



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

---

**Janaina Cavalcanti de Santana e Silva**

**ESTUDO HIDROLOGICO PARA AVALIAR A VAZÃO DO CORREGO  
RIBEIRÃO DOS CAVALOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EM UMA  
PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA (PCH).**

**Palmas**

**2017**



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

---

**Janaina Cavalcanti de Santana e Silva**

## **ESTUDO HIDROLOGICO PARA AVALIAR A VAZÃO DO CORREGO RIBEIRÃO DOS CAVALOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EM UMA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA (PCH).**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC 2) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor M. Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

**Palmas**

**2017**



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
*ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

---

Janaina Cavalcanti de Santana e Silva

## **ESTUDO HIDROLOGICO PARA AVALIAR A VAZÃO DO CORREGO RIBEIRÃO DOS CAVALOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EM UMA PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA (PCH).**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCC 2) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor M. Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.Orientador M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira.  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Prof. Ph.D. Jose Geraldo Delvaux Silva  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Prof. M.Sc. Mênfis Bernardes Alves  
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas

2017

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>8</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>13</b>
-Estudo Hidrológico .....	<b>13</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1. Problema de Pesquisa</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2. Hipóteses</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3. Objetivos</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3.1. Objetivos Gerais</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>16</b>
<b>1.4 Justificativa</b> .....	<b>17</b>
<b>2. Referencial Teorico</b> .....	<b>18</b>
2.1 PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS.....	<b>18</b>
2.1.1 Geração.....	<b>19</b>
2.1.2. Transmissão .....	<b>20</b>
2.1.3. Distribuição.....	<b>21</b>
<b>2.5. MÉTODO SCS (SOILCONSERVATION SERVICE)</b> .....	<b>22</b>
<b>1.1.1 2.5.1 Propagação Superficial</b> .....	<b>25</b>
2.6. ESTUDOS HIDROLÓGICOS .....	<b>26</b>
2.5. LOCALIZAÇÃO DA BACIA.....	<b>26</b>
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>33</b>

## DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho à minha Mãe, sem ela não teria chegado até aqui hoje, minha irmã que tanto amo e me apoia em todos os momentos, minha chefe que é mais uma mãe enviada por Deus. Muito obrigada.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha mãe Ana Paula de Santana primeiramente por ter me ajudado nessa caminhada, pois sem ela eu não teria forças para continuar e seguir em frente. À minha irmã querida que amo, Jessica Cavalcanti de Santana e Silva, que sempre esteve comigo em todos os obstáculos que superei. Minha chefe Vanilda Rodrigues Leite, por me ajudar sempre como pode financeiramente, espiritualmente e emocionalmente, obrigada por tudo.

Agradeço ao meu orientador Prof. M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira por ter me aconselhado e me guiado nesse projeto, e por me ensinar cada passo dessa pesquisa, sem dúvida foi o meu maior incentivador como professor e como pessoa, não tenho palavras para agradecer-lo Deus irá retribuí-lo.

Agradeço aos meus professores e avaliadores que contribuíram para a melhoria dessa pesquisa, Prof. Ph. D. Jose Geraldo Delvaux Silva e Prof. M.Sc. Mênfis Bernardes Alves.

Agradeço também as minhas amigas Giovanna Goulart, Livia Brito e Carolina Gaipo que sempre estiveram ao meu lado mesmo nas horas difíceis, sempre me apoiaram e me ajudaram como puderam. Obrigada a todos.

## EPÍGRAFE

*“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém.”*

*(Dali Lama)*

## RESUMO

Este trabalho propõe realizar um estudo hidrológico capaz de obter a vazão da bacia do Rio Manoel Alves Pequeno, o afluente córrego Ribeirão dos Cavalos, no município de Itacajá-To, com dados pluviométricos satisfatórios que definam de forma confiável, a viabilidade da regularização da vazão do córrego Ribeirão dos Cavalos reativar a barragem de concreto para utilização em geração de energia. Adotando-se o Método SCS (SOILCONSERVATION SERVICE), no sentido de se estimar a vazão de projeto.

Palavras-Chave: Estudo hidrológico, regularização de vazão, método SCS.

## **ABSTRACT**

This project proposes to carry out a hydrological study capable of obtaining the outflow of the Manoel Alves Pequeno River basin, the tributary Ribeirão dos Cavalos stream, in the municipality of Itacajá-To, with satisfactory rainfall data that reliably define the viability of the flow regularization of the stream Ribeirão dos Cavalos reactivate the concrete dam for use in power generation. Adopting the SCS Method (SOILCONSERVATION SERVICE), in order to estimate the project flow.

Key-Words: Hydrological study, regularization flow, SCS method.

**LISTA DE TABELA**

Tabela 1 - Valores do número de CN da curva de Runoff para bacias rurais. ....24

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Barragem Córrego Ribeirão dos Cavalos – Município de Itacajá Tocantins .....	19
Figura 2 – Córrego Ribeirão dos Cavalos .....	20
Figura 3 – Bacia hidrográfica delimitada. ....	30

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Volume Superficial .....	23
Equação 2 – Parâmetro de armazenamento.....	23
Equação 3 – vazão máxima .....	25
Equação 4 – Tempo de pico.....	25

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Equação precipitação. ....Erro! Indicador não definido.

## **Anexos**

-Estudo Hidrológico

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui grandes rios, ficando entre os primeiros países com maior potência de água doce do mundo. A força das águas dos rios é utilizada pelas usinas Hidrelétricas para gerar energia, considerada a forma mais econômica de geração de energia, e que por sua vez passa por processos de transmissão, transformação e finalmente distribuição de energia elétrica para a população, se tornando indispensável para a humanidade.

A agência que fiscaliza e regulariza esse processo que vai da transmissão à distribuição de energia no Brasil é a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. As hidrelétricas são consideradas uma fonte limpa e renovável na geração de energia, sendo um dos principais motivos para essa técnica ser o principal método de geração de energia no Brasil. O rio Tocantins que abrange como principais estados o Goiás, Pará, Maranhão, Mato Grosso e por fim e com maior percentual de contribuição o Tocantins, tem capacidade para geração de 21,5 Gwh. A criação e pequenas centrais hidrelétricas facilitam a distribuição de energia para pequenas cidades da região.

No presente estudo, tem a finalidade de avaliar a capacidade do Córrego Ribeirão dos Cavalos, para a geração de energia, obter o volume de escoamento superficial (por meio do método SCS), para avaliar a vazão do Rio Manoel Alves Pequeno (Córrego Ribeirão dos Cavalos) para geração de energia na cidade de Itacaja.

Além da melhoria na transmissão de energia, o projeto irá movimentar a cidade de Itacajá, gerando empregos e implantando um projeto totalmente renovável para a região.

### 1.1. Problema de Pesquisa

O presente estudo tem como maior enfoque a avaliar a vazão do Córrego ribeirão dos cavalos tem capacidade suficiente para a geração de energia tendo como beneficiada o município de Itacajá no estado do Tocantins.

### 1.2. Hipóteses

Energia gerada terá a capacidade de viabilizar a implantação do projeto.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivos Gerais**

Realizar um estudo hidrológico para a avaliar a vazão do Rio Manoel Alves Pequeno ( Córrego Ribeirão dos Cavalos), de um barramento com finalidade de geração de energia (PCH).

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar o estudo hidrológico e uso do solo na bacia do Rio Manoel Alves pequeno (Córrego Ribeirão dos cavalos).
- Aplicar os dados hidrológicos no método de conservação do solo SCS (SOILCONSERVATION SERVICE).
- Analisar os resultados obtidos pelo método, e apresentar a possibilidade da geração de energia mínima para usa da PCH.

#### **1.4 Justificativa**

O uso da barragem de concreto já construída a 16 anos com infraestrutura para a geração de energia melhora de transmissão.

O município de Miranorte tem duas estações bem definidas, a que tem precipitação e a que não tem, sendo o período em que há as precipitações excede-se a vazão efetiva e o período em que não há precipitações resulta em um déficit hídrico.

Neste caso, o presente estudo faz-se necessário para regularizar a vazão para que a mesma não oscile conforme as estações do ano, tornando o rio perene fluindo sempre água em seu leito.

Além de solucionar estes problemas do rio, a implantação da barragem irá abranger bem mais do que o objetivo em foco, trazendo benefícios como, a redução dos prejuízos causados por inundações, pois o barramento vai impedir que a vazão se eleve de forma significativa; Controle das estiagens e atenuação das cheias (combater às inundações), a vazão será mantida durante a seca, e barrada nas cheias.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Conforme o site da Associação Brasileira de Pequenas e Grandes hidro elétricas –

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são usinas hidrelétricas de tamanho e potência relativamente reduzidos, conforme classificação feita pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) em 1997. Esses empreendimentos têm, obrigatoriamente, entre 5 e 30 megawatts (MW) de potência e devem ter menos de 13 km<sup>2</sup> de área de reservatório. Apesar do nome, que carrega o “pequenas” e seu peso pouco atrativo, as PCHs são hoje responsáveis por cerca de 3,5% de toda a capacidade instalada do sistema interligado nacional.



**Figura 1** – Barragem Córrego Ribeirão dos Cavalos – Município de Itacajá Tocantins  
(Fonte:CARLOS SPARTACUS)

### 2.1.1 Geração

De acordo com o Atlas da Aneel, tem-se como geração de Energia Elétrica - A estrutura da usina é composta, basicamente, por barragem, sistema de captação e adução de água, casa de força e vertedouro, que funcionam em conjunto e de maneira integrada. A barragem tem por objetivo interromper o curso normal do rio e permitir a formação do reservatório. Além de “estocar” a água, esses reservatórios têm outras funções: permitem a formação do desnível necessário para a configuração da energia hidráulica, a captação da água em volume adequado e a regularização da vazão dos rios em períodos de chuva ou estiagem. Algumas usinas hidroelétricas são chamadas “a fio d’água”, ou seja, próximas à superfície e utilizam turbinas que aproveitam a velocidade do rio para gerar energia. Essas usinas fio d’água reduzem as áreas de alagamento e não formam reservatórios para estocar a água ou seja, a ausência de reservatório diminui a capacidade de armazenamento de água, única maneira de poupar energia elétrica para os períodos de seca. Os sistemas de captação e adução são formados por túneis, canais ou condutos metálicos que têm a função de levar a água até a casa de força. É nesta instalação que estão as turbinas, formadas por uma série de pás ligadas a um eixo conectado ao gerador. Durante o seu movimento giratório, as turbinas convertem a energia cinética (do movimento da água) em energia elétrica por meio dos geradores que produzirão a eletricidade. Depois de passar pela turbina, a água é restituída ao leito natural do rio pelo canal de fuga. Os principais tipos de turbinas hidráulicas são: Pelton, Kaplan, Francis e Bulbo. Cada turbina é adaptada para funcionar em usinas com determinada faixa de altura de queda e vazão. A turbina tipo Bulbo é usada nas usinas fio d’água por ser indicada para baixas quedas e altas vazões, não exigindo grandes reservatórios.

### 2.1.2. Transmissão

O site da Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica ABRADEE trás o conceito de transmissão de energia assim dizendo

A eletricidade é transportada através de cabos aéreos, ou seja, cabos visíveis por não estarem enterrados, sendo revestidos por camadas isolantes e fixados em grandes (e altas) torres de metal. Chamamos a todo esse conjunto de cabos e torres, portanto, de rede de transmissão de energia elétrica. As Transmissoras de energia costumam administrar as Linhas de Transmissão com as maiores voltagens; contudo, há também redes de menor voltagem dentro das próprias distribuidoras de energia elétrica, isso para permitir que as distribuidoras possam levar a energia de voltagens menores e mais seguras aos clientes de sua área de concessão.



**Figura 2** – Córrego Ribeirão dos Cavalos  
(Fonte:CARLOS SPARTACUS)

### 2.1.3. Distribuição

Segundo o site da Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica ABRADEE -

A conexão, o atendimento e a entrega efetiva de energia elétrica ao consumidor do ambiente regulado ocorrem por parte das distribuidoras de energia. A energia distribuída, portanto, é a energia efetivamente entregue aos consumidores conectados à rede elétrica de uma determinada empresa de distribuição, podendo ser rede de tipo aérea (suportada por postes) ou de tipo subterrânea (com cabos ou fios localizados sob o solo, dentro de dutos subterrâneos). Do total da energia distribuída no Brasil, dentre as Distribuidoras associadas à Abradee, o setor privado é responsável pela distribuição de, aproximadamente, 60% da energia, enquanto as empresas públicas se responsabilizam por, aproximadamente, 40%.

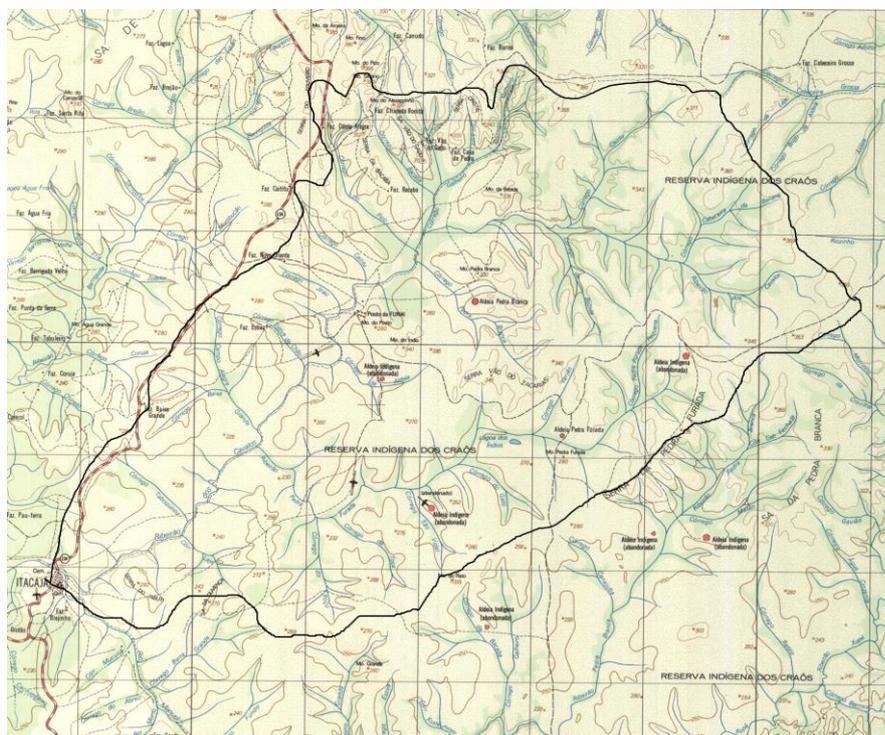
Segundo o (PORTAL SÃO FRANCISCO), “entende-se por Bacia Hidrográfica, localidades da superfície terrestre separadas topograficamente entre si, cujas áreas funcionam como receptores naturais das águas da chuva”.

Segundo LIMA, Walter (2008):

Uma bacia hidrográfica compreende toda a área de captação natural da água da chuva que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários.

O limite superior de uma bacia hidrográfica é o divisor de águas (divisor topográfico), e a delimitação inferior é à saída da bacia (confluência, exutório).

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características morfológicas, ou seja, área, forma, topografia, geologia, solo, cobertura vegetal etc.. A fim de entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos.



**Figura 3 – Bacia Hidrográfica**  
( Fonte(Fonte:CARLOS SPARTACUS)

## 2.5. MÉTODO SCS (SOILCONSERVATION SERVICE)

O método SCS é o mais simples e utilizados para estimarmos o volume de escoamento superficial, resultante de um evento de chuva.

Segundo Tucci (1998, p. 277)

Este modelo foi apresentado pelo Soil Conservation Service (SCS,1975). E tem sido muito utilizado para simulação de hidrogramas de cheias de projeto de obras hidráulicas bem como para o estabelecimento do risco de enchente para um determinado local.

“O modelo foi desenvolvido para ser utilizado para estimar (normalmente superestimar) o hidrograma de projeto para uma determinada bacia”. Tucci (1998)

Segundo Tucci (1998) “O método é composto pelos seguintes parâmetros”:

- a) Precipitação de projeto;
- b) Determinação do volume superficial;
- c) Propagação do escoamento na bacia;

*-Determinação do Volume Superficial (Q):*

De acordo com Tucci. (1998, p. 278),

O modelo utiliza uma expressão que relaciona a razão entre a precipitação total acumulada (P, em mm) com o volume superficial acumulado (Q em mm), e a razão entre a infiltração e o escoamento da bacia. A relação resultante é a seguinte.

$$Q = \frac{P - I_a^2}{P + S - I_a}$$

**Equação 1 – Volume Superficial**

Em que  $I_a$  são as perdas iniciais e S o armazenamento do solo. O valor de  $I_a$  é estimado para condições médias por  $I_a = 0,2S$ , ou seja, 20% da capacidade de armazenamento.

Para determinar a capacidade máxima da camada superior do Solo (S), foi estabelecida uma escala onde a variável é o parâmetro CN. Este parâmetro foi classificado de acordo com o tipo do solo. A expressão que relaciona S e CN é a seguinte

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

**Equação 2 – Parâmetro de armazenamento**

Esta expressão foi obtida em unidades métricas, a equação original em unidades inglesas, estabelece o valor de CN numa escala de 1 a 100. Esta escala retrata as condições de cobertura e solo, variando desde uma cobertura muito permeável até uma cobertura completamente impermeável (limite superior) e de um solo com grande capacidade de infiltração para um de baixa infiltração.

Os valores de CN são tabelados de acordo com o tipo de solo e características da superfície.

**Tabela 1** - Valores do número de CN da curva de Runoff para bacias rurais.

Uso do solo	Superfície do solo	Grupo do Solo			
		A	B	C	D
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curva de nível	25	59	75	83
	Boas, em curva de nível	6	35	70	79
Campos Permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

(Fonte: Tucci et al, aput, 1993)

Observação, de acordo com (RIGHETTO 1998)

Os tipos de solo seguem a seguinte classificação: grupo A – solos arenosos profundos com baixo teor de argila; grupo B – solos arenosos com baixo teor de argila; grupo C – solos barrentos com teor de argila entre 20 e 30%; e grupo D – solos argilosos.

### 1.1.1 2.5.1 Propagação Superficial

Segundo Tucci (1998, p. 281).

O volume gerado pela separação do escoamento é propagado até o rio através do uso do Hidrograma Unitário. O modelo utiliza o hidrograma unitário sintético triangular, obtido com base no valor do pico  $q$ , e tempo de pico  $t_p$ . O tempo de recessão  $t_r$  é estimado com base em  $t_p$  ( $t_r=1,67t_p$ ). As equações para vazão máxima e tempo de pico são.

$$q = \frac{2,08 A}{\frac{D}{2} + t_p}$$

**Equação 3 – vazão máxima**

$$t_p = \frac{2,6 L^{0,9} (S/25,4+1)^{0,1}}{1900 y^{0,5}}$$

**Equação 4 – Tempo de pico**

Em que:

**A** - área de drenagem (km<sup>2</sup>);

**Q** - vazão (m<sup>3</sup>/s);

**t<sub>p</sub>** - tempo de pico (hr);

**L** - o comprimento hidráulico (m)

**Y** - a declividade (%);

De acordo com Tucci (1998, p. 282).

A equação do tempo de pico é válida para pequenas bacias e para escoamento na superfície da bacia (Áreas < 8 km<sup>2</sup>).

O tempo de pico também pode ser estimado como base no tempo de concentração segundo a relação utilizada pelo SCS de que  $t_p = 0,6t_c$ . Desta forma as equações para o tempo de concentração são alternativas para a estimativa do tempo de pico.

Para bacias urbanas onde, o tempo de deslocamento na bacia diminui devido as áreas impermeáveis e a canalização, o tempo de pico e o tempo

de concentração são alterados com base na seguinte expressão  $t_p = t_p$  (bacia natural)  $f_1 \cdot f_2$ , onde  $f_1$  e  $f_2$  são, respectivamente fatores que reduzem o tempo de pico de acordo com o aumento das áreas urbanas e canalizadas. Estes fatores são obtidos por  $f_1 = 1 - M_a K$ ,  $f_2 = 1 - M_c K$ , onde  $M_a$  é a percentagem de aumento de áreas impermeáveis;  $M_c$  é a percentagem de áreas canalizadas e  $K = (-0,02185CN^3 - 0,4298CN^2 + 335 CN - 6789) \cdot 10^{-6}$ . (TUCCI, 1998, pág. 282 e 283)'.

## 2.6. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Em anexo.

## 2.5. LOCALIZAÇÃO DA BACIA

A bacia em estudo está localizada na cidade de Itacajá, Tocantins, conforme evidenciado na Figura 4.



### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Foi feito estudo bibliográfico sobre o assunto, em bibliografias, e pareceres técnicos envolvendo o assunto de PCHs.

#### 3.2 OBJETO DE ESTUDO

O estudo será direcionado para a obtenção de dados hidrológicos a fim de aplicá-los no método SCS (SOILCONSERVATION SERVICE), tendo como objetivo avaliar se a vazão atenderá o propósito da construção de PCH atendendo a cidade de Itacajá.

#### 1.1.2 3.3.1. Parâmetros do estudo hidrológico a serem executados.

PCH	QUANTIDADE
ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO	1600m <sup>3</sup>
ENSECADEIRA	6000m <sup>3</sup>
REMOÇÃO DA ENSECADEIRA	
CONSTRUÇÃO DO MURO DE GABIÃO	600m <sup>3</sup>
SELO DE ARGILA	500m <sup>3</sup>
ALTEALMENTO DO VERTEDOURO ORIGINAL	35m <sup>3</sup>
CONCRETAGEM DOS BLOCOS DE DRENAGEM	80m <sup>3</sup>
CONCRETAGEM DA LAJE DE MONTANTE	25m <sup>3</sup>
RECUPERAÇÃO DA FUNDAÇÃO	20m <sup>3</sup>
PERFURAÇÃO E INJEÇÃO DA FUNDAÇÃO	200m

## EQUAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ITACAJÁ – TO

$$K = 2301,020$$

$$A = 0,155$$

$$B = 31,688$$

$$C = 0,869$$

### Caracterização da Bacia

Analisou-se o local que melhor comporta um barramento e definiu-se o ponto do exutório de acordo com as curvas de níveis geradas pelo software Arcgis 9.3 com a extensão ArcMap, na ferramenta ArcToolbox, comando Spatial Analyst Tools na função Surface. Logo se fez a delimitação da bacia em estudo, também por meio do software Arcgis 9.3 com a extensão ArcMap, na ferramenta ArcToolbox, comando Spatial Analyst Tools na função Hydrology. Podemos visualizar a delimitação da bacia hidrológica na Figura 7. Para a obtenção dos dados gerados pelo software Arcgis deste trabalho, utilizou-se a carta SC-22-X-D-V em formato SRTM. Esta carta SC-22-X-D-V é referente a localização da bacia em estudo.

Através do shape da delimitação da bacia pelo software Arcgis 9.3 obtém-se por meio da tabela de atributos os seguintes dados: Área da bacia e Perímetro da bacia. No software Arcgis 9.3 exportou-se o formato do arquivo da delimitação da bacia para o formato dwg para utilizar o arquivo no software Autocad, logo utilizou-se a ferramenta list do software Autocad 2009 para extrair os seguintes dados: Comprimento do rio principal e o comprimento da bacia.

As cotas da bacia são obtidas através da leitura dos píxeis do arquivo SRTM no software Arcgis 9.3.

### 1.1.2.1 3.3.1.2 Método SCS

Procedimentos descritos no referencial teórico.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 2 mostra que em 35 minutos de chuva o retorno é de 91,46101 de volume de água, capacidade suficiente para atender a cidade de Itacajá

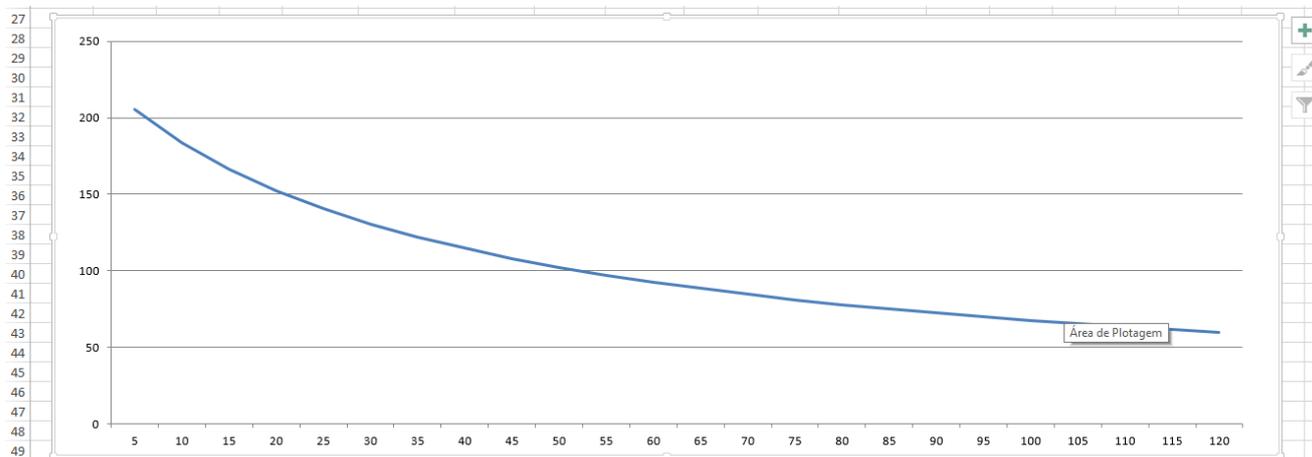
**Tabela 2 – Equação precipitação**

T (min)	k		T 2anos	T 5anos	T 10anos	T 20anos	T 30anos
10	2301,02	0,155	100,1821693	115,470523	143,66435	159,95899	170,33457
15	2301,02	0,155	90,79055334	104,645694	128,56738	143,149696	152,434958
20	2301,02	0,155	83,10829433	95,7910802	116,51478	129,730073	138,144885
25	2301,02	0,155	76,70015587	88,4050243	106,65586	118,75294	126,45573
30	2301,02	0,155	7126817588	82,1440941	98,432065	109,596389	116,70525
<b>35</b>	<b>2301,02</b>	<b>0,155</b>	<b>66,60128334</b>	<b>76,7650079</b>	<b>91,46101</b>	<b>101,834666</b>	<b>108,44007</b>
40	2301,02	0,155	62,60128334	72,090455	85,471819	95,1661714	101,33903
45	2301,02	0,155	58,98640415	67,988056	80,267071	89,3710922	95,1680587
50	2301,02	0,155	55,83602745	64,3569144	75,699371	84,2853165	89,7523993
55	2301,02	0,155	53,83602745	61,1187393	71,65638	79,7837623	84,9588563

T (min)	k		T 40anos	T 50anos	T 60anos	T 70anos	T 80anos
60	2301,02	0,155	50,50454708	58,2118206	68,050926	75,7693718	80,6840763
65	2301,02	0,155	48,22711397	55,5868386	64,814299	72,1656422	76,8465944
70	2301,02	0,155	46,15966715	53,2038879	61,891588	68,9114318	73,3813029
75	2301,02	0,155	44,2738826	51,0303222	59,238359	65,9572695	70,2355219
80	2301,02	0,155	42,54635722	49,0391669	56,818264	63,2626834	67,3661541
85	2301,02	0,155	40,95757907	47,2079324	54,601269	60,7942328	64,7375899
90	2301,02	0,155	39,49114676	45,5177144	52,562332	58,5240373	62,3201405
95	2301,02	0,155	38,13317009	43,952503	50,680407	56,428661	60,0888497
100	2301,02	0,155	36,87180458	42,4986461	48,937667	54,4882564	58,0225826
105	2301,02	0,155	35,6968862	41,1444287	47,318911	52,6858988	56,103317

110	2301,02	0,155	34,59964198	39,8797389	45,811096	51,007065	54,3155873
-----	---------	-------	-------------	------------	-----------	-----------	------------

(Fonte: Autor)



**Gráfico 1 – Equação precipitação**  
(Fonte: Autor)

## **5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Com o trabalho realizado constatamos que o volume de água recebido no córrego ribeirão dos cavalos é suficiente para atender a cidade de Itacajá. Fica aqui o presente trabalho para futuros estudos para geração de energia.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Netto. Manual de Hidráulica. 8 ed. Edgard Blucher LTDA, 1998.

Site <<http://www.abrapch.org.br/pchs/o-que-sao-pchs-e-cghs>> acesso em 30 de Setembro de 2017.

Site <[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par2\\_cap3.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap3.pdf)> acesso em 27 de Setembro de 2017.

Fábio S. V. A implantação de barramentos em sistemas fluviais : ferramentas de planejamento e avaliação de impacto UFRGS. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28441>>. Acesso em 07 de Setembro de 2017.

Site < <http://www.abradee.com.br/setor-eletrico/redes-de-energia-eletrica>> acesso em 30 Agosto 2017

Site < <http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/a-distribuicao-de-energia>>

Acesso em 07 de Setembro 2017.

EUCLYDES et al. (2011) ATLAS digital das águas de Minas Disponível em <[http://www.atlasdasaguas.ufv.br/exemplos\\_aplicativos/roteiro\\_dimensao\\_dimensionamento\\_barragens.html](http://www.atlasdasaguas.ufv.br/exemplos_aplicativos/roteiro_dimensao_dimensionamento_barragens.html)> acesso em 08 de Setembro de 2017.

CARVALHO e SILVA. Hidrologia cap. 2 Ciclo Hidrológico. UFRRJ AGOSTO 2006. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap2-CH.pdf>> acesso em 15 de abril de 2013.

LOPES E SANTOS. Capacidade de Reservatórios. São Paulo 2002. Disponível em: <[http://www.sinfehidro2.fcth.br/public/cursos/phd5706/phd5706\\_Reservatorios.pdf](http://www.sinfehidro2.fcth.br/public/cursos/phd5706/phd5706_Reservatorios.pdf)> Acesso em 20 de Março 2013.

TUCCI, Impactos da variabilidade climática e do uso do solo nos recursos hídricos. Brasília 2002. Disponível em: <<http://galileu.iph.ufrgs.br/Collischonn/ClimaRH/download/relclima.PDF>> Acesso em 23 de Setembro.

RIGHETTO, Antônio M. **Hidrologia e Recursos Hídricos**. São Carlos: 1º Ed. USP, 1998.

TUCCI, Carlos E. M. **Modelos Hidrológicos**. Porto Alegre: 1º Ed. UFRG, 1998.

FURNAS. Disponível em:  
<[http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemaufurnas/usina\\_hidr\\_serramesa.asp](http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemaufurnas/usina_hidr_serramesa.asp)>  
Acesso em 23 de Abril.  
Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/bacias-hidrograficas/bacia-hidrografica-5.php>> Acesso em 25 de Setembro.

Ometto, J.C. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo: Ceres, 1981. 425p.

Nepomuceno, Daniel. TUT - perfil-arctgis. Disponível em:  
<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABkqQAL/tut-perfil-arctgis>>  
Acesso em 29 Setembro 2017.