MINERAÇÃO MORRO VELHO: 150 ANOS DE REGISTROS PLUVIOMÉTRICOS

Ruibran Januário dos Reis[1]; Daniel Pereira Guimarães[2]; Elena Charlotte Landau[3]

Resumo – Este trabalho analisou a série histórica mensal das chuvas registradas pela estação pluviométrica 01943000 – Mineração Morro Velho, em Nova Lima, Minas Gerais, com série histórica compreendendo os eventos ocorridos entre os anos de 1855 e 2003. Os dados foram agrupados em cinco subséries de 30 anos, para avaliação das tendências de alterações na precipitação média anual, distribuição das chuvas e eventos extremos. Os resultados evidenciaram alteração nos padrões de chuva apenas para o mês de setembro, com uma tendência de redução no volume de chuvas para o período. As fases de início, término e duração da estação chuvosa não apresentaram tendências de alterações nos últimos 150 anos. Os eventos extremos de precipitação tenderam a ocorrer nos meses de janeiro e fevereiro, quando tendem a ocorrer maiores frequências de veranicos e inundações ocasionadas por chuvas de altas intensidades.

Palavras-Chave – Mudanças Climáticas, Séries Históricas, Chuva.

MORRO VELHO MINING: 150 YEARS OF RAINFALL RECORDS

Abstract - This study examined the historical series data of the monthly rainfall recorded by the rainfall station 01943000 – Mineração Morro Velho, in Nova Lima, Minas Gerais - Brazil, considering historical data including events occurred between the years 1855 and 2003. The data were grouped into five subsets of 30 years, to evaluate the trends of changes in average annual rainfall, rainfall distribution and extreme events. The results showed changes in rainfall patterns only for the month of September, with a downward trend in rainfall for the period. The beginning, end and duration of the rainy season showed no trends of changes in the last 150 years. The extreme precipitation events tended to occur in the months of January and February, when higher frequencies of dry spells and floods caused by rains of high intensity tend to occur.

Keywords - Climate Change, Time Series, Rain.

INTRODUÇÃO

A falta de conhecimentos sobre as condições climatológicas foi decisiva para que os exploradores europeus buscassem estabelecer uma rede de informações em suas áreas de colonização (Nicholson *et al*. 2012). No Brasil, a grande preocupação dos exploradores portugueses em conhecer o regime das chuvas estava relacionada à facilitação das incursões nas áreas interioranas e às atividades de garimpo, que se iniciaram nos leitos dos rios e, posteriormente, migraram para a mineração subterrânea. Souza (2004) relata que o alagamento ocasionado pelas águas subterrâneas e infiltrações foi responsável pelo fechamento das minas de ouro de Gongo Soco

[1] Professor no programa de Pós-graduação em Tratamento da Informação Espacial - PUC Minas. ruibrandosreis@gmail.com *
[2] Pesquisador na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG. daniel.guimaraes@embrapa.br
[3] Pesquisadora na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG. charlotte.landau@embrapa.br

(localizada em Caeté e fechada em 1856) e Passagem (localizada em Mariana e fechada em 1873). A única mina que permaneceu ativa durante os séculos XIX e XX foi a de Morro Velho (localizada no atual município de Nova Lima e explorada pela empresa inglesa St. John d'el Rey Mining desde 1830). Além da baixa concentração do mineral, as principais causas pelos insucessos na exploração aurífera de Minas Gerais foram ocasionadas por problemas ligados à água: infiltrações e desabamentos, fatores que levaram à necessidade de monitoramento das chuvas na região.

Conforme Ibiapina *et al*. (1999), o monitoramento hidrológico do Brasil em bases organizadas surgiu em decorrência dos problemas relacionados com a seca no Nordeste e a necessidade de aproveitamento dos recursos hídricos para a geração de energia, levando à criação, no início do século XX, do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) e o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

A criação da Agência Nacional de Águas – ANA pela lei nº 9984 de 2000 permitiu a centralização e gestão das bases de dados da Rede Hidrometeorológica Nacional, a qual passou a disponibilizar os dados pelo Sistema HidroWeb (www.hidroweb.ana.gov.br).

Atualmente, uma ampla rede de estações pluviométricas e fluviométricas cobre todo o território nacional e serve como fonte de estudos para várias áreas do conhecimento, como os zoneamentos de risco climático, de grande importância para a área agrícola, e as análises de tendência para simulações de mudanças climáticas.

OBJETIVO

Analisar a série histórica das chuvas mensais ocorridas em Nova Lima, Minas Gerais, entre os anos de 1855 e 2003, visando identificar alterações no regime de chuvas e na ocorrência de eventos extremos.

METODOLOGIA

A base de dados foi obtida no portal da Agência Nacional de Águas: http://hidroweb.ana.gov.br/, série histórica contendo o código 01943000 – MINERAÇÃO MORRO VELHO, contendo 2531 registros e metadados apresentados na Figura 1. Os registros das chuvas ocorridas entre janeiro de 1855 e setembro de 1941 representam bases mensais. Após esse período, foram efetuados registros diários.

Dados da Estação	
Código	01943000
Nome	MINERAÇÃO MORRO VELHO
Código Adicional	-
Bacia	RIO SÃO FRANCISCO (4)
Sub-bacia	RIOS SÃO FRANCISCO,DAS VELHAS (41)
Rio	-
Estado	MINAS GERAIS
Município	NOVA LIMA
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-19:58:45
Longitude	-43:51:0
Altitude (m)	770
Área de Drenagem (km2)	-

Figura 1. Localização geográfica da estação pluviométrica 01943000 – Mineração Morro Velho, Minas Gerais.

Os dados foram agrupados em cinco subséries de 30 anos, para avaliação de tendências de alterações na precipitação média anual, distribuição de chuvas e eventos extremos. As análises consistiram no ajuste de uma distribuição probabilística (função *Weibull*). Para comparação entre os meses, considerando que o número de dias varia conforme o mês, a comparação baseou-se na precipitação média diária.

A função *Weibull* foi ajustada de acordo com os procedimentos de Reis *et al* (2012) com a seguinte configuração:

$$f(X) = \square(\gamma/\beta*(X/\beta)^{(\gamma-1)})/\exp((X/\beta)^{\gamma}) \quad (1)$$

No modelo, □ refere-se ao valor assintótico, **β** define a taxa de expansão da variável ***f*(X)** e **γ** determina o ponto de inflexão da distribuição. O parâmetro assintótico e percentis relativos a 10 e 90% da distribuição foram usados para a determinação da precipitação média anual, início, término e duração do período chuvoso.

As tendências de mudanças das precipitações mensais foram feitas com o emprego de equações de regressão linear e análises de eventos extremos a partir da visualização gráfica de *outliers*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra as precipitações médias mensais para as cinco normais pluviométricas compostas por séries históricas de 30 anos entre 1850 e 2000. Embora o gráfico sugira uma tendência de diminuição das precipitações nas normais mais recentes, a alta variabilidade nos períodos analisados não permite que essa inferência seja usada.

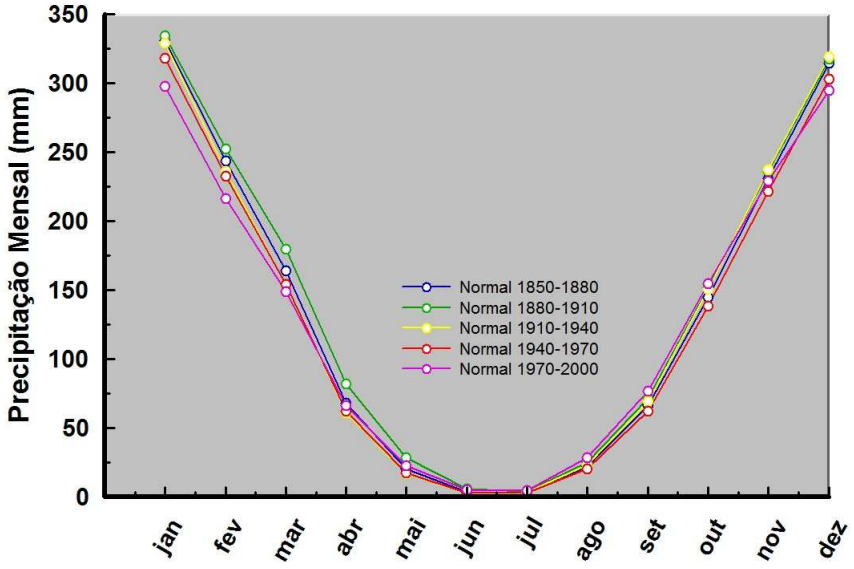

Figura 2. Normais pluviométricas - Estação Mineração Morro Velho de 1850 a 2000.

Esses resultados diferem das tendências de alterações nos regimes de chuvas para o Estado de Minas Gerais nos modelos de simulação dos impactos das mudanças climáticas sobre as áreas aptas para o cultivo do cafeeiro usados por Assad *et al*. (2004), onde são previstos aumentos de cerca de 15% nos índices de precipitação.

A Figura 3 mostra a variação das precipitações médias anuais determinadas pelo parâmetro assintótico da função probabilística de *Weibull*. Também nesse caso, embora o gráfico possa sugerir uma tendência de redução das precipitações, as análises estatísticas não sugerem nenhuma tendência definida para os últimos 150 anos.

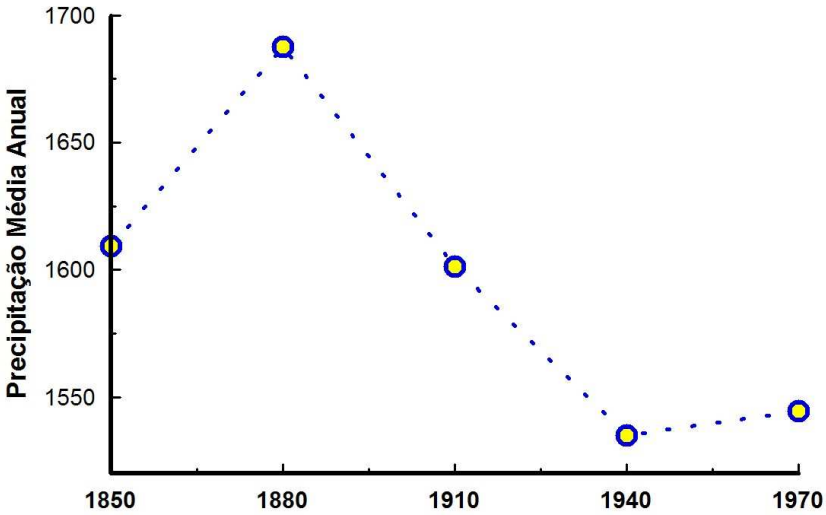

Figura 3. Alterações nas precipitações médias anuais das normais pluviométricas entre os anos de 1850 e 2000 para a estação Mineração Morro Velho.

A Figura 4 mostra o ajuste da distribuição probabilística às precipitações mensais originárias das normais pluviométricas e as indicações de ocorrência de eventos extremos caracterizados pela ocorrência de meses secos ou muito chuvosos em relação aos valores esperados.

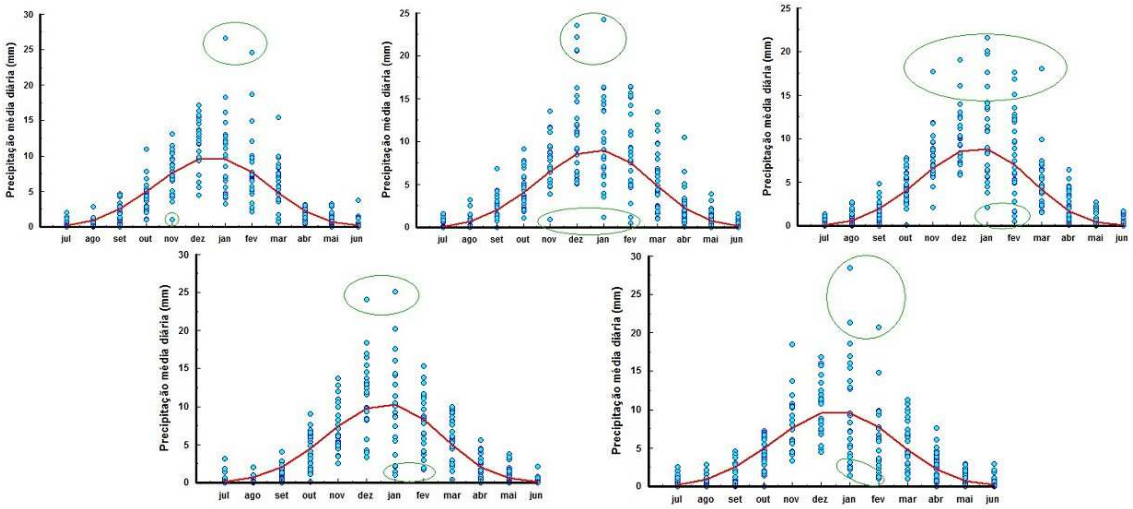

Figura 4. Distribuição das precipitações mensais, determinação das normais pluviométricas pelo ajuste da função *Weibull* e identificação de *outliers*.

Verifica-se que eventos extremos de alta precipitação mensal tendem a ocorrer entre os meses de dezembro e fevereiro, e os eventos extremos de baixa precipitação mensal predominam nos meses de janeiro e fevereiro, sendo que nenhuma ocorrência foi feita observada no mês de dezembro.

A Tabela 1 mostra os resultados de ajuste de uma equação de regressão linear simples relacionando a precipitação mensal e o respectivo ano de coleta da informação.

Tabela 1. Tendências de alterações nas precipitações mensais na estação Mineração Morro Velho entre os anos de 1850 e 2003.

Mês	b0	(P>0.05)	b1	(P>0.05)
Janeiro	580.5048	N.S.	-0.1427	N.S.
Fevereiro	1053.9406	N.S.	-0.4347	N.S.
Março	661.2247	N.S.	-0.2515	N.S.
Abril	-140.0561	N.S.	0.108	N.S.
Maio	127.9673	N.S.	-0.0496	N.S.
Junho	6.6977	N.S.	0.0037	N.S.
Julho	-14.1132	N.S.	0.0136	N.S.
Agosto	61.7735	N.S.	-0.0229	N.S.
Setembro	346.7279	*	-0.1531	*
Outubro	131.2727	N.S.	0.0024	N.S.
Novembro	6.4596	N.S.	0.1185	N.S.
Dezembro	967.3446	N.S.	-0.3247	N.S.

Verifica-se que apenas para o mês de setembro foi observada uma tendência significativa de redução da quantidade de chuvas ocorridas na área. Essa dificuldade de estabelecer uma tendência definida pode estar ligada à alta variabilidade dos volumes de chuvas incidentes na região.

A Tabela 2 mostra as alterações no ciclo das chuvas entre as normais pluviométricas consideradas. As datas de início e final do ciclo das chuvas correspondem aos percentis de 10 e 90% do valor assintótico da distribuição, e a duração do ciclo corresponde ao intervalo de tempo entre os percentis considerados.

Tabela 2. Caracterização dos ciclos das chuvas com base nas normais pluviométricas da estação Mineração Morro Velho, MG.

Normal Pluviométrica	Data Início	Data Final	Duração dias
1850 a 1880	30 de setembro	8 de maio	145
1880 a 1910	3 de outubro	9 de maio	147
1910 a 1940	28 de setembro	6 de maio	145
1940 a 1970	30 de setembro	8 de maio	145
1970 a 2000	28 de setembro	3 de maio	148

CONCLUSÕES

O ajuste da função probabilística de Weibull permitiu modelar a distribuição mensal das chuvas e identificar parâmetros referentes à precipitação média anual, épocas de início, final e duração do período chuvoso.

A análise da série histórica de 150 anos de precipitação mensal ocorrente em Nova Lima-MG, estação Mineradora Morro Velho, não mostrou uma tendência definida de alteração no regime pluviométrico ocorrente na região. Dentre os meses analisados, apenas o mês de setembro apresentou tendência de redução no volume de chuvas ao longo do tempo.

Embora as análises gráficas sugeriram uma tendência de redução no volume de chuvas ao longo dos anos, as análises estatísticas não confirmaram essa tendência.

REFERÊNCIAS

ASSAD, E.; PINTO, H. S.; ZULLO, J. J.; ÁVILA, A. M. H. (2004) Impacto das mudanças climáticas no zoneamento climático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(11) pp. 1054-1067.

IBIAPINA A.V., FERNANDES D., OLIVEIRA E., GUIMARÃES V.S., SILVA M.C.A.M.,CARVALHO D.C. (1999), Evolução da Hidrometeorologia no Brasil, O Estado das Águas no Brasil - 1999, ANEEL-SIH, MMA-SRH, MME, Brasília/DF, Brasil, p. 121-137.

NICHOLSON, S. E.; DEZFULI, A. K.; KLOTTER, D.A (2012) Two-century precipitation dataset for the continent of Africa. *Bulletin of American Meteorological Society*, 19: 1219-1231.

REIS, R. J.; GUIMARÃES, D.P.; LANDAU, E. C. (1998). *Chuvas em Minas Gerais*. Editora PUC Minas, Belo Horizonte-MG. 96 p.

SOUZA, T. M. F de. (2004) Onde o sol nunca bilha: investimentos britânicos e mudança tecnológica nas minas de Gongo Soco, Passagem e Morro Velho. In: Seminário Sobre Economia Mineira, 11., 2004, Diamantina. *Anais*... Belo Horizonte: Cedeplar: Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <http://ideas.repec.org/h/cdp/diam04/200449.html>. Acesso em: 22 abr. 2013.