



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL  
ÁREA DE TECNOLOGIA RURAL

PEDRO MARCOS LIRA DE FREITAS

**ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO:  
MAPEAMENTO DO RISCO DE INUNDAÇÃO DO MUNICÍPIO DE  
SÃO LOURENÇO DA MATA - PE**

RECIFE - 2020

PEDRO MARCOS LIRA DE FREITAS

**ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO:  
MAPEAMENTO DO RISCO DE INUNDAÇÃO DO MUNICÍPIO DE  
SÃO LOURENÇO DA MATA - PE**

Relatório de Conclusão de Estágio Curricular Supervisionado Obrigatório apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, como requisito avaliativo para conclusão do curso de graduação.

Orientador: Prof. Dr. Anildo Monteiro Caldas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F866m

Freitas, Pedro Marcos Lira de Freitas

MAPEAMENTO DO RISCO DE INUNDAÇÃO DO MUNICÍPIO DE  
SÃO LOURENÇO DA MATA - PE / Pedro Marcos Lira de Freitas Freitas. -  
2020.

26 f. : il.

Orientador: Anildo Monteiro Caldas.

Coorientador: Fernando Cartaxo Rolim Neto.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Bacharelado em Agronomia, Recife, 2020.

1. ArcGIs. 2. Morfologia. 3. Hidrologia. I. Caldas, Anildo Monteiro, orient. II.  
Neto, Fernando Cartaxo Rolim, coorient. III.

Título CDD 630



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL  
ÁREA DE TECNOLOGIA RURAL

**ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO:  
MAPEAMENTO DO RISCO DE INUNDAÇÃO DO MUNICÍPIO DE  
SÃO LOURENÇO DA MATA - PE**

**ASSINATURAS:**

*Anildo Monteiro Caldas.*  
Prof. Dr. Anildo Monteiro Caldas  
ORIENTADOR

*Pedro Marcos Lira de Freitas*

Pedro Marcos Lira de Freitas  
ESTAGIÁRIO

## **DEDICATÓRIA**

Dedico à Deus e aos meus Pais por sempre apoiarem meus estudos.

*“Tudo posso naquele que me fortalece”*

Filipenses 4:13

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me guiou e me abençoou em cada momento da minha vida.

Aos meus pais, Marcos Lira e Swamy Lira, por terem sido pessoas fundamentais para minha formação, sempre me incentivando e apoiando.

À minha noiva, Josenita Braga, pelo amor, pelo carinho, pela força, pela atenção e pela ajuda durante essa fase da minha vida.

A toda minha família, que me apoiaram durante a formação.

Ao meu cunhado, Salatiel Braga, por toda troca de conhecimento e apoio na fase final da minha formação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Anildo Monteiro Caldas, por todo ensinamento, apoio e confiança.

Ao Prof. Dr. Brivaldo Gomes de Almeida, pelos ensinamentos, ajudas e apoio durante a minha formação

A todo corpo docente do Curso de Agronomia, pelos ensinamentos e subsídios que auxiliarão minha carreira profissional.

Aos meus colegas do PET-AGRONOMIA, em especial a Venâncio Veloso, Amanda de Lima, Alane Guimarães, Ezildo Felinto e Alysson Lima pela troca de informa pela troca de informações e conhecimentos, bem como por todo companheirismo e amizade fundamentais ao longo de toda a graduação. A todos o meu muito obrigado.

Aos meus colegas do Curso de Agronomia, em especial, Romero Galvão, Tarcísio Ferreira, Daybson dos Santos, Elton Araújo, James Andrade, Igor Souza, Tássia Cristina, Maria Fenanda e Bruno Souza tantos outros que não foram mencionados, por todos momentos vividos durante o curso.

Ao time de Futsal da Rural, por todo companheirismo e apoio ao longos dos 4 últimos anos, em especial a Lucas Ferreira, Mateus Waterloo, Danilo Nunes, Daniel Neto e Professor Willington Lins.

E a todas as pessoas aqui não mencionadas que, de alguma forma, contribuíram para que esta graduação se tornasse uma realidade

## RESUMO

O estudo baseou-se na metodologia AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para mapeamento de áreas de risco de inundação. Foram utilizadas cenas de radar da missão SRTM, reprojetaas para o SIRGAS 2000, para determinação das características morfológicas do município de São Lourenço da Mata localizado na Mesorregião metropolitana do Recife-PE. A modelagem digital foi realizada através do módulo *Hydrology* do software ArcGIS 9.3 - ESRI GIS and Mapping Software, licenciado para o Laboratório de Geotecnologias - GEOLab do Departamento de Tecnologia Rural da UFRPE. Para verificar a consistência dos pesos estatísticos calculados, foi verificada a razão de consistência ( $RC = IC/IR$ ), sendo este parâmetro menor que 0,10 para validação do modelo, em que RC corresponde a razão de consistência, IR corresponde ao índice aleatório e IC ao índice de consistência. Assim utilizando-se de pesos estatísticos para a elaboração do mapa de risco de inundação do Município de acordo com o método estatístico AHP (*Analytic Hierarchy Process*) que consiste na categorização do problema em níveis hierárquicos lineares de importância em relação a cada fator ambiental pré-definidos. Através dessas análises foi possível identificar que a cidade apresenta aproximadamente 90% das suas áreas com risco classificado em médio e baixo.

**Palavras chave:** arcgis, morfologia e hidrologia.

## Sumário

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	METODOLOGIA	11
	<b>2.1. ÁREA DE ESTUDO</b>	11
	<b>2.2. MAPAS TEMÁTICOS</b>	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
5.	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	23
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24



## 1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados por municípios brasileiros no período de chuvas intensas é a inundação. Devido à urbanização, normalmente ocorre um aumento da vazão em toda a área urbana, devido principalmente ao processo de impermeabilização do solo, assim áreas que anteriormente constituíam o leito de inundação do rio são gradativamente povoadas.

As Inundações são fenômenos naturais que afetam a vida da humanidade desde a antiguidade. Entre todos os tipos de desastres naturais, as inundações são os que impactam o maior número de pessoas, deixando centenas de milhares de desabrigados todos os anos (TUNG, 2002; MOORE, BELL, JONES, 2005) Conforme UN (2004), as inundações causaram, nas últimas décadas, no mundo, cerca de um terço dos prejuízos e danos causados por todos os tipos de desastres e foram também responsáveis por dois terços das pessoas afetadas por estes desastres.

Os condicionantes dos processos de inundação são listados por Amaral e Ribeiro (2009) são eles: formas de relevo; característica da drenagem da bacia hidrográfica; intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas; características do solo e o teor de umidade; presença ou ausência da cobertura vegetal. Além de condicionantes naturais, a intervenção antrópica no meio também pode potencializar e/ou acelerar os processos de inundação, como a impermeabilização do solo, a retificação, desvios e canalização de cursos d'água e a construção de barragens para diferentes fins como o acúmulo de rejeito de mineração, reservatório de água para abastecimento e produção de energia

Campana e Tucci (2001), afirmam que uns dos maiores desafios a serem enfrentados pelo poder público será a antecipação aos impactos gerados pela ocupação desordenada do espaço urbano, antes que os mesmos sejam realidades.

Segundo Vieira et al. (2006), as técnicas convencionais quando aplicadas para monitorar a expansão urbana e a ocupação de áreas de bacias hidrográficas, não têm conseguido acompanhar a velocidade com que o fenômeno se processa. Sendo assim, deve-se alertar para a necessidade da busca de novos métodos, empregando tecnologias mais adequadas, para detectar, em tempo real, a expansão urbana e as alterações ambientais decorrentes.

Para Moura (2003), a análise ambiental na gestão pública, além de complexa, é um problema notadamente espacial. Daí o emprego do geoprocessamento como instrumento auxiliar aos gestores para aquisição, manipulação, armazenamento, combinação, análise e recuperação de informações importantes que direcionam à tomada de decisões.

Dentro deste contexto, torna-se fundamental a realização de estudos que forneçam prognósticos, em áreas já urbanizadas, a fim de se antecipar na realização das medidas remediadoras e em áreas a serem urbanizadas, onde se pode chegar à inviabilização de sua ocupação. (GUIMARÃES, 2009)

As informações são geradas, em mapas temáticos, obtidos por técnicas de geoprocessamento, podendo-se citar: formações básicas do relevo, hidrografia, características geológicas, geomorfológicas, declividades ou áreas de ocorrências de doenças e área de expansão urbana, análise de infraestrutura, informações socioeconômicas, plano diretor, lei de uso e ocupação do solo, zoneamento, análises de interesses ambientais (CAMARA et al., 1996).

O trabalho teve por objetivo de identificar as possíveis áreas de inundação do município de São Lourenço da Mata através do método AHP e Técnicas de Geoprocessamento.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. ÁREA DE ESTUDO**

O município de São Lourenço da Mata está localizado na mesorregião Metropolitana e na Microrregião Recife do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Paudalho, a sul com Jaboatão dos Guararapes e Moreno, a leste com Recife e Camaragibe e a oeste com Vitória de Santo Antão e Chã de Alegria. (CPRM, 2005).

O relevo de São Lourenço da Mata faz parte da unidade das Superfícies Retrabalhadas que é formada por áreas que têm sofrido retrabalhamento intenso, com relevo bastante dissecado e vales profundos. O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso começando outono/inverno tendo início em dezembro/janeiro e término em setembro. A precipitação média anual é de 1300,9 mm (CRPM, 2005).

A área municipal ocupa 263,3 km<sup>2</sup> e representa 0,27% do Estado de Pernambuco e está inserido nas Folhas SUDENE Vitória de Santo Antão e Limoeiro na escala 1:100.000. A sede do município tem uma altitude aproximada de 58,0 metros e coordenadas geográficas 08° 00' 00'' de latitude sul e 35° 02' 00'' de longitude oeste, distando 18,0 km da capital, cujo acesso é feito pelas rodovias pavimentadas BR 408 e PE 05 (CPRM, 2005).

De acordo com o censo 2010 do (IBGE), a população residente total é de 102895 habitantes sendo 96777 (94,05%) na zona urbana e 6118 (5,95%) na zona rural. Os habitantes do sexo masculino totalizam 50016 (48,6%), enquanto que do feminino totalizam 52879 (51,4%), resultando numa densidade demográfica de 392,57 hab/km<sup>2</sup>

O relevo, faz parte da unidade das Superfícies Retrabalhadas que é formada por áreas que têm sofrido retrabalhamento intenso, com relevo bastante dissecado e vales profundos. A vegetação é predominantemente do tipo Floresta Subperenifólia, com partes de Floresta Hipoxerófila.

O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono/inverno tendo início em dezembro/janeiro e término em setembro. A precipitação média anual é de 1300,9 mm.

Os solos dessa unidade geoambiental são representados pelos Latossolos nos topos planos, sendo profundos e bem drenados; pelos Podzólicos nas vertentes íngremes, sendo

pouco a medianamente profundos e bem drenados e pelos Gleissolos de Várzea nos fundos de vales estreitos, com solos orgânicos e encharcados. (CRPM, 2005).

São Lourenço da Mata encontra-se inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe. Seus principais tributários são: os rios Capibaribe, Aratangi, Goitá, Tapacurá, Muribara, Macaco, Maninimbu, Tejipió, Pirão, Duas Unas, Várzea do Una e Mussaíba, além dos riachos: do Azeite, Jurema e Besouro. Os principais corpos de acumulação são os Açudes: dos Macacos, do Meio, da Bóia, General, Tapacurá, Pirãozinho, Várzea do Una (11.568.010m<sup>3</sup>) e as barragens: Tapacurá (94.200.000m<sup>3</sup>) e do Goitá. Os principais cursos d' água no município têm regime de escoamento perene e o padrão de drenagem é o dendrítico. (CPRM, 2005).

No município foi identificado a presença de duas barragens para abastecimento da população, a primeira sendo a da Várzea do Una, com capacidade menor, com cerca de 11.568.010 m<sup>3</sup> e a a segunda, sendo a Barragem do Tapacurá, com capacidade de 94.200.000m<sup>3</sup>. (APAC, 2020)

Foram utilizadas para compor a base do mapeamento e para coleta de dados cenas e imagens de radar SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), resolução espacial de 30 m, WGS 84 e mosaico de imagens de sensor óptico Landsat 8, com resolução espacial de 30 m e resolução temporal de 16 dias, Datum WGS84. As imagens estão disponíveis gratuitamente nos sites da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA, 2005) e no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE 2020).

A modelagem digital foi realizada no software ArcGIS 9.3 a ESRI GIS and Mapping Software, licenciado para o laboratório de Geotecnologias do Departamento de Tecnologia Rural da UFRPE. Foi executada uma rotina no módulo Catalog do ArcGIS, para criação de uma plataforma de armazenamento e organização dos dados e produtos (mapas temáticos) obtidos, denominada Geodatabase “Diagnostico\_Geoambiental\_PE”, subdividida em topográficos e morfométricos, uso e conflito, risco de incêndio e inundação.

## **2.2. MAPAS TEMÁTICOS**

Os mapas dos fatores ambientais, altitude, classes de declividade, uso e ocupação do solo, unidades de mapeamento de solo, foram obtidos do mosaico SRTM pelo processamento em plataforma ARCMAP. Onde posteriormente, foram reclassificados em classes, as quais

receberam valores que variam em uma escala de zero a dez, referentes ao grau de susceptibilidade à inundação e determinação dos pesos estatísticos do modelo para cada fator ambiental envolvidos sendo hierarquizados utilizando o método de AHP (*Analytic Hierarchy Process*) proposto por Saaty (1977)

O mapa de orientação do terreno corresponde aos pontos cardeais na rosa dos ventos, para o qual se encontram orientados o plano de máxima declividade deste ponto. Todos os mapas foram gerados em rotina computacional realizada no módulo ArcMap do ArcGIS, os mapas dos fatores ambientais foram reclassificados em classes, às quais foram atribuídos coeficientes de contribuição de acordo com sua importância para o risco de inundação, na escala de 1 a 10, do menor para o maior risco.

O critério adotado para a geração do mapa de risco de inundação seguiu a distribuição de todos os coeficientes e, posteriormente dos pesos, para cada fator ambiental, foi definido a partir da importância de cada fator, sendo esta obtida em levantamentos bibliográficos e em debates com uma equipe multidisciplinar, composta por Engenheiros Agrônomos, Agrícolas, Ambientais e Florestais, Biólogos, Advogados e Geógrafos.

### **2.3. Analytic Hierarchy Process (AHP)**

Os mapas dos fatores ambientais foram reclassificados em classes, as quais foram atribuídos valores que variaram em uma escala de zero a dez, referentes ao grau de susceptibilidade à inundação, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Classes de susceptibilidade à inundação.

Susceptibilidade à inundação	Grau
Menos susceptível	0
Mais susceptível	10

Fonte: Saaty (1977).

Após a reclassificação e concessão dos valores referentes ao grau de susceptibilidade, procedeu-se a determinação dos pesos estatísticos do modelo para cada fator ambiental envolvido.

Para a representação do risco de inundação, para as condições do município de

Batatais, os fatores foram hierarquizados utilizando o método de AHP (*Analytic Hierarchy Process*) proposto por Saaty (1977) que consiste na categorização do problema em níveis hierárquicos lineares de importância em relação a cada fator ambientais pré-definidos (TABELA 2).

Tabela 2 - Escala de comparadores com os respectivos pesos de importância – Escala fundamental de Saaty (1977).

Valores	Importância mútua
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que
1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que
1	Igualmente importante a
3	Moderadamente mais importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito fortemente mais importante que
9	Extremamente mais importante que

Fonte: Saaty (1977).

A fase de escolha dos valores, com base na escala de comparadores, foi considerada um dos momentos mais importantes do processo de construção do mapa de risco de inundação. O grau de cada fator (TABELA 3) foi definido a partir da importância de cada fator, sendo esta obtida em levantamentos bibliográficos e em debates com uma equipe multidisciplinar, composta por Engenheiros Agrônomos e Florestais, Biólogos, Advogados e Geógrafo.

Tabela 3 - Fatores, grau de susceptibilidade às classes e pesos para determinar o risco de inundação.

<b>Fator: Altitude</b>		
Classes (m)	Grau de susceptibilidade	Peso do fator
011 – 021	10	
021 – 031	9	
031 – 041	8	
041 – 051	7	
051 – 061	6	
061 – 071	5	7
071 – 091	4	
091 – 121	3	
121 – 161	2	
161 – 263	1	

<b>Fator: Uso do solo</b>		
Classes	Grau de susceptibilidade	Peso do fator
Corpos D'água	10	
Agropecuária	5	
Indiscriminado	8	
Influência Urbana	8	
Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas	2	5
Floresta Ombrófila Aberta Submontana	1	
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	1	

<b>Fator: Declividade</b>		
Classes (%)	Grau de susceptibilidade	Peso do fator
0 – 3	10	
3 – 8	8	
8 – 20	6	
20 – 45	4	3
45 – 75	2	
> 75	1	

<b>Fator: Classe do Solo</b>		
Classes	Grau de susceptibilidade	Peso do fator
Rio	10	
Neossolo Fluvíco	6	
Neossolo Litólico	8	
Argissolo Amarelo	6	1
Argissolo Vermelho Amarelo	6	
Gleissolo Háptico	8	
Latossolo Amarelo	1	

Fonte: Saaty (1977).

Com base na escala de comparadores, utilizou-se os fatores de maior importância, chegando ao resultado que pode ser observado na Tabela 4. Quando um fator é confrontado com ele mesmo, o único resultado possível é 1, pois apresenta igual importância, resultando assim os valores inteiros<sup>(\*)</sup> de relevância para o mapeamento.

Tabela 4 - Matriz de comparação pareada.

FATORES	Classe de Solo	Declividade	Uso do solo	Altitude
Classe de Solo	1*	1/3	1/5	1/7
Declividade	3*	1*	1/3	1/5
Uso do solo	5*	3*	1*	1/3
Altitude	7*	5*	3*	1*

\*Valores de importância relativa de interesse para o modelo.

De posse dos valores de importância relativa, pôde-se determinar os pesos estatísticos para cada fator, dividindo cada elemento pela somatória dos elementos da coluna a que ele pertence e fazendo-se uma média entre as colunas, determinando assim cada peso (TABELA 5).



Tabela 5 - Determinação dos pesos estatísticos para cada variável.

FATORES	Classe de Solo	Declividade	Uso do solo	Altitude	Pesos
Classe de Solo	1/16 = 0,0625	0,33/9,33 = 0,0357	0,20/4,53 = 0,0441	0,14/1,68 = 0,0852	= <b>0,0553</b>
Declividade	3/16 = 0,1875	1/9,33 = 0,1075	0,33/4,53 = 0,0735	0,20/1,68 = 0,1193	= <b>0,1175</b>
Uso do solo	5/16 = 0,3125	3/9,33 = 0,3214	1/4,53 = 0,2206	0,33/1,68 = 0,1988	= <b>0,2622</b>
Altitude	7/16 = 0,4375	5/9,33 = 0,5357	3/4,53 = 0,6618	1/1,68 = 0,5966	= <b>0,5650</b>

Para verificar a consistência dos pesos estatísticos calculados, foi verificada a razão de consistência (EQUAÇÃO 1), a qual deve ser menor que 0,10 para que o modelo seja aceitável.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que, RC é a razão de consistência, IR é o índice aleatório extraído da Tabela 6 e IC é o índice de consistência (EQUAÇÃO 2).

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \quad (\text{Equação 2})$$

Tabela 6 - Valores de IR para matrizes quadradas de ordem n, segundo o Laboratório Nacional de Oak Ridge, EUA.

N	IR
2	0,0
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32

Em que, n é o número de variáveis testadas que corresponde ao número de colunas ou de linhas e  $\lambda_{\max}$  é o autovetor, calculado pela equação 3.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{[Aw]_i}{w_i} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde,  $[Aw]_i$  é a matriz resultante do produto da matriz de comparação pareada (Tabela 4) e  $W_i$  a matriz dos pesos estatísticos calculados (Tabela 5).

De posse dos valores de Aw (Tabela 7), pode-se calcular o autovetor ( $\lambda_{\max}$ ) obtendo-se o valor de 4,1169, o qual foi utilizado no cálculo do índice de consistência (IC). Resultando o valor 0,039.

Tabela 7 - Valores de Aw.

	Matriz de comparação				$W_i$	Aw
Classe de Solo	1	1/3	1/5	1/7	0,0553	0,2276
Declividade	3	1	1/3	1/5	0,1175	0,4838
Uso do solo	5	3	1	1/3	0,2622	1,0795
Altitude	7	5	3	1	0,5650	2,3262

O índice aleatório extraído (IC) foi calculado para obter o valor da razão de consistência (RC) de valor 0,0433, sendo este menor que 0,10, indicando que os pesos calculados para o modelo matemático são aceitáveis.

Validado os pesos estatísticos, para a elaboração do mapa de risco de inundação para o município de São Lourenço da Mata, utilizou-se o modelo matemático abaixo (EQUAÇÃO 4).

(Equação 4)

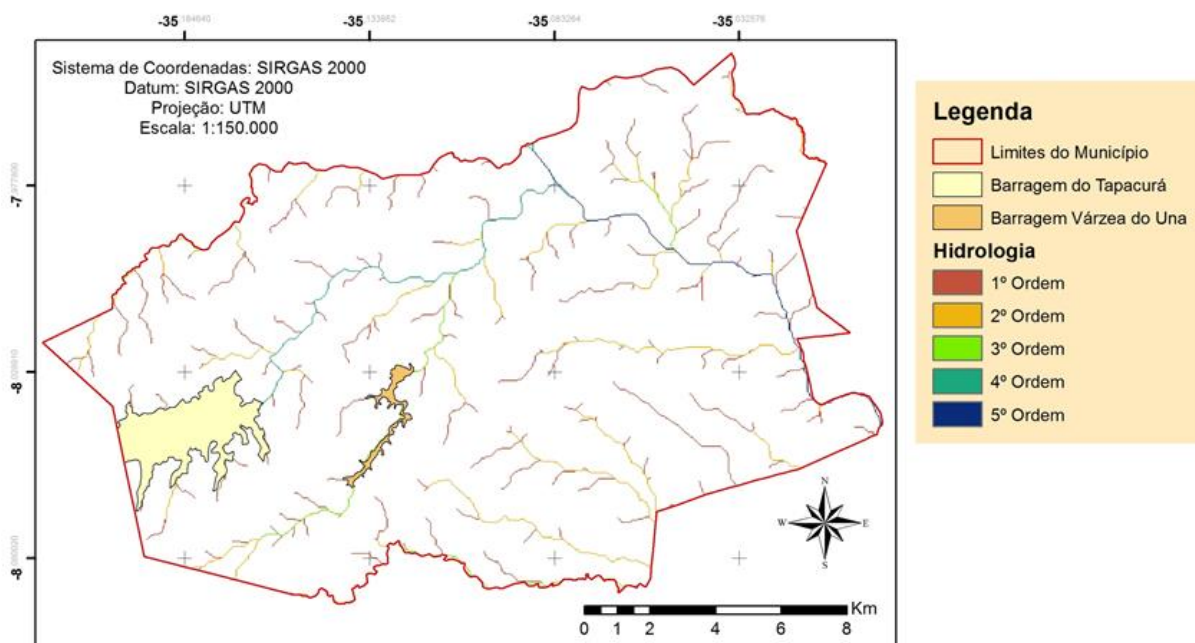
$$\text{Risco de inundação} = (0,5650 \times \text{Altitude}) + (0,2622 \times \text{Uso do solo}) + (0,1175 \times \text{Declividade}) + (0,0553 \times \text{Classe de solo})$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de verificar toda a área de estudo do município de São Lourenço da Mata – Pe, foram gerados 04 (quatro) mapas, sendo eles: o mapa dos compartimentos hidrológicos, da altimetria, da rede de drenagem e o da declividade do município.

Pode-se observar então, na Figura 1, o mapa da rede de drenagem, que foi caracterizada como dendrítica, tal característica é encontrada por razão da presença de rios que vão até a quinta ordem. O mapa, foi oriundo do processamento do modelo digital de elevação no modelo *HYDROLOGY*.

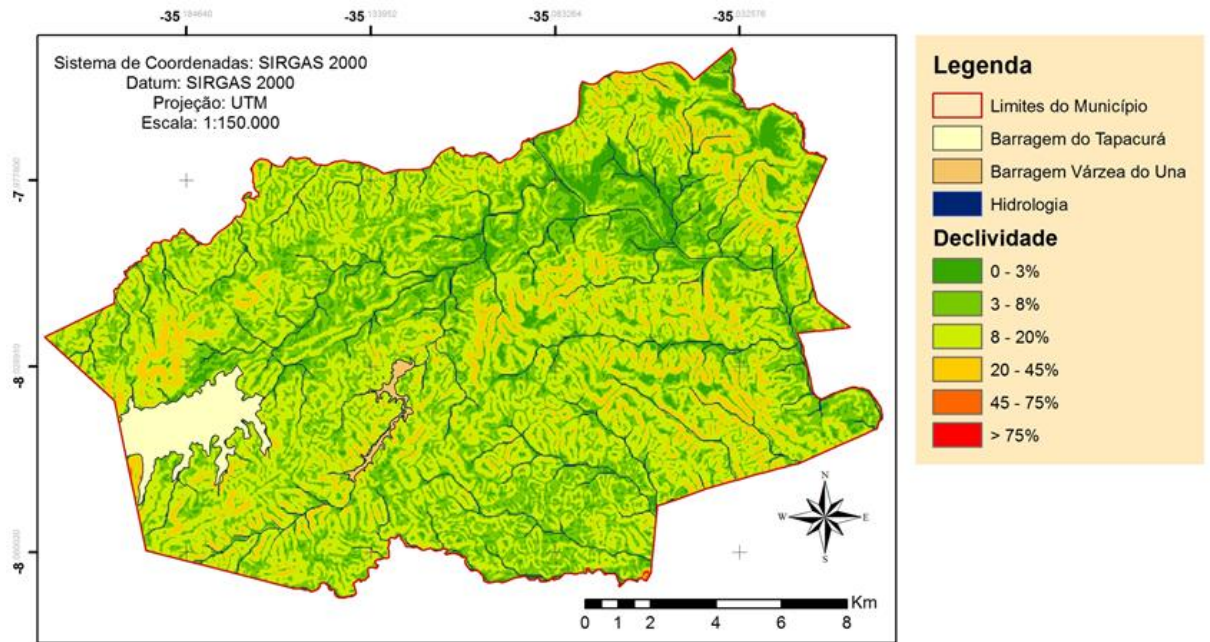
*Figura 1: Mapa da rede de drenagem do município de São Lourenço da Mata.*



*Fonte: O Autor.*

Na Figura 2, observa-se o mapa de declividade, que segundo a classificação da EMBRAPA (1979), o Relevo foi reclassificado com classes que variam de: 0-3 % (relevo plano), 3-8 % (relevo suavemente ondulado), 8-20 % (relevo ondulado), 20-45 % (relevo fortemente ondulado), 45-75 % (relevo montanhoso) e > 75 % (relevo fortemente montanhoso). Verificando o mapa, constata-se uma predominância das classes 8 à 20% (Ondulado) e da classe 20 à 45% (Forte Ondulado), havendo uma presença de áreas com declividade acima de 75% (Relevo fortemente montanhoso).

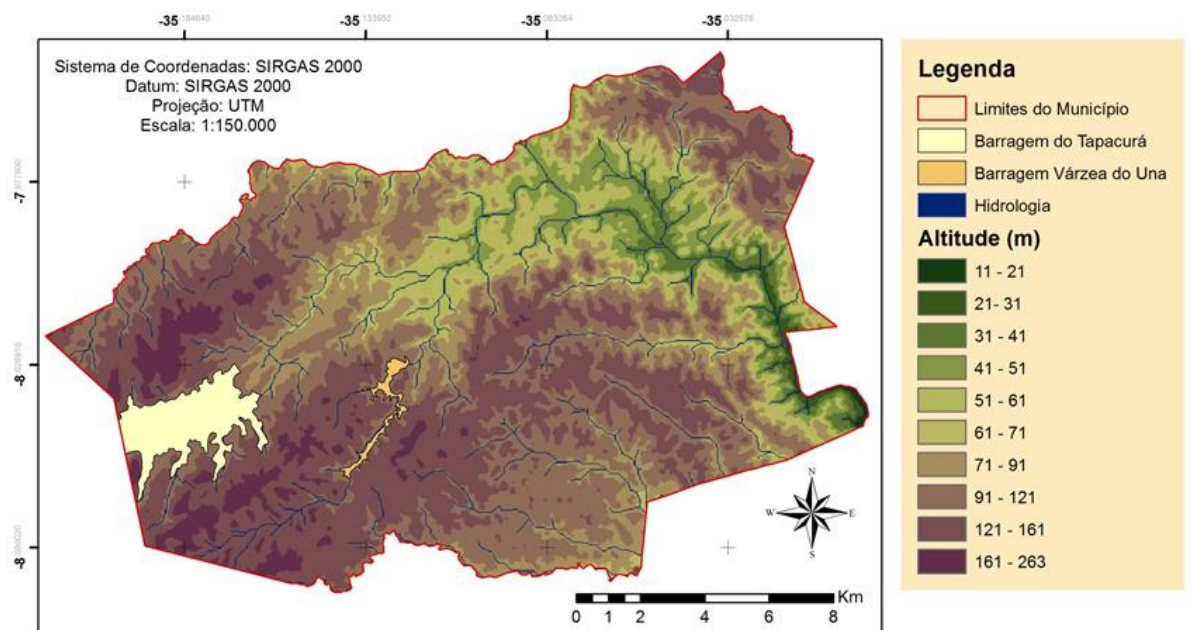
Figura 2: Classes de declividade do município de São Lourenço da Mata.



Fonte: O Autor

Observando-se a figura 3, a qual descreve-a altimetria do município, verifica-se a presença de altitude entre 11 e 263 metros acima do nível médio dos mares, e constata-se a predominância das altitudes, entre 91 m à 161 m.

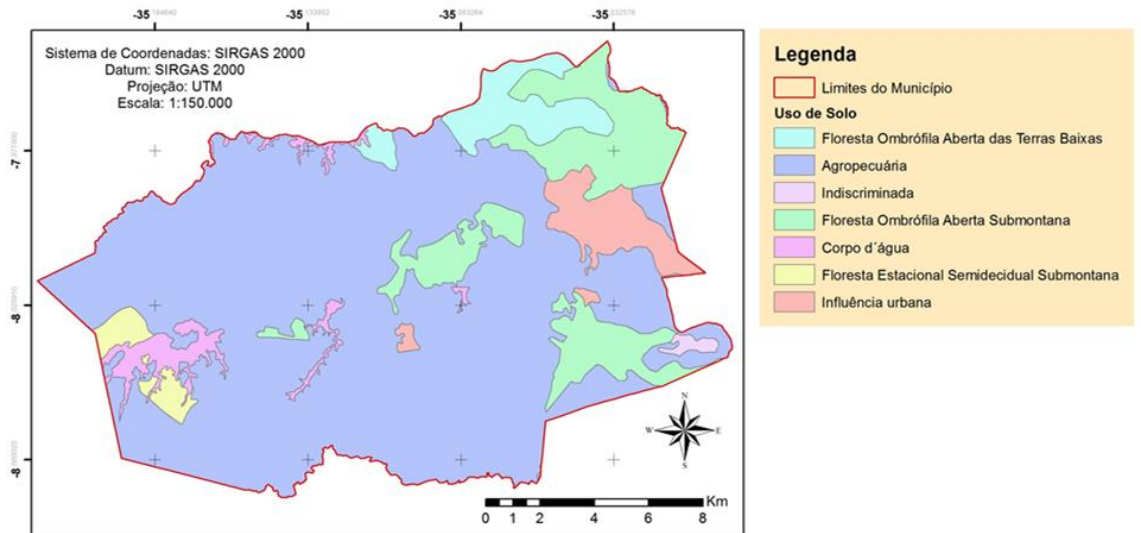
Figura 3: Mapa da altimetria do município de São Lourenço da Mata.



Fonte: O Autor.

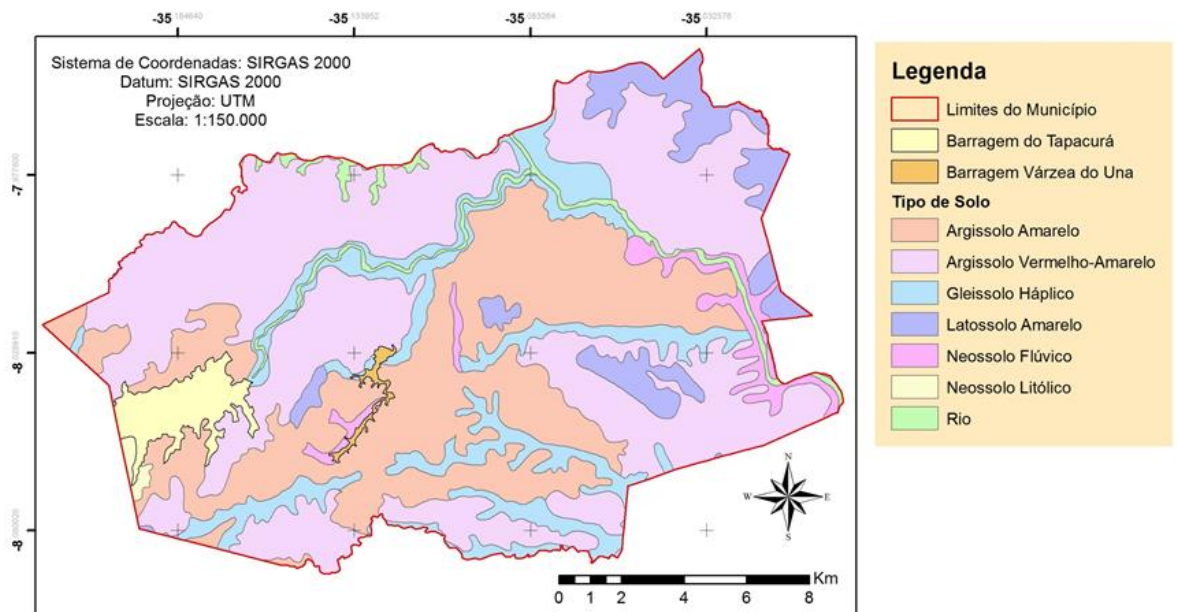
Observando-se as figura 4 e 5, ambas obtidas através do site do IBGE, verificou-se para a classe de uso do solo, a grande presença de área que envolve a produção Agropecuária (192,48 Km<sup>2</sup>). Já na figura 5, que trata das classes do solo, constatou-se a maior presença da classe de solo Argissolo Vermelho-amarelo (115,51 Km<sup>2</sup>).

Figura 4: Mapa de Uso do Solo do município de São Lourenço da Mata.



Fonte: O Autor.

Figura 5: Mapa de Classes de Solo do município de São Lourenço da Mata.

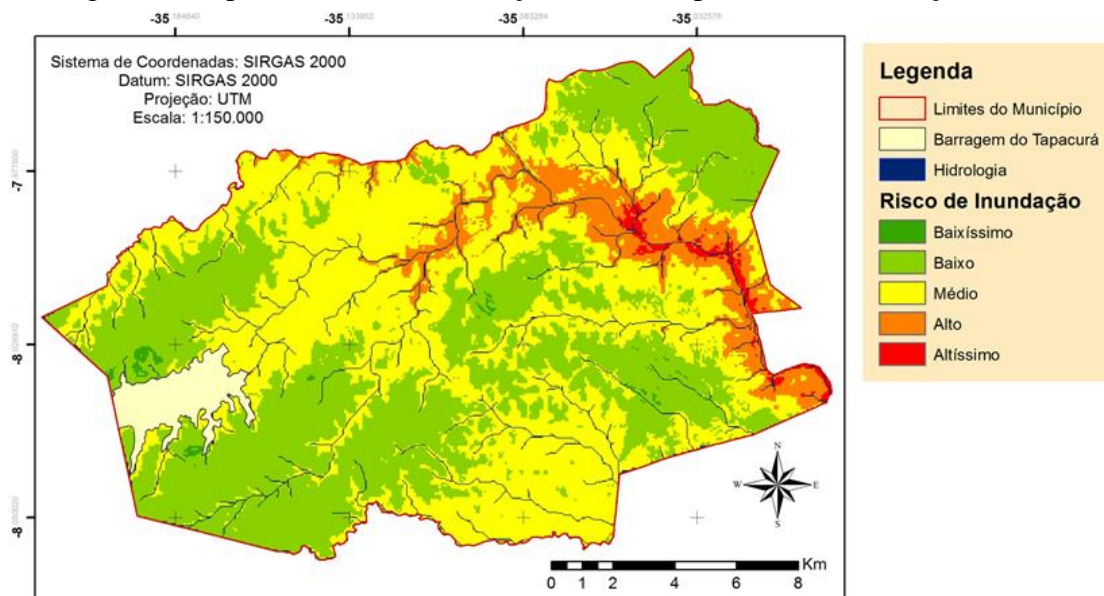


Fonte: O Autor.



Com o auxílio da ferramenta “raster calculator” do módulo ArcMAP do software ArcGIS, operou-se a álgebra de mapas tendo como base os mapas dos fatores ambientais e seus respectivos pesos estatísticos. No mapa de risco de inundação observam-se as áreas de risco para o município de São Lourenço da Mata - PE, em cinco níveis de susceptibilidade (Figura 6). As áreas com maiores riscos de inundação localizam-se no leste do município, contemplando a área urbana e a área cortada pelo Rio Capibaribe, de acordo com a tabela 8.

Figura 6: Mapa do Risco de Inundação do município de São Lourenço da Mata.



Fonte: O Autor

Tabela 8 – Quantificação das áreas de Risco de Inundação do Município.

	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Baixíssimo Risco	0,917	0,35
Baixo Risco	108,300	41,42
Médio Risco	124,699	47,69
Alto Risco	25,136	9,61
Altíssimo Risco	2,430	0,93
<b>Área Total do Município</b>	<b>261,482</b>	

Fonte: O Autor

Verifica-se que, em sua maioria, as áreas com maiores riscos, possuem relevo plano a suave ondulado. A menor declividade confere às áreas diminuição da capacidade de escoamento da água por consequência do maior tempo de retenção e acúmulo. Segundo Oliveira, Saldanha e Guasselli (2010), Kang, Goo, Song, Chun, Her, Hwang e Park (2013), Rudari, Gabellani e Delogu (2014) e Oliveira, Dias Junior, Curi e Resck (2004), quanto maior a altitude e declividade, menos susceptível é a área à ocorrência de inundações.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do modelo Hydrology a área de estudo foi caracterizada morfometricamente, no qual possibilitou um excelente entedimento, possibilitando ainda, a obtenção de informações de cunho relevante na identificação das áreas de risco de inundação do município.

As áreas médio e baixo risco, representam aproximadamente 90% da área do município, contemplando as áreas sobre ocupação agropecuária, já no centro urbano do município a uma predominância de áreas com altíssimo e alto risco. Sendo agravadas pelo fato do município apresentar um grande número de residências que margeam o principal rio da cidade, sendo ele o Rio Capibaribe. Estas áreas representam um grave problema para perdas humanas, estruturais e materiais, caso venha ocorrer um fenômeno natural, como uma chuva intensa e muito prolongadas nessa região.

#### 5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

ATIVIDADES	2020		
	Ago	Set	Out
Revisão de Literatura	X	X	
Coleta de Dados		X	
Obtenção das imagens orbitais	X	X	
Tabulação de dados	X	X	
Processamento de dados e imagens orbitais		X	
Elaboração dos mapas temáticos		X	
Discussão dos resultados		X	X
Relatório final das atividades			X

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e enchentes. In: Tominaga, L. K.; Santoro, J.; Amaral, R. (orgs.). Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico. 39-52p. (2009)

APAC. Agencia pernambucana de aguas e clima, sistema de geoinformação hidrometeorológico de pernambuco. 2020. <<http://www.apac.pe.gov.br/sighpe>> acesso em: 09 de setembro de 2020

CAMÂRA, G.; CASANOVA, M. A.; HERMELY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; MEDEIROS, C. M. B. Anatomia de sistemas de informação geográfica. Campinas: Editora da UNICAMP, 1996. 193 p.

CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. E. M. Predicting floods from urban development scenarios: case study of the Diluvio basin, Porto Alegre, Brazil. *Urban Water*, v. 3, 2001. p. 113-124

CPRM - Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São Lourenço da Mata, estado de Pernambuco / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p. + anexos “Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado de Pernambuco” 1. Hidrogeologia – Pernambuco - Cadastros. 2. Água subterrânea – Pernambuco - Cadastros. I. Mascarenhas, João de Castro org. II. Beltrão, Breno Augusto org. III. Souza Júnior, Luiz Carlos de org. IV. Galvão, Manoel Julio da Trindade G. org. V. Pereira, Simeones Neri org. VI, Miranda, Jorge Luiz Fortunato de org. VII Título.

KANG, M.S.; GOO, J.H.; SONG, I.; CHUN, J.A.; HER, Y.G.; HWANG, S.W.; PARK, S.W. Estimating design floods based on the critical storm duration for small watersheds. *Journal of Hydro-environment Research*, v. 7, p. 209-218, 2013.

MOORE, R. J.; BELL, V. A.; JONES, D. A. Forecasting for flood warning. *Comptes Rendus Geosciences*, v. 337, p. 203- 217, 2005.

MOURA, A. C. M. Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano. Belo Horizonte: Ed da autora, 294 p., 2003.

OLIVEIRA, G. G. de; SALDANHA, D.L.; GUASSELLI, L. A. Espacialização e análise das inundações na bacia hidrográfica do rio Cai/RS. *Geociências*, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 413-427, 2010.

OLIVEIRA, G.C.; DIAS JUNIOR, M.S.; CURI, N. e RESCK, D.V.S. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após 20 anos de manejo e cultivo do solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Viçosa, v. 28, p. 335-344, 2004.

RUDARI, R.; GABELLANI, S.; DELOGU, F. A simple model to map areas prone to surface water flooding. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 10, p. 428-441, 2014.



SAATY, T. L. Scaling method for priorities in hierarchical structures. Journal of mathematical psychology, San Diego, CA, v. 15, p. 234-281, 1977

TUNG, Y. Keynote lecture: Risk-Based design of flood defense system. Proceedings of Second International Symposium of Flood Defense, Beijing, 2002. Proceedings... Beijing: p. 71-81, 2002.

UN (United Nations). Guidelines for reducing flood losses. Geneva: UN. 83p., 2004.

Vieira, P. B. H., Pinto, J. F., Galvão, M. L., Santos, L. K. S. Utilizando SIG na Análise Urbana da Microbacia do Rio Itacorubi, Florianópolis-SC, In: COBRAC 2006. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, UFSC-Florianópolis. 15 a 19 de Outubro, 2006, p. 1-9. Disponível em:  
<[http://www.geodesia.ufsc.br/Geodesiaonline/arquivo/cobrac\\_2006/107.pdf](http://www.geodesia.ufsc.br/Geodesiaonline/arquivo/cobrac_2006/107.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2020.