<sup>2</sup> Master en Génie Civil et Environnemental. ORCID : 0000-0003-1496-6626.