AVALIAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE CONTROLE DA ESQUISTOSSOMOSE NO MUNICÍPIO DE BOM CONSELHO - PE

Willames de Albuquerque Soares[1], Marília Farias da Silva[2]Maria Cardinale Veiga Soares[3], Roseane Menezes Silva[3]

RESUMO --- A esquistossomose é uma doença de veiculação hídrica e está entre as mais difundidas no Nordeste. Em Pernambuco existem várias regiões, principalmente no interior do estado, onde há uma precariedade maior nas condições de vida**,** sendo Bom Conselho um dos municípios afetado. As várias coleções de água existentes no município propícia um habitat natural para o caramujo, hospedeiro intermediário. Para detectar as áreas mais afetadas, uma amostragem foi realizada durante os anos de 2007 e 2008. Em cada residência visitada, foram realizados exames de coproscopia, pelo método de Kato-Katz, que determina o quantitativo de ovos por grama de fezes analisado. Também foram analisados estudos de casos para determinar quais procedimentos devem ser adotados para erradicação do parasito, por meio de um modelo matemático. Da amostragem observou-se um alto índice de contaminação pelo parasita nas zonas rural e urbana. Em 2007 foram analisadas 38 localidades rurais e toda a região urbana. Destas, 27 foram encontrados o parasito. Em 2008 foram analisados 22 localidades rurais e a região urbana. Em 21 foram identificados ovos do parasito. Matematicamente, os procedimentos mais adequados para a erradicação do parasito são a construção de um sistema de esgoto e o uso de moluscicidas.

ABSTRACT --- Schistosomiasis is a disease of running water and is among the most widespread in the Northeast. Pernambuco in several regions, mainly in interior the state, where there is more precarious conditions of life. Bom Conselho is one of the municipalities affected. The various collections of water in the municipality provides a natural habitat for the periwinkle, intermediate host. To identify the areas most affected, a sampling was performed during the years 2007 and 2008. In each home visited, tests Coproscopia were performed, by the method of Kato-Katz, which determines the number of eggs per gram of faeces examined. case studies were analyzed to determine which procedures should be adopted to eradicate the parasite, using a mathematical model. There was a high rate of contamination by the parasite in rural and urban areas. In 2007 were analyzed in 38 locations in rural and urban areas. Of these, 27 were found the parasite. In 2008 were examined 22 urban and rural locations. In the 21 were identified in eggs of the parasite. Mathematically, the most suitable for the eradication of the parasite are the construction of a drainage system and the use of molluscicide.

Palavras-chave: Esquistossomose , Bom Conselho, parasitas

1) Professor da Universidade de Pernambuco. Av Rua Capitão Pedro Rodrigues, 105 – São José – Garanhuns – PE CEP 55.294 – 902 . e-mail: willames.soares@upe.br.
2). Graduanda em biologia, pela FACETEG/UPE Garanhuns/PE. e-mail: marilia0303@hotmail.com.
3). Graduanda em matemática, pela FACETEG/UPE Garanhuns/PE. e-mail: cardinale_19@hotmail.com; roseanesilva7@hotmail.com

1 – INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de fundamental importância para todos os seres vivos. Da água existente no planeta apenas 2,5% é doce, sendo somente 0,3% desse valor que constituem rios e lagos. O Brasil possui a maior disponibilidade de água no planeta, com 11,2% da água doce do mundo e ainda uma das mais extensas e densas redes de rios perenes do mundo, com grandes bacias hidrográficas (SRH/MMA 2006).

Desde as primeiras civilizações o homem a utiliza de inúmeras formas, como a irrigação, a navegação, a pesca e o lazer, dentre outras, sendo a diluição de esgotos é um dos seus piores usos. A falta de serviços de saneamento e de abastecimento de água potável traz grandes problemas para os habitantes, o que é visto principalmente em municípios de pequeno porte.

A qualidade de vida dos seres humanos esta diretamente ligada à água, pois ela e utilizada para o funcionamento adequado do organismo, preparo de alimentos, higiene pessoal e de utensílios. A água, usada para consumo humano, deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas, por isso deve ser isenta de organismos patogênicos e de substancias tóxicas, a fim de prevenir danos a saúde e favorecer o bem estar das pessoas (Zancul 2006).

Quando não tratada a água pode se transformar num poderoso difusor de doenças. Aparecem então as doenças de veiculação hídrica. Dentre os inúmeros organismos patogênicos, o *Schistosoma Mansoni,* causador da esquistossomose, é um dos principais parasitárias de veiculação hídrica no mundo e a degradação ambiental é determinante para sua ocorrência e disseminação, mais que a pobreza e o subdesenvolvimento.

Segundo o Ministério da Saúde no mundo, ocorre em 72 países, destacando- se os da África, Caribe, leste do Mediterrâneo e da América do Sul. No Brasil, é considerada uma endemia em franca expansão, que atinge 19 estados, estando presente, de forma endêmica e focal, do Maranhão até Minas Gerais; com focos isolados no Pará, Piauí, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Goiás, Distrito Federal e Rio Grande do Sul. Possui baixa letalidade e as principais causas de óbito estão relacionadas às formas clínicas graves.

Em Pernambuco existem varias regiões endêmicas, principalmente no interior do estado, onde há uma precariedade maior nas condições de vida**.** Dados do órgão oficial de controle da esquistossomose, FNS (Fundação Nacional de Saúde), indicam que Pernambuco está entre os estados que exibem prevalência média mais elevada de pessoas infectadas pelo *Schistosoma mansoni.* Estudo realizado na Zona na Mata na usina de Catende demonstrou prevalência de 43,8% para a população geral do engenho. (Costa, 1980).

Bom Conselho é uma das cidades mais afetadas pelas doenças de veiculação hídrica e de parasitoses, pois, está repleta de coleções aquáticas, como: rios, açudes, vales e cachoeiras que associado a falta de saneamento básico facilita a transmissão e a proliferação destas doenças, principalmente da esquistossomose (Neves, 2005).

Devido a propícia situação para a contaminação e proliferação da doença em que se encontra a cidade de Bom Conselho, existe uma campanha contra a esquistossomose que foi introduzida pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) antigamente conhecida como SUCAM (Superintendência de campanhas de Saúde Pública), tendo sido uma das pioneiras no combate ao parasito, como poder ser visto em Barbosa & Barbosa, (1995). O programa de controlo da esquistossomose é realizado desde os anos 90, coordenado pela secretaria municipal de saúde, que realiza todo processo necessário para controle do S*chistosoma mansoni.*

A utilização de modelos matemáticos para analisar a estabilidade de doenças endêmicas constituiu uma ferramenta de grande utilidade para traçar as melhores estratégias de controle. Para o caso do S*chistosoma mansoni*, em uma população grande o suficiente, os modelos determinísticos são os mais usados, que utilizam equações diferenciais para descrever a dinâmica existente entre os hospedeiros definitivos, os intermediários e o número de parasitas adultos por indivíduo infectado.

O objetivo deste trabalho foi a identificação das pessoas contaminadas pelo *Schistosoma mansoni* e as áreas mais afetadas na cidade por meio do inquérito coproscópico, realizado de uma amostragem populacional, das áreas endêmicas nos dois últimos anos e a comparação entre essas regiões, além de estimar, por meio da resolução de um modelo matemático, as melhores estratégias de controle do parasito.

2 – **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

2.1 Área de estudo

Segundo o censo realizado em 2007 pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a cidade de Bom Conselho possui uma área de 786Km² e uma população estimada em 44.991habitantes. Apresenta uma densidade demográfica de 55,2 habitantes por quilometro quadrado, é formado pelos distritos Bom Conselho (sede), Barra do Brejo, Caldeirões, Lagoa de São Jose e Rainha Isabel e pelos povoados logradouros dos Leões, Cachoeira do Pinto, e Igreja Nova. Possui clima ameno e de transição, entre quente e úmido e semi-árido quente, com temperatura média anual em torno de 24 graus, está distante 282 km da capital Recife, fica no agreste meridional, com coordenadas geográficas latitude 9º 10’ 10 e longitude 36º 28’ 15, fazendo fronteira com o estado de Alagoas (IBGE 2007).

A vegetação nativa é composta por caatinga hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia . (Moreira 2005).

A base da economia gira em torno da pecuária de corte e leite que são as atividades mais expressivas, junto com a produção artesanal, semi-artesanal e industrial de laticínios no estado. Produz para o consumo da região, café, mandioca, macaxeira, inhame, batata-doce, jaca, caju, manga, carambola, hortaliças e folhagens comercializadas em feira livre.

Bom Conselho oferece como principais atrativos turísticos suas cachoeiras (do Pinto e da Rainha Isabel). A cachoeira do Pinto situa-se ao largo da vila Cachoeira do Pinto. Seu entorno é marcado, além da vila, por uma vegetação de caatinga arbustiva degredada e alguns arvoredos espaçados (figura 1). E a corredeira "Poço da Nega", propiciando, deliciosos banhos (Papacaça 2009). Essas localidades são propícias para a transmissão de doenças, pois, estão repletas de águas sem tratamento.

Figura 1 - Imagem panorâmica da cidade de Bom Conselho.

2.2 A Esquistossomose

A esquistossomose, também conhecida como barriga d'água ou doença dos caramujos é desencadeada no organismo pelas espécies do *Schistosoma*, sendo que na América encontra-se apenas a espécie *Schistosoma mansoni.* As esquistossomoses têm como hospedeiros intermediários caramujos de água doce, e que podem evoluir desde formas assintomáticas até formas clínicas extremamente graves. (Diretrizes Técnicas, 1994).

Os esquistossomos são parasitas com ciclo vital excessivamente complexo, envolvendo dois tipos de hospedeiros (homem e caramujo), dois estágios de transmissão (miracídio e cercária) e diversos fatores, como ambientais e imunológicos. No hospedeiro definitivo (homem) possuem reprodução sexuada, gerando ovos que são eliminados pelas fezes ou urina, dependendo da espécie.

Estes ovos, ao entrarem em contato com água, eclodem liberando os miracídios, os quais são organismos ciliados e dotados de grande mobilidade e necessitam de cerca de 6 a 7 dias para a sua maturação. O caramujo hospedeiro intermediário é um produto aquático da família Planorbidae, incluindo no gênero Biomphalaria, cujo "*habitat*" natural são os cursos de água de pouca ou nenhuma correnteza, lagos de pequeno porte, brejos, valetas de irrigação hortas e outros. Ao encontrar um caramujo, infecta-o e se multiplica assexuadamente em centenas de milhares de novos organismos, chamados cercárias, os quais, após algumas semanas, são eliminados na água e constituem a forma infectante dos seres humanos. Estas cercárias, encontrando o ser humano, penetra pela pele com o auxílio de enzimas especiais. Imediatamente após a infecção, transformam-se em esquistossômulos e permanecem na epiderme apenas por uns poucos dias. Em seguida caem na corrente sangüínea e são transportados para o pulmão e de lá para os vasos do sistema porta-hepático, onde se transformam em vermes adultos, se acasalam e migram para as veias mesentéricas, onde depositam seus ovos (Warren, K. S. 1978, Marcos et al. 1988, Barbosa 1996).

Podem permanecer em cópula e ovipondo por muitos anos, sendo que cada fêmea põe em média 300 ovos por dia. Estes ovos caem na circulação e são levados para vários órgãos do organismo humano, sendo que uma parte deles consegue transpor as barreiras naturais e cair na luz intestinal, donde são eliminados através das fezes para dar continuidade ao seu ciclo. Os ovos medem cerca de 150micras de comprimento por 60micras de largura e tem o formato oval, apresentando na parte mais larga um espículo que pode ser facilmente observado no microscópio óptico (Barrozo e Yang, 1999).

2.3 Erradicação da esquistossomose

A erradicação desta doença trás inúmeros benefícios à vida das pessoas que vivem em regiões endêmicas, sendo necessária a intervenção pública, atuando com mais vigor. A sintomatologia é variável conforme a localização do parasita no organismo, ocasionando principalmente manifestações intestinais e na fase crônica pode haver o comprometimento do fígado e do baço (Berenguer 2006).

Segundo Marcos (1998), o tratamento quimioterápico demonstrou, em vários estudos epidemiológicos, que pode prevenir as formas graves da doença e a faixa etária mais favorecida pelo tratamento seria a de jovens até 20 anos. As drogas utilizadas no tratamento da esquistossomose possuem alta eficiência e baixa toxidade, a medicação deve ser feita conforme o peso corporal da pessoa parasitada, dependendo de algumas contra-indicações, como complicação hepática, problemas cardíacos, historia de epilepsia, gravidez ou lactação ou outras doenças de complexidade maior que a esquistossomose.

Atualmente usa-se a droga praziquantel no tratamento de pessoas positivas, é eficiente contra todos os tipos de esquistossomose, é absorvido rapidamente pelo organismo, sendo que e eliminado logo no primeiro dia cerca de 90%, é administrado em dose única, para adulto 50mg/kg e para crianças até 15 anos dosagem de 60mg/kg. Apresenta leves efeitos colaterais como, enjôo, sonolência, tontura, diarréia. Existe também o tratamento cirúrgico para as formas mais evoluídas.

Entretanto, as medidas adotadas para a prevenção da esquistossomose, devem ser formuladas conforme a peculiaridade de cada região. A fim de analisar quais as medidas mais eficientes por meio de um modelo matemático, utiliza-se a razão de reprodutibilidade basal (R_0), que é obtida em função dos parâmetros introduzidos no modelo, levando-o ao equilíbrio e a extinção da doença. Muitos estudos propuseram fórmulas para descrever R_0, considerando a população de parasitos, a presença ou não de medicamentos, a perda de reversibilidade da infecção, aspectos biológicos, etc. (Anderson e May 1991; Barrozo & Yang, 1999; Feng et al. 2002; Ribeiro 2008).

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Coletas

Para verificar, a incidência de pessoas contaminadas pela esquistossomose na cidade de Bom conselho, foi realizado um inquérito populacional, com as pessoas que vivem nas áreas endêmicas, para coletar os dados necessários e a amostra de fezes.

As amostras foram preparadas em local apropriado e armazenadas em estufa para a posterior analise.

3.2 Pesquisa dos parasitos

O diagnóstico foi feito por meio do exame parasitológico de fezes, pelo método de Kato-Katz, que detecta a presença dos ovos de *Schistosoma*, fornece dados quantitativos e qualitativos, caso a pessoa o possua. Este método é recomendado para levantamentos epidemiológicos. Algumas dificuldades podem surgir para o diagnóstico de pessoas positivas, como, início de infecção, pois, necessita de 4 a 6 semanas para o início da oviposição, ou casos de infecções unissexuais, assim como exames realizados após medicação ou ainda, escassez de eliminação de ovos nos casos mais antigos (Marcos *et. al* 1998).

O Kit laboratorial utilizado no método de Kato-Katz contém telas, com dimensões de 6cm², que concentra o material a ser analisado e retém os detritos que dificultariam a identificação dos ovos dos helmintos, uma lamínula pré-colorida, uma solução corante para os ovos, feita com o verde malaquita a 3%, glicerina 97% e água destilada, que fixa e permite a conservação dos ovos,

tornando o esfregaço transparente, e por fim uma placa com orifício que permite a padronização das amostras.

Para preparar o esfregaço, identifica-se adequadamente a lâmina, utiliza uma pequena medida de fezes, colocando em um pedaço de papel absorvente. Coloca-se a tela nas fezes e com o auxilio de uma paleta. Obtém uma parte do material, que é colocado diretamente na placa em cima da lâmina. Retira-se a placa e coloca-se a lamínula, devidamente corada. Vira-se e pressiona a lâmina sem o auxilio do dedo no esfregaço. Após o procedimento, todo o material usado na preparação deverá ser queimado.

Após uma hora do preparo já é recomendado a analise do esfregaço, podendo ser guardado por vários dias ou até mesmo meses, seguindo as políticas de conservação.

A análise é feita com o microscópio bacteriológico com a objetiva de 10x e a ocular de 10x. Ler todos os campos identificando e contando os ovos de *Schistosoma mansoni.* Após o processo de identificação, as pessoas contaminadas serão encaminhadas para o serviço de saúde, no qual o médico realizará a medicação.

3.3. Modelo matemático

A fim de analisar os melhores esforços para a extinção da esquistossomose empregou-se o modelo matemático proposto por Barrozo e Yang (1999) que busca descrever a transmissão da esquistossomose humana. Neste modelo supõe-se que os indivíduos suscetíveis, uma vez infectados, passam a desenvolver certa resposta imune, a qual se torna efetiva depois de transcorrido certo período de tempo e só permanece ativa na presença de parasitas. Se perderem toda a carga parasitária, após algum tempo perdem também a imunidade, continuando apenas com memória imunológica. Considera também a carga parasitária média por categoria de indivíduos infectados na população e a dinâmica vital dos caramujos, os quais são hospedeiros intermediários dos parasitas. Fatores ambientais e imunológicos são considerados relevantes no mecanismo de transmissão.

Segundo Barrozo e Yang (1999), a razão de reprodutibilidade basal (R_0) é representada pela equação 1, se supor que a infecção dos indivíduos imunes depende tanto da imunidade quanto de fatores ambientais, e pela equação 2, se supor que infecção dos indivíduos imunes não depende de fatores ambientais.

$$R_0 = \frac{\bar{b}\eta\lambda_0}{\mu_s^{''}\left(\mu_s^{'}\tau+1\right)\left(\mu_\omega+\mu_h\right)} \tag{1}$$

$$R_\theta = R_0\left(1+\frac{\lambda_1\left(k\theta + a\nu_1\right)}{k\left(a+\theta\right)\left(\sigma_2+\mu_h\right)}\right) \quad (2)$$

Sendo $\overline{b}$ o número médio de parasitas que consegue penetrar em cada indivíduo por evento infeccioso, η a taxa com que os caramujos se infectam, λ_0 a taxa com que os indivíduos suscetíveis, com memória imunológica e desenvolvendo imunidade se infectam (ou re-infectam), λ_1 a taxa com que os indivíduos parcialmente imunes se re-infectam, $\mu_s^{'}$ a taxas de mortalidade dos caramujos latentes, $\mu_s^{''}$ a taxas de mortalidade dos caramujos infecciosos, τ o período de latência dos caramujos infectados, μ_ω a taxa de mortalidade dos parasitas, μ_h a taxa de mortalidade dos indivíduos, θ a taxa de vacinação, ν_1 a taxa com que os infectados se tornam imunes, σ_2 a taxa com que os parcialmente imunes, ao perderem seus parasitas, perdem a imunidade e passam a ter memória imunológica e *a* e *k* determinados por:

$$a = \nu_2 + \mu_h \quad (3)$$

$$k = \sigma_1 + \nu_1 + \mu_h \quad (4)$$

Sendo ν_2 a taxa com que os indivíduos com memória imunológica se tornam suscetíveis. Os melhores procedimentos a serem adotados devem induzir os valores de R_θ a zero. Para esta avaliação calculamos:

$$\lim_{P\to 1} R_{0,\theta} \quad (5)$$

Sendo *P* o parâmetro representativo destes procedimentos. Neste estudo, foram vistos como parâmetros a taxa de vacinação (θ); a taxas de mortalidade dos caramujos latentes ($\mu_s^{'}$) e infecciosos ($\mu_s^{''}$) e a taxa com que os caramujos se infectam (η), neste caso, $\eta \to 0$.

Para se saber qual a estratégia mais eficaz, faz-se necessário uma análise de sensibilidade dos parâmetros, a fim de se descobrir qual deles influi mais fortemente na redução de R_0 ou de R_θ, o que não será feito neste trabalho. Entretanto, mesmo sem a realizar a análise de sensibilidade, podemos obter importantes informações sobre a erradicação da doença e sobre quais os melhores procedimentos a serem adotados, ao determinar quais deles conduzem o valor da equação 5 a zero, ou seja, a erradicação da esquistossomose.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

No ano de 2007 foram analisadas 38 localidades rurais e toda a região urbana do município de Bom Conselho. Nestas localidades existem 17264 habitantes. Participaram da pesquisa 8299 indivíduos, o equivalente a 48% do total. Em 27 localidades foram identificados a presença dos ovos do *Schistosoma mansoni*. A quantidade de indivíduos positivos foi de 621.

Em 2008 foram analisados 22 localidades rurais e a região urbana, totalizando 24749 habitantes. Foram realizados 8266 exames, o equivalente a 33%. Em 21 localidades foram identificados ovos do parasito em 505 indivíduos.

Na figura 2 está apresentados a distribuição dos casos positivos para os anos de 2007 e 2008, no tocante a quantidade de ovos por indivíduo. Observa-se que estatisticamente não houve diferenças significativas entre os anos de 2007 e 2008.

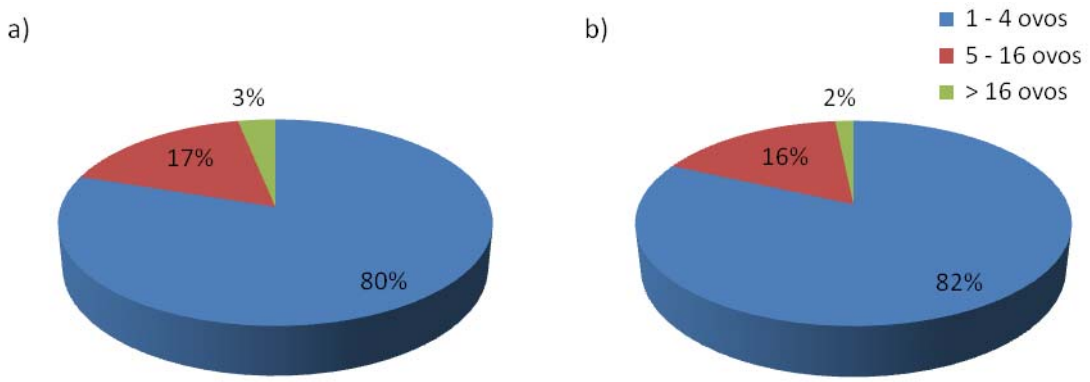

Figura 2 – distribuição da quantidades de ovos por indivíduos nos casos positivos para 2007 e 2008

Quando confrontamos os resultados obtidos para o ano de 2007 entre a zona urbana e rural, não encontramos grandes diferenças, como pode ser visto na tabela 1. Observamos uma pequena redução dos casos positivos na zona urbana, par ao ano de 2008. Esta redução deve ter se dado pela campanha desenvolvida pela prefeitura de combate ao parasito neste ano. Entretanto vale ressaltar que muitas vezes as pessoas podem está contaminadas e passar vários anos com o verme parasitando as vias hepáticas, pois, na fase crônica a doença é assintomática e o verme do *Schistosoma mansoni* pode viver por até duas décadas, sendo a medicação apropriada o tratamento mais adequado.

O fato de encontrar um alto índice de positividade em trechos da cidade deve-se a migração de pessoas da zona rural para zona urbana e pelos passeios e visitas das pessoas da zona urbana as localidades rurais de lazer, como as cachoeiras do Pinto e de Rainha Izabel.

Tabela 1- População, exames realizados, casos positivos para a esquistossomose na zona rural e urbana, no município de Bom Conselho- PE.

Zonas	População	Exames Realizados		Exames Positivos		1 – 4 ovos		5 – 16 ovos		> 16 ovos	
2007											
Rural	4633	4633	75%	345	7,4%	275	79,7%	58	16,8%	12	3,5%
Urbana	11077	3666	33%	276	7,5%	222	80,4%	46	16,7%	8	2,9%
2008											
Rural	5492	3922	71,4%	297	7,6%	242	81,5%	41	13,8%	4	7,6%
Urbana	19257	4344	22,6%	208	4,8%	163	78,4%	41	19,7%	4	1,9%

Na tabela 2 estão apresentadas algumas localidades em que se observou um aumento dos casos positivos, em relação aos dois últimos anos de inquérito coproscópico. O aumento de prevalência está associado a falta de saneamento básico e a falta de tratamento adequado das pessoas, uma vez que a medicação para esquistossomose somente pode ser utilizada apenas nos pacientes não apresentem nenhum tipo de restrição.

Tabela 2 – Localidades que apresentaram aumento de casos positivos

Localidades	Ano	
	2007	2008
Mata Verde I	28	50
Três voltas	0	12
Boqueirão da Mata Verde	1	11
Lambari	17	19

Nas localidades onde foi desenvolvido o esquema de trabalho adotado pela vigilância sanitária e o tratamento das pessoas além da adoção das medidas de profilaxia estão apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 – Localidades que apresentaram redução de casos positivos

Localidades	Ano	
	2007	2008
Rainha Isabel	121	64
Lagoa de São Jose	37	27
Trecho II	54	41
Trecho III	121	40
Igreja Nova	6	2
São Vicente	6	1
Marcelina	14	12
Queimada Grande	8	2

A comparação das tabelas 2 e 3 evidenciam a possibilidade da erradicação do parasito do município, que necessita de manejo adequado dos recursos hídricos, de saneamento básico, de educação adequada e de tratamento médico aos habitantes já acometido.

4.2 Simulações de Procedimentos

4.2.1 Vacinação

A utilização de medicamentos é um dos procedimentos utilizados para o combate a esquistossomose. À medida que a população passa a ser totalmente medicada, os valores da taxa de vacinação aproxima-se de um ($\theta \rightarrow 1$).

O cálculo do limite $\lim_{\theta \to 1} R_0 = R_0$, uma vez que a razão de reprodutibilidade basal (equação 1) (R_0) independe da taxa de vacinação. Ou seja, admitindo-se que a infecção dos indivíduos imunes depende tanto da imunidade quanto de fatores ambientais, a vacinação não terá os efeitos adequados. Tomando por hipótese que a infecção dos indivíduos imunes não depende de fatores ambientais, ou seja, considerando que a razão de reprodutibilidade basal é determinada pela equação 2, e fazendo novamente com que os valores da taxa de vacinação aproximem-se para um, encontraremos que

$$\lim_{\theta \to 1} R_\theta = R_0 \left[1 + \frac{k\lambda_1 + \lambda_1 a \nu_1}{k(a+1)(\sigma_2 + \mu_h)} \right] \tag{6}$$

Significando que o aumento de θ não implica na diminuição de R_θ para valores menores que um, se $R_0 > 1$. Ou seja, a vacinação, mesmo intensa e atingindo toda a população suscetível, não levará a doença à extinção se for utilizada como único instrumento de controle, entretanto, implica numa redução drástica da população de pessoas doentes. Outro ponto importante a se destacar é que embora a vacinação, por si só, certamente não erradique a doença, ela tem um papel fundamental evitando as formas graves e agudas, que mais agridem os hospedeiros.

4.2.2 Mortalidade dos caramujos

Outra forma de controle da doença é extinguir o caramujo hospedeiro intermediário. Uma vez que este não possui predadores naturais, esta extinção deverá ser induzida artificialmente por meio de moluscicidas. Este procedimento nos leva a considerar que os valores das taxas de mortalidade dos caramujos latentes (μ_s') e infecciosos (μ_s'') aproximem de 1.

Admitindo-se que a infecção dos indivíduos imunes depende tanto da imunidade quanto de fatores ambientais, temos que:

$$\lim_{\mu_s', \mu_s'' \to 1} R_0 = \frac{b\eta\lambda_0}{(\tau+1)(\mu_\omega + \mu_h)} \tag{7}$$

Ou seja, a doença entraria em extinção tão logo os parasitos vivos morressem e as pessoas adoentadas ficassem curadas. Este mesmo resultado é observado considerando-se por hipótese que a infecção dos indivíduos imunes não depende de fatores ambientais, como pode ser visto no calculo do limite de R_θ.

$$\lim_{\mu_s', \mu_s'' \to 1} R_\theta = \left[\frac{b\eta\lambda_0}{(\tau+1)(\mu_\omega + \mu_h)}\right]\left[1 + \frac{\lambda_1(k\theta + a\nu}{k(a+\theta)(\sigma_2 +}\right. \tag{8}$$

Entretanto vale ressaltar este procedimento seria eficaz apenas se todos os caramujos fossem eliminados, o que é praticamente impossível.

4.2.3 Saneamento básico

Outra forma de combater a doença está em impedir que os caramujos existentes no meio ambiente sejam contaminados. Como é necessário que as fezes do hospedeiro entre em contato com a água, uma forma de impedir isso é com o saneamento básico. Este procedimento faz com que a taxa com que os caramujos se infectam (η) aproximes-se de zero. Temos então:

$$\lim_{\eta \to 0} R_0 = 0 \quad \text{e} \quad \lim_{\eta \to 0} R_\theta = 0 \tag{9}$$

Este procedimento conduz ambos os limites a zero, indicando ser o saneamento básico o procedimento mais importante para o controle da erradicação da doença.

5 – CONCLUSÕES

A falta de manejo dos recursos hídricos existente na cidade de Bom Conselho, juntamente com a falta de saneamento básico e de orientação contribuem acentuadamente para proliferação da esquistossomose.

As péssimas condições de infra-estrutura sanitária levam a população a eliminar os ovos do verme pelas fezes em qualquer local, que ao encontrar a água continua o seu ciclo vital, já que muitas vezes as medidas de profilaxia não são seguidas por estas pessoas levando a região a um alto índice de pessoas contaminadas.

As simulações indicam que uma vacinação em massa não é suficiente para extinguir a esquistossomose. Para que isso aconteça é necessário um programa sério e eficiente de saneamento básico e oferecimento de água tratada para uso doméstico e lazer, acompanhado de um programa social e educacional para estes fins. Esta informação coincide com o que se observou experimentalmente em campo.

As localidades analisadas necessitam urgentemente de tratamento das águas e saneamento básico tão necessário para condições mais dignas de vida.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, R. M. e MAY, R.M. *Infectious Diseases of Human. Dynamics and Control*, Oxford, New York, Tokio, Oxford University Press, 1991.

BARBOSA, C.S., Silva,C. B. Barbosa, F. S. (1996). "*Esquistossomose: Reprodução e expansão da endemia no estado de Pernambuco, Brasil*". Revista de Saúde Pública, v.30, n6, pp. 609-616.

BARBOSA, F. S. BARBOSA, C.S. (1995).*Tópicos em Malacologia Médica*, 1ª edição. Rio de Janeiro: ed. FIOCRUZ, p 314.

BARROZO, S., YANG H. M. (1999). "*Modelagem matemática para macroparasitas com ênfase em esquistossomose*". Biomatemática IX pp. 74 – 82.

BERENGUER, JAIME GÁLLEGO. (2006). *Manual de Parasitologia: morfologia e biologia dos parasitos de interesse sanitário*, trad. Hilda Beatriz Dimitruk.Chapecó. Ed. Argo, 602p.

PAPACAÇA (2009). Infra Estrutura de Bom Conselho - PE e Dados do Agreste – PE. Acesso em 15 de fev. de 2009. Disponível em: < www.bomconselhopapacaca.com.br/2.htm>.

Diretrizes Técnicas – *CONTROLE DA ESQUISTOSSOMOSE*, (1994). 1ª edição, Brasília FNS, p. 85.

COSTA, AFONSO DINIZ PASSOS. (1980). Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, 1ª edição.

FENG, Z.; CHENG-CHE LI; MILNER, F. A., (2002). "*Schistosomiasis models with density dependence and age of infection in snail dynamics"*. Mathematical Biosciences. 177, pp.271-286.

IBGE. Censo demográfico. Contagem da população. IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2007. Acesso em 02 de fevereiro de 2009. Disponível em: < www.ibge.gov.b>.

MARCOS, P. L., MELO, A.L.; LINARDI, P. M. (1998). Esquistossomose Mansoni. In: David neves Pereira, Parasitologia Humana. 9 edição. São Paulo: ed. Atheneu, 1998 , 524 p .

MOREIRA, J. C.; Sene, J. C. E. . (2005). *Geografia: volume único*, São Paulo. ed. Scipione. 410 p.

NEVES, DAVID PEREIRA, (2005). *Parasitologia Humana*. 11ª edição. São Paulo 2005: ed. Atheneu, 498p.

RIBEIRO J. O. (2008). *Modelos Matemáticos para Esquistossomose*. Dissertação de mestrado. UFPE. 85 p.

SRH, MMA (2006). *Água: Manual de Uso: Vamos Cuidar de Nossas Águas*.Brasília, DF. Ed. 1a. p.107. Ministério do meio ambiente.

Warren, K. S. (1978). The Pathology, Pathobiology and Pathogenesis of Schistosomiasis, Nature 273 (22), pp. 609-612.

ZANCUL. M. S. (2006). "Água e saúde". Revista Eletrônica de Ciências, n° 32, São Carlos. Disponível em: http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_32/docs/AtualidadesABRIL.doc. Acesso em janeiro de 2008.