

**ANÁLISE DAS VARIAÇÕES NA TAXA DE RENDIMENTO DAS ESCOLAS  
CONTEMPLADAS PELO PROGRAMA CISTERNAS NAS ESCOLAS NOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E DO MUCURI**

**AGNALDO KEITI HIGUCHI**

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI (UFVJM)

**NATHALIA STOCKLER FIALHO SOARES**

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI (UFVJM)

**FERNANDA APARECIDA GUEDES HONORATO DA SILVA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI (UFVJM)

**NALDEIR DOS SANTOS VIEIRA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI (UFVJM)

**JEMIMA ESTEVES JARDIM**

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI (UFVJM)

Agradecimento à órgão de fomento:

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Ministério da Cidadania pelo financiamento para a realização e a apresentação deste trabalho.

# **ANÁLISE DAS VARIAÇÕES NA TAXA DE RENDIMENTO DAS ESCOLAS CONTEMPLADAS PELO PROGRAMA CISTERNAS NAS ESCOLAS NOS VALES DO JEQUITINHONHA E DO MUCURI**

## **1 INTRODUÇÃO**

Como a água é um recurso primordial à vida na Terra, um dos desafios do século XXI está relacionado à gestão dos recursos hídricos. Todas as atividades humanas e ambientais dependem da água e a sua escassez surte grande impacto na vida das pessoas. Assim, foi reconhecido o direito à água limpa e segura como um direito humano essencial para se gozar plenamente da vida e de todos os demais direitos, sendo a água essencial para se alcançar uma melhor qualidade de vida (ONU, 2010).

Apesar de ser considerado um direito humano fundamental, 2,2 bilhões de pessoas não possuem acesso à água potável de maneira segura (UNICEF; WHO, 2019). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), nas áreas rurais brasileiras, apenas 32,7% dos domicílios são ligados a redes coletivas de abastecimento de água.

Este quadro de escassez hídrica é ainda mais característico da região semiárida brasileira, onde ocorrem chuvas irregulares, com intensidade apenas em curtos períodos. Tal irregularidade na distribuição das chuvas acaba sendo um fator preponderante na realidade econômica e social da região que concentra os piores indicadores sociais do País em termos de educação, saúde, mortalidade infantil e analfabetismo, comprometendo ainda mais o ambiente socioeconômico e político, marcado pela concentração de poder e renda, sobretudo na zona rural (LIRA *et al.*, 2011). Como exemplo, a taxa de analfabetismo da região semiárida brasileira, em 2010, era três vezes maior do que a nacional e o PIB per capita, três vezes menor (MATA; RESENDE, 2018).

Assim, a construção de tecnologias sociais para captação e armazenamento de águas pluviais é um importante instrumento social, ambiental e econômico nas regiões áridas e semiáridas do mundo. Sistemas podem coletar a água dos telhados das construções e armazená-las em cisternas, sendo estas, pequenos reservatórios individuais. A cisterna tem sua aplicação em áreas de seca onde se procura acumular a água da época chuvosa para a época de estiagem, com o propósito de garantir água, principalmente, para beber.

Neste âmbito, no ano de 1999 foi criada a Organização Não Governamental (ONG) Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), que foi ponto essencial para que dois anos depois, fosse criado o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC), que objetivava alcançar as famílias residentes nas áreas rurais do semiárido a partir da construção de cisternas de placas de cimento. Com o Programa, ocorreram inúmeros avanços não só para as famílias, mas para as comunidades rurais como um todo, como no aumento da frequência escolar, na diminuição da incidência de doenças em virtude do consumo de água contaminada e na diminuição da sobrecarga de trabalho das mulheres nas atividades domésticas (SANTANA; ARSKY, 2016).

## **2 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO**

Outra importante experiência foi a ampliação do Programa para a construção de cisternas em espaços coletivos, como nas escolas, especialmente aquelas situadas em comunidades rurais não atendidas pela rede urbana de abastecimento de água. Este subprograma, denominado de Cisternas nas Escolas, utiliza a cisterna de 52 mil litros como tecnologia social para armazenamento da água de chuva nas escolas. A cisterna permite à comunidade escolar consumir água de qualidade sem a necessidade de interrupções em seu funcionamento por conta da falta de água durante o ano letivo (DIETRICH, 2019). Assim,

espera-se que o uso desta tecnologia tenha efeitos diretos na retenção e nas taxas de rendimento dos alunos das escolas beneficiadas.

Diante deste contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar as variações ocorridas nas taxas de rendimento dos alunos das escolas contempladas pelo Programa Cisternas nas Escolas. As taxas de rendimento se referem ao preenchimento ou não dos requisitos de aproveitamento e frequência dos alunos ao final de um ano letivo, e são formuladas a partir das taxas de aprovação, reprovação e abandono<sup>1</sup>. Para isso, foram selecionadas as escolas localizadas nos municípios da região dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri, estado de Minas Gerais, contempladas pelo Programa nos anos de 2015 a 2018 por meio da parceria entre a ASA e o Ministério de Desenvolvimento Social (MDS).

### **3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 O semiárido brasileiro**

A região semiárida brasileira pode ser caracterizada por um déficit no balanço hídrico (ARAÚJO, 2012), aridez do clima, imprevisibilidade dos regimes pluviométricos, grande variabilidade dos regimes de chuva no tempo e espaço, além da presença de solos pobres em matérias orgânicas (ROBERTSON *et al.*, 2014; SIETZ, 2014; MARENGO; CUNHA; ALVES, 2016). Quanto à pluviosidade, a estação chuvosa acontece entre 4 a 6 meses do ano e pode ser caracterizada pelo desigual e nível baixo das chuvas, que está relacionado com a baixa capacidade de retenção no solo e altas taxas de evaporação (DOMBROSKI *et al.*, 2011; LOPES *et al.*, 2012).

O regime pluviométrico que ocorre na região semiárida é caracterizado pela concentração das chuvas em um curto espaço de tempo. É comum, em um único mês, o total precipitado ser superior a 70% da média da região (ANDRADE; MEIRELES; PALÁCIO, 2010). Além dessas características, a precipitação apresenta um padrão sazonal, com um período chuvoso concentrado em três a quatro meses, mas podendo prolongar-se até seis meses (GUERREIRO *et al.*, 2013). Na maior parte do semiárido, as chuvas esporádicas são as únicas fontes de água para a sobrevivência, visto que, a formação geológica que dá origem ao solo é cristalina, com baixo potencial para acumulação de água subterrânea (RIBEIRO; OLIVEIRA, 2019).

Assim, a região semiárida brasileira caracteriza-se pela ocorrência de chuvas irregulares, com curtos períodos de chuvas intensas e longos períodos de seca e solo raso, o que impede o armazenamento de água. Localiza-se em sua maior parte no Nordeste do país, estendendo-se pela parte setentrional de Minas Gerais (DIETRICH, 2019). O semiárido brasileiro possui uma extensão territorial de 982.563,3 km<sup>2</sup>. A delimitação do semiárido vigente pertence às Resoluções n° 107, de 17 de julho de 2017, e n. 115, de 23 de novembro de 2017, do Ministério da Integração Nacional. Com essa atualização, foram incluídos 73 municípios, distribuídos entre os estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Pernambuco, Piauí e Paraíba, totalizando 1.262 municípios, onde vivem mais de 27 milhões de brasileiros (BRASIL, 2017).

Para fazer parte da região semiárida, os municípios da região Nordeste e Sudeste devem atender pelo menos a um dos critérios: precipitação média anual igual ou inferior a 800 milímetros, índice de aridez igual ou inferior a 0,5 e risco de seca igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (BRASIL, 2017). Para a próxima atualização, prevista para o ano de 2021, são considerados aptos para inclusão nesta região os municípios da área de atuação da Sudene que alcancem pelo menos um dos critérios em qualquer porção de seu território (BRASIL, 2017).

Em Minas Gerais, o semiárido é compreendido nas regiões Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha, onde vivem 1.492.198 de pessoas e compreende 91 municípios, em uma área de 121.259 Km<sup>2</sup> (SUDENE, 2018).

Diante da baixa pluviosidade, a região semiárida brasileira enfrenta problemas de gestão de recursos hídricos, o que, em grande medida, inviabiliza o acesso e uso satisfatório desses recursos (SOUZA *et al.*, 2016). Com o esgotamento de águas de fontes habituais e intermitência dos cursos de água, as famílias passam a utilizar as fontes de água não habituais, muitas vezes partilhadas com animais, o que compromete sua qualidade (SOUSA *et al.*, 2017).

Diante deste contexto adverso e da necessidade de convivência com o semiárido, foram desenvolvidas tecnologias descentralizadas como resultado de vivências e conhecimentos sobre a captação e armazenamento de água de chuva, manejo sustentado da caatinga, tecnologias alternativas de produção, soberania alimentar, educação contextualizada, entre outras (MORAIS; PAIVA; SOUSA, 2017).

O desenvolvimento de estruturas descentralizadas de abastecimento de água, geridas pela família ou pela comunidade, tem sido considerado parte importante da estratégia para garantir o acesso à água de qualidade, principalmente para a população rural, pois envolve custos de implementação e manutenção substancialmente menores do que as obras necessárias para a interligação dessa população a uma rede de distribuição (SANTANA; ARSKY, 2016).

No semiárido, as tecnologias sociais representam um conjunto de práticas simples e inovadoras desenvolvidas pela população sertaneja para viver com dignidade. Este conjunto de experiências envolve técnicas de captação e armazenamento de água, estocagem de ração para animais e alimentos para pessoas, destiladores solares, fossas sépticas biodigestoras e manejo adequado da terra e dos recursos hídricos existentes (VENTURA *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2016; SOUSA *et al.*, 2017).

Dentre as tecnologias sociais para convivência com o semiárido, uma das mais relevantes é a cisterna, que tem aumentada a visibilidade através da implantação de políticas públicas, diante da sua capacidade de solucionar problema da seca de maneira efetiva e gerar transformação e inclusão social (JESUS, COSTA, 2013; DIAS, 2013). Na próxima seção, é contextualizado o uso das cisternas na região semiárida, tecnologia social também difundida por meio do Programa Cisternas nas Escolas.

### **3.2 O Programa Cisternas nas Escolas**

Segundo Ventura *et al.* (2012), um dos principais marcos trazido pela visão de convivência com o semiárido, deu-se com a constituição da Articulação do Semiárido (ASA) no ano de 1999, resultante da articulação de cerca de cinquenta organizações não governamentais. No lugar das grandes obras hidráulicas, que são responsáveis pelo abastecimento desigual das populações rurais, a ASA propõe a implementação de pequenas infraestruturas que descentralizem os meios para a captação e o armazenamento da água das chuvas, tais como as barragens subterrâneas, as cisternas, os tanques de pedra (NEVES *et al.*, 2010), sendo a questão ambiental determinante na formulação dessas tecnologias.

O marco inicial do Programa Cisternas foi a Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Seca (COP-3), ocorrida em 1999, em Olinda, Pernambuco (SANTANA; ARSKY, 2016). Paralelo à COP-3, foi realizado um fórum das Organizações da Sociedade Civil Sem Fins Lucrativos (OSCs) que atuavam na região semiárida (MORAES, 2011). Este fórum proporcionou um momento em que organizações variadas que trabalhavam com cisternas, na perspectiva de projeto, descobrem que a articulação do trabalho que desenvolviam em um caráter mais sistemático e permanente poderia ter interferência política (COSTA; DIAS, 2013).

Como resultado do Fórum Paralelo à COP-3, foi fundada a ASA e o grupo de organizações que vieram a compô-la se articulou em torno da perspectiva da convivência com

o Semiárido. Além disso, foi proposto ao Governo um projeto experimental para teste de tecnologias para a coleta e o armazenamento de água. O projeto experimental teve início no ano 2000 com recursos do Ministério do Meio Ambiente (MMA), sendo que este projeto se tornou o embrião do Programa Cisternas. As três linhas de ação do projeto foram: a) sistematização das diversas experiências de cisternas que estavam sendo desenvolvidas pelas organizações que à época criaram a ASA; b) construção de cerca de 500 cisternas experimentais; c) desenho de um projeto de maior envergadura para dar continuidade à ação. (COSTA; DIAS, 2013).

As sistematizações e unidades experimentais realizadas no primeiro projeto deram legitimidade e comprovação da eficiência da cisterna na garantia a condições e quantidade adequada de água para uma família. Além disso, possibilitou maior aproximação entre os técnicos da ASA e os funcionários da Agência Nacional das Águas (ANA), facilitando a negociação de um segundo projeto (COSTA; DIAS, 2013). Neste segundo projeto, a ANA financiou a construção do equivalente a 12.400 cisternas. O Programa foi previsto para ser implementado em 5 anos, com custo total de 424,3 milhões de dólares (FONSECA, 2012; SANTOS; BORJA, 2020).

Com o avanço das parcerias entre a ASA e organizações públicas e privadas, algumas das tecnologias dispostas pela ASA se transformaram em programas, como é o caso da cisterna de placas para captação de água de chuva para abastecimento humano, no âmbito do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), também chamado de Programa Cisternas (SOUSA et al., 2017).

No P1MC, a ASA tem um papel relevante no processo de construção da agenda, de formulação da política e de implementação das ações do Programa. Esta articulação possibilita a negociação, cooperação e gestão de conflitos junto às comunidades e o Estado (COSTA; DIAS, 2013). A influência da articulação das OSCs por meio da ASA tem sido fator de extrema relevância, garantindo a sinergia necessária para a sustentabilidade do Programa.

Além das cisternas para as famílias, há também importantes experiências de construção de cisternas em espaços coletivos, com destaque para a construção de cisternas nas escolas, especialmente nas escolas rurais não atendidas pela rede urbana de abastecimento de água. Por envolver educadores, estudantes e familiares, Brito *et al.* (2012) consideram a Escola como um ambiente profícuo à aprendizagem e execução de programas que visam a educação e saúde. Por estarem em formação, os alunos se tornam multiplicadores e atores importantes como influenciadores e disseminadores de novas tecnologias sociais. No contexto escolar, além das cisternas para consumo de água, também podem ser construídas cisternas para a produção, que têm como objetivo o armazenamento de água para produção de frutas e hortaliças, podendo resultar em melhorias na qualidade dos alimentos ofertados aos alunos.

A falta de água nas escolas tem sido um dos fatores que influenciam o seu funcionamento, e foi em atenção a este fato que a ASA, após debates motivados pela UNICEF, ampliou o programa de construção de cisternas individuais também para o contexto das escolas. O Projeto Piloto foi desenvolvido em 2009, com apoio do Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) e do Governo do Estado da Bahia, cujo objetivo foi proporcionar o acesso à água às escolas do semiárido brasileiro. A partir de 2010 a iniciativa se expandiu, sob a coordenação da ASA em parceria com o MDS, via Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SESAN), Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) e Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID) (DIETRICH, 2019).

O Programa tem como objetivo garantir água de qualidade nas escolas da zona rural do Semiárido, através da implementação da tecnologia social cisternas escolares de 52 mil litros (ASA, 2020). Conforme a SESAN, a ação objetiva garantir o acesso à água para

consumo e preparo da merenda escolar, beneficiando diretamente alunos, professores e outros funcionários de escolas públicas rurais, proporcionando melhoria da qualidade de vida da comunidade escolar, oportunizando melhores condições para o ensino-aprendizagem (DIETRICH, 2019).

O Programa abrange escolas dos nove estados do Semiárido (PE, PB, AL, SE, BA, CE, RN, PI e MG) que não têm acesso à água e que foram mapeadas pelo Governo Federal. Essa lista inclui também as escolas localizadas em aldeias indígenas e comunidades quilombolas, que devem ser priorizadas em suas ações (ASA, 2020).

Além do acesso a água, outra questão relevante para o Programa é qualidade deste recurso escasso. Sabe-se que os resultados dos efeitos negativos de infecções como diarreia, parasitoses e desidratação, em sua maioria, advindos da má condição de água potável, saneamento e higiene, afetam diretamente o desempenho de aprendizado e a aprendizagem cognitiva no longo prazo (GOTTFRIED, 2010). Rodrigues (2014) investigou, por meio do uso da tecnologia xMAP, a prevalência de *Cryptosporidium sp*, *Giardia lamblia* e *Entamoeba histolytica* em crianças em três cidades do semiárido brasileiro, e os principais fatores envolvidos na epidemiologia dessas enteroparasitoses e concluiu que havia predominância monoparasitário em 93,5% das crianças infectadas, ficando evidente a associação direta entre os fatores renda salarial familiar, tipo de esgoto presente na residência e tratamento da água antes de utilizá-la para beber e a prevalência dos protozoários na população estudada.

De acordo com Guerrant *et al.* (2013), incidências diarreicas em crianças nos primeiros anos de vida limitam o crescimento em cerca de 8 cm e causam uma redução no quociente de inteligência das crianças aos 7 ou 8 anos de idade. Cerca de 75% das ausências escolares são justificadas por tais doenças, de acordo com Lau *et al.* (2012).

Alguns autores demonstraram a importância do acesso à água nas escolas para o desempenho cognitivo das crianças, principalmente para os exercícios de memória de curto prazo (BAR-DAVID *et al.*, 2005; BENTON; BURGESS, 2009; FADDA *et al.*, 2012). Ortiz-Correa *et al.* (2016), encontraram efeitos positivos e significantes na escolarização, onde crianças que moram em casas com acesso à água encanada completam 0,7 anos de escolarização a mais, comparadas com aquelas que vivem em domicílios sem o serviço. Garn *et al.* (2013) encontraram um aumento no número de matrículas de alunos do ensino fundamental, associando esse aumento a novas fontes de água.

Como efeito, Dietrich (2019) considera que a construção de cisterna pode interferir diretamente no rendimento escolar do aluno, já que esta tecnologia evita o fechamento da escola por falta de água. Uma escola com pouco ou nenhum acesso à água acaba tendo suas horas de aulas reduzidas, sendo a presença em aula um dos fatores que afetam consistentemente o desempenho do aluno (MENEZES-FILHO, 2007). Com objetivo de analisar se este efeito também nas escolas dos vales do Jequitinhonha e do Mucuri, o presente estudo adotou os procedimentos metodológicos apresentados a seguir.

#### **4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A presente pesquisa pode ser classificada como descritiva, em relação aos objetivos, e quantitativa, quanto à abordagem dos dados. Com relação à coleta dos dados, ela ocorreu em dois momentos. No primeiro, uma pesquisa documental em material fornecido pelo Ministério da Cidadania e pela ASA abordou o campo de estudo e o período temporal da análise. O campo do estudo envolveu escolas dos municípios da Região dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri, estado de Minas Gerais, que construíram sistemas de coleta e armazenamento de água da chuva por meio do Programa Cisternas nas Escolas. Com relação ao período temporal de análise, verificou-se nas planilhas fornecidas que foram construídas cisternas nas escolas no período de 2015 a 2020. Entretanto, os dados do Censo Escolar fornecido pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

(INEP) vão até 2018, fazendo com que fosse possível analisar somente os anos de 2015, 2016 e 2017, onde são disponibilizados dados sobre os anos anteriores e posteriores à construção.

A pesquisa realizada no mês de março de 2020 mostrou que, segundo informações da ASA e do Ministério da Cidadania, nos anos selecionados foram beneficiadas com cisternas 110 escolas rurais de 17 municípios nos vales do Jequitinhonha e do Mucuri. No ano de 2015 foram construídas 40 cisternas, em 2016 foram 49 e em 2017 foram 21. A Tabela 1 a seguir ilustra os municípios pesquisados e a quantidade de escolas em cada município.

Tabela 1: Municípios pesquisados e quantidade de escolas em cada município

<b>Município</b>	<b>Nº escolas</b>
Almenara	17
Chapada do Norte	15
Padre Paraíso	14
Joáima	10
Itinga	9
Jequitinhonha	9
Pedra Azul	9
Santa Helena de Minas	5
Divisópolis	4
Araçuaí	3
Berilo	3
Bertópolis	3
Jordânia	3
Felisburgo	2
Ladainha	2
Rubim	1
Teófilo Otoni	1
<b>Total</b>	<b>110</b>

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

No segundo momento da coleta de dados foi realizada a coleta das taxas de rendimento das 110 escolas, de acordo com o ano de término da construção, dos anos anteriores e posteriores a essa, junto à documentos disponibilizados pelo INEP, apresentados no site <https://qedu.org.br>. Os dados, coletados no dia 30/05/2020, referem-se ao percentual de reprovação e o percentual de abandono do Ensino Fundamental, para os anos iniciais, apresentados pelas escolas públicas municipais e estaduais.

Os percentuais que integram o cálculo da taxa de rendimento foram escolhidos em detrimento de índices como o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB, pelo fato de estarem disponíveis. Como muitas escolas pesquisadas são municipais e não participaram da Prova Brasil no período analisado, não há informações relacionadas ao IDEB para elas.

Os dados coletados foram tabulados em planilha Excel. Na planilha foram realizados os cálculos das variações percentuais ocorridas em cada índice da taxa de rendimento. Em seguida foi feito teste de normalidade em cada variável para determinação do tipo de teste de média adequado, utilizando o pacote estatístico SPSS. Foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, e o critério para teste da hipótese nula (dados seguem

distribuição normal) foi  $\alpha=0,05$ , ou seja, significâncias acima de 0,05 indicam aderência à distribuição Normal.

Os resultados dos testes de normalidade de cada variável são expostos no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Resultados do teste de Normalidade

Variável	.Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk			Normalidade
	Estatística	df	Sig	Estatística	df	Sig	
Reprovação anterior	.473	110	.000	.277	110	.000	não
Reprovação posterior	.458	110	.000	.420	110	.000	não
Abandono anterior	.494	110	.000	.388	110	.000	não
Abandono posterior	.513	110	.000	.325	110	.000	não

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

Como os dados não seguem uma distribuição normal, é indicado o uso de testes não paramétricos (DANCEY; REIDY, 2006). Por isso optou pelo teste pareado de Wilcoxon, e para a interpretação dos resultados, utilizou-se  $\alpha=0,05$  como critério para rejeição da hipótese nula. Tal valor é aceito e o mais utilizado na área de Ciências Sociais Aplicadas (HAIR JUNIOR *et al.*, 2005). A partir da rejeição ou não da hipótese nula, verifica-se se a diferenças das médias pode ou não ser considerada, indicando o possível efeito da implantação do programa Cisternas nas Escolas na taxa de rendimento da Educação Básica nos municípios pesquisados. Foram realizados testes de média englobando todos os anos e separadamente para cada ano.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 Análise da taxa de rendimento antes e depois da construção da cisterna nas escolas por município

Em relação à reprovação, a maior variação nas médias das escolas ocorreu no município de Almenara, com um aumento de 8,6% no período estudado. Já o município de Chapada do Norte apresentou a maior redução no percentual de reprovação, de -1,8%.

Verificou-se que em vários municípios, como Berilo, Bertópolis e Itinga, não houve variação no percentual de reprovação, pois nessas cidades não ocorreram reprovações (aprovação de 100% dos alunos dos anos iniciais do ensino fundamental). A Tabela 2 a seguir expõe as variações em cada município.

Tabela 2: Variação no percentual de reprovação em cada município

<b>Município</b>	<b>Variação reprovação %</b>
Chapada do Norte	-1,813
Divisópolis	-0,675
Pedra Azul	-0,200
Joáima	-0,110
Berilo	0,000
Bertópolis	0,000
Itinga	0,000
Jequitinhonha	0,000
Jordânia	0,000
Ladainha	0,000
Santa Helena de Minas	0,000
Teófilo Otoni	0,000
Padre Paraíso	0,621
Rubim	1,300
Araçuaí	2,767
Felisburgo	8,350
Almenara	8,606

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

Em relação à variação no abandono, ou seja, o percentual de alunos que iniciam o ano letivo, mas deixa de comparecer às aulas, o município de Felisburgo (que apresentou aumento na reprovação de 8,35%) apresentou a maior redução, de -2,55%. Já o município de Jordânia apresentou aumento no abandono de 2,367%. Os valores das variações do abandono em cada município são mostrados na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3: Variação no percentual de abandono em cada município

<b>Município</b>	<b>Variação abandono %</b>
Felisburgo	-2,550
Padre Paraíso	-2,107
Pedra Azul	-0,744
Divisópolis	-0,675
Araçuaí	0,000
Berilo	0,000
Bertópolis	0,000
Itinga	0,000
Ladainha	0,000
Rubim	0,000
Santa Helena de Minas	0,000
Teófilo Otoni	0,000
Almenara	0,047
Chapada do Norte	0,173
Jequitinhonha	0,233
Joáima	0,550
Jordânia	2,367

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

Pelas variações levantadas, percebe-se que houve redução do abandono em quatro cidades, em oito não houve variação e, em cinco, o abandono aumentou.

## 5.2 Análise das médias de reprovação e abandono das escolas antes e depois da implementação das cisternas em cada escola

Para verificar se as médias das taxas de rendimento das 110 escolas pesquisadas anteriores e posteriores ao programa Cisterna nas Escolas podem ser consideradas iguais ou não, efetuou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon.

Com relação à taxa de reprovação, a Tabela 4 abaixo ilustra os resultados do teste pareado.

Tabela 4: Resultado do teste de Wilcoxon para duas amostras em par para a reprovação

	reprovação posterior - reprovação anterior
Z	-1,925
Asymp. Sig. (bi-caudal)	,054

Fonte: elaborado pelos autores, 2020.

O resultado do teste indica que a média da reprovação nas escolas estudadas no ano após a implantação das cisternas, não pode ser considerada diferente que no ano anterior à implantação, pois significância  $>0,05$ . Pode-se considerar, então, que após a construção da cisterna a média das taxas de reprovação permaneceram estatisticamente iguais. Esse resultado, no entanto, não indica que a construção da cisterna não influenciou indiretamente a taxa de reprovação nas escolas contempladas. Como será visto nas limitações do estudo, o tipo de análise adotado não permite uma inferência direta de causa e efeito entre a construção da cisterna e a variação na taxa de rendimento.

Em relação ao abandono, a tabela 5 a seguir ilustra o resultado do teste.

Tabela 5: Resultado do teste de Wilcoxon para duas amostras em par para o abandono

	abandono posterior - abandono anterior
Z	-,973
Asymp. Sig. (bi-caudal)	,330

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

O resultado do teste de médias para o abandono indica que não houve mudança na taxa no período anterior e posterior à construção da cisterna nas escolas estudadas, com a significância  $> 0,05$ . Em suma, nas escolas estudadas, após a construção das cisternas, não pode-se considerar estatisticamente que houve variação na taxa de reprovação e de abandono, mostrando que este benefício esperado pelo Programa Cisterna nas Escolas ainda não ficou evidente.

Tais resultados não repetem o levantado no estudo de Dietrich (2019), que ao avaliar o impacto do Programa Cisterna nas Escolas no semiárido brasileiro sobre resultados educacionais, identificou que o programa aumenta a probabilidade de os alunos concluírem o primeiro ciclo do ensino fundamental (5º ano). Os resultados encontrados por Dietrich sugerem que, no curto prazo, há um aumento da taxa de aprovação do 1º ano do ensino fundamental em 0,82% para escolas expostas ao programa há 2 anos, enquanto o programa diminui em 0,33% a taxa de abandono do 5º ano.

### 5.3 Análise das médias de reprovação e abandono das escolas por ano de construção

Analisando o resultado do ano de 2015, percebe-se pelos resultados apresentados nas tabelas 6 e 7 que não se pode considerar as médias de reprovação e abandono diferentes, pois ambos os testes apresentaram significância  $> 0,05$ .

Tabela 6: Resultado do teste de Wilcoxon para a reprovação em 2015

	reprovação posterior - reprovação anterior
Z	-1,069
Asymp. Sig. (bi-caudal)	,285

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Tabela 7: Resultado do teste de Wilcoxon para o abandono em 2015

	abandono posterior - abandono anterior
Z	,000
Asymp. Sig. (bi-caudal)	1,000

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Assim, pelos resultados obtidos, não se pode afirmar que as médias foram diferentes, indicando que a construção das cisternas em 2015 não afetou as taxas de rendimento.

Com relação ao ano de 2016, os resultados mostram também que a taxa de reprovação, e a taxa de abandono permaneceram iguais. As tabelas 8 e 9 a seguir ilustram os resultados dos testes de médias.

Tabela 8: Resultado do teste de Wilcoxon para reprovação em 2016

	reprovação posterior - reprovação anterior
Z	-1,752
Asymp. Sig. (bi-caudal)	,080

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Tabela 9: Resultado do teste de Wilcoxon para o abandono em 2016

	abandono posterior - abandono anterior
Z	-,420
Asymp. Sig. (bi-caudal)	,674

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Como se pode perceber, em 2016 ambas os testes apresentaram significância  $> 0,05$ , por isso pode se considerar que as médias das taxas são estatisticamente iguais no período.

Por fim, no ano de 2017 a média da reprovação se manteve igual estatisticamente, ao passo que a média do abandono teve redução. As tabelas 10 e 11 ilustram os resultados.

Tabela 10: Resultado do teste de Wilcoxon para a reprovação em 2017

	reprovação posterior - reprovação anterior
Z	-,415
Asymp. Sig. (bi-caudal)	,678

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Tabela 11: Resultado do teste de Wilcoxon para o abandono em 2017

	abandono posterior - abandono anterior
Z	-2,205
Asymp. Sig. (bi-caudal)	,027

Fonte: elaborado pelos autores, 2020

Os dados do ano de 2017 referem-se, em sua maioria, ao município de Padre Paraíso (14 escolas) e também a sete escolas do município de Chapada do Norte. Nessas escolas pode-se verificar que estatisticamente houve redução na taxa de abandono, pois significância  $< 0,05$ , indicando que possivelmente o Programa Cisterna nas Escolas concretizou um dos desdobramentos planejados.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar as variações ocorridas nas taxas de rendimento de escolas localizadas na região do semiárido do Estado de Minas Gerais, especificamente nos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri, em períodos anterior e posterior à participação ao Programa Cisternas nas Escolas, uma tecnologia social implantada por política pública de melhoria da qualidade de vida.

Após a seleção dos sujeitos de pesquisa, coleta e análises dos dados, verificou-se que, considerando todo o período e todas as cidades, não foi verificada diferença estatística de média nas taxas de rendimento. Analisando isoladamente, a cidade de Chapada do Norte apresentou maior redução na reprovação (-1,813%) e a cidade de Felisburgo, a maior redução no abandono (-2,550%). Já Almenara apresentou maior aumento na taxa de reprovação (8,606%) e Jordânia a maior aumento na taxa de abandono (2,367%).

Analisando os períodos anuais isoladamente, os resultados mostraram que não houve diferença estatística de médias para reprovação e abandono a não ser em 2017, quando houve melhoria nas taxas de abandono, principalmente nas cidades de Padre Paraíso e Chapada do Norte. Portanto, percebe-se que os resultados variaram de acordo com o ano e a região de aplicação do Programa.

No curto prazo, os resultados levantados, entretanto, não refletem a expectativa do Programa Cisternas nas Escolas de uma melhora na taxa de rendimento dos alunos matriculados nas escolas contempladas. No entanto este resultado, não reduz a relevância do Programa, já que presença da cisterna pode ser considerada uma melhoria na infraestrutura básica da escola com efeito direto em seu funcionamento.

Como limitação, observa-se que presente o estudo não permitem considerar que a construção das cisternas nas escolas pode ser considerado com certeza um fator que influenciou variações nas taxas de reprovação. A limitação ocorre devido à presença de variáveis estranhas, como por exemplo, participação da família do aluno no Programa Bolsa Família, ou a outras alterações na infraestrutura da escola, que poderiam influenciar os valores dos índices e não puderam passar por tratamento para sua eliminação. Reconhece-se que, para analisar possíveis efeitos do programa Cisternas nas Escolas, seria relevante a análise de dois grupos de escolas homogêneos, em ambientes equivalentes, que tivessem como única diferença a participação ou não no programa. Assim ficaria garantido que a única variável alterada seria a presença da cisterna e todas as diferenças nos resultados poderiam ser atribuídas a ela. Entretanto, tal situação não foi encontrada. Não houve quantidade de escolas homogêneas não participantes do Programa. Por isso, optou-se pelo teste de médias pareadas, onde os índices de reprovação e abandono dos anos iniciais do ensino fundamental foram mensurados antes do tratamento (instalação da cisterna) e depois do tratamento.

Uma vez que esse estudo abre caminho para novas análises sobre a questão da influência de tecnologias sociais aplicadas por políticas públicas, como o Programa Cisternas nas Escolas, nos diferentes aspectos que formam o ambiente escolar, sugere-se um estudo qualitativo, onde outras perspectivas sejam levantadas e possam completar a compreensão sobre os desdobramentos do Programa nas escolas dos municípios estudados. Tal estudo está atualmente sendo desenvolvido em pesquisa financiada pelo Ministério da Cidadania via Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), onde a equipe formada pelos autores desse estudo buscam analisar os resultados do Programa Cisternas nas Escolas nos vales do Jequitinhonha e Mucuri, Minas Gerais, por meio de estudo qualitativo *in loco*.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao CNPq e ao Ministério da Cidadania pelo financiamento para a realização e a apresentação deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; PALÁCIO, H. A. Q. O semiárido cearense e suas águas. In: ANDRADE, E. M.; PEREIRA, O. J.; DANTAS, F. E. R. (Eds.) **O Semiárido e o manejo dos recursos naturais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, cap. 3, p. 56-80. 2010.

ARAÚJO, J. C. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: GHEYI, Hans Rajet al. **Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido; Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.

ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO - ASA. **Sobre nós: ações - P1MC**. [S. l.]. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br>>. Acesso em: 29 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **Ações - Cisternas nas Escolas**. Disponível em:

<<https://www.asabrasil.org.br/acoes/cisternas-nas-escolas>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

BAR-DAVID, Y.; URKIN, J.; KOZMINSKY, E. The effect of voluntary dehydration on cognitive functions of elementary school children. **Acta paediatrica**, Wiley Online Library, v. 94, n. 11, p. 1667–1673, 2005.

BENTON, D.; BURGESS, N. The effect of the consumption of water on the memory and attention of children. **Appetite**, Elsevier, v. 53, n. 1, p. 143–146, 2009.

BRASIL. **Resolução Nº 115**, de 23 de novembro de 2017. Estabelece critérios técnicos e científicos para a delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para a revisão de sua abrangência. Brasília. 2017.

BRITO, L. T. de L.; AZEVEDO, S. G. de; ARAÚJO, J. O. Escolas Rurais Produzem Hortaliças e Frutas Utilizando Água de Chuva Armazenada em Cisterna: estudo de caso. In: VIII Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. **Anais...** Campina Grande – PB, 2012.

COSTA, A. B.; DIAS, R. B. Estado e sociedade civil na implantação de políticas de cisternas. In: COSTA, A. B. (Org.). **Tecnologia social e políticas públicas**. São Paulo: Instituto Pólis, 2013.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DIAS, R. B. Tecnologia social e desenvolvimento local: reflexões a partir da análise do Programa Um Milhão de Cisternas. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau, p. 173-189, 2013.

DIETRICH, T. P. **Acesso à Água e Resultados Educacionais: evidências para o semiárido brasileiro**. Dissertação de Mestrado em Economia Aplicada. Programa de Pós-Graduação em Organizações e Mercados. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2019.

DOMBROSKI, J. L. D., *et al.* Water relations of Caatinga trees in the dry season. **South African Journal of Botany**, 77(2), 430–434. 2011.

FADDA, R. *et al.* Effects of drinking supplementary water at school on cognitive performance in children. **Appetite**, Elsevier, v. 59, n. 3, p. 730–737, 2012.

FONSECA, J. E. **Implantação de Cisternas para Armazenamento de Água de Chuva e seus Impactos na Saúde Infantil: um estudo de Caso em Berilo e Chapada do Norte, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Escola de Engenharia da UFMG. 2012.

FUNDAÇÃO LEMANN. QEdU Academia, 2020. **Censo Escolar: Taxa de Rendimento**. Disponível em: <<https://academia.qedu.org.br/censo-escolar/taxa-de-rendimento/>>. Acesso em: 30 de mar. 2020.

GARN, J. V. *et al.* A cluster-randomized trial assessing the impact of school water, sanitation and hygiene improvements on pupil enrolment and gender parity in enrolment. **Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development**, International Water Association, v. 3, n. 4, p. 592–601, 2013.

GOTTFRIED, M. A. Evaluating the relationship between student attendance and achievement in urban elementary and middle schools: An instrumental variables approach. **American Educational Research Journal**, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 47, n. 2, p. 434–465, 2010.

GUERRANT, R. L. *et al.* The impoverished gut—a triple burden of diarrhoea, stunting and chronic disease. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, **Nature Publishing Group**, v. 10, n. 4, p. 220, 2013.

GUERREIRO, M. J. S., *et al.* Long- term variation of precipitation indices in Ceará State, Northeast Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 33, n. 14, p. 2929-2939, 2013.

HAIR JUNIOR, J. F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Primeiros resultados. 2010.** Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default\\_sinopse.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_sinopse.shtm)>. Acesso em: 2 abr. 2020.

JESUS, V. M. B; COSTA, A. B. **Tecnologia social: breve referencial teórico e experiências ilustrativas**. In: COSTA, A. B. (Org.). *Tecnologia social e políticas públicas*. São Paulo: Instituto Pólis, 2013.

LAU, C. H. *et al.* Hand hygiene instruction decreases illness-related absenteeism in elementary schools: a prospective cohort study. *BMC pediatrics*, **BioMed Central**, v. 12, n. 1, p. 52, 2012.

- LIRA, P. G. R. *et al.* P1MC e resiliência: um estudo no município de Soledade-PB. In: JORNADA INTERNACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS, 5., 2011, São Luís. **Anais...** São Luís: UFMA, 2011.
- LOPES, C. G. R., *et al.* Forest succession and distance from preserved patches in the Brazilian semiarid region. **Forest Ecology and Management**, 271, 115–123. 2012.
- MATA, D. D.; RESENDE, G. Changing the climate for banking: The economic effects of credit in a climate-vulnerable area. **Available at SSRN 3279027**, 2018.
- MARENGO, J. A., CUNHA, A. P., e ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. [Article in Portuguese]. **Climanálise**, 3, 49-54. 2016.
- MENEZES-FILHO, N. A. **Os determinantes do desempenho escolar do Brasil**. [S.l.]: IFB, 2007.
- MORAES, A. F. J. **Gendered Waters**: the participation of women on the program 'One Million Cisterns' in the Brazilian semi-arid region. Dissertação de Doutorado. Faculty of the Graduate School. University of Missouri. Doctor of Philosophy. 2011.
- MORAIS, H.A.R; PAIVA, J.A; SOUZA, W.J. Avaliação do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC): Eficácia, Eficiência e Efetividade nos Territórios do Rio Grande do Norte (2003/2015). **Revista de Políticas Públicas**. 2017.
- MURILLO, F. J.; ROMÁN, M. School infrastructure and resources do matter: analysis of the incidence of school resources on the performance of Latin American students. **School effectiveness and school improvement**, Taylor & Francis, v. 22, n. 1, p. 29–50, 2011.
- NEVES, R. S., *et al.* Programa Um Milhão de Cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania. **Revista Agrícolas**: experiências em agroecologia, v.7, n.3, p. 7-11, 2010.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Comentário Geral nº 15 do Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais**. 2010. Disponível em: <[https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&referer=/english/&Lang=S](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&referer=/english/&Lang=S)>. Acesso em: 24 abr. 2020.
- ORTIZ-CORREA, J. S.; FILHO, M. R.; DINAR, A. Impact of access to water and sanitation services on educational attainment. **Water Resources and Economics**, Elsevier, v. 14, p. 31–43, 2016.
- RIBEIRO, C.S; OLIVEIRA, G.C. A questão hídrica no semiárido baiano: conflitos pelo uso da água e as tecnologias sociais de aproveitamento de água de chuva. **Revista del CESLA**, núm. 23. 2019.
- ROBERTSON, A. *et al.* **Climate risk management for water in semi – arid regions**, (Fosis 2008), 1–13. 2014.
- RODRIGUES, R.N. **Perfil epidemiológico e prevalência de *Cryptosporidium sp.*, *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia* em crianças com e sem diarreia no semiárido brasileiro**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Curso de Biotecnologia, Fortaleza, 2014.
- SANTANA, V.L, ARSKY, I.C. Aprendizado e Inovação no Desenho de Regras para a Implementação de Políticas Públicas: A Experiência do Programa Cisternas. **Rev. Serv. Público**, Brasília 67 (2) 203-226 abr/jun, 2016.

SANTOS, J. E. S.; BORJA, P. C. Captação e armazenamento de água de chuva para consumo humano no semiárido baiano no âmbito do PIMC: uma análise da viabilidade do uso da tecnologia no município de Abaré-BA. **Brazilian Journal of Development**. v.6, n.1, p.5259-5300, jan., 2020.

SIETZ, D. Regionalisation of global insights into dryland vulnerability: Better reflecting smallholders' vulnerability in Northeast Brazil. **Global Environmental Change**, 25, 173–185. 2014.

SOUSA, A. B. *et al.* Tecnologias Sociais de convivência com o Semiárido na região do Cariri cearense. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 2, p. 197-220, maio/ago. 2017.

SOUZA, N. G. de M, *et al.* Tecnologias Sociais Voltadas para o Desenvolvimento do Semiárido Brasileiro. **Biofarm**. v. 12, n. 3, 2016.

SUDENE, SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Nova delimitação Semiárido**. 2018.

UNICEF, United Nations Children's Fund; WHO, World Health Organization. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene I 2000-2017**. 2019. Disponível em: <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/jmp-2019-full-report.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2019-full-report.pdf?ua=1)>. Acesso em: 22 de abr. 2020.

VENTURA, A. C.; GARCÍA, L. F.; ANDRADE, J. C. S. Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção de desenvolvimento humano. **Cadernos EBAPE**, v. 10, n. 3, setembro. 2012.

---

<sup>i</sup> O abandono ocorre quando o aluno deixa de frequentar as aulas durante o ano letivo. Entende-se por evasão escolar a situação do aluno que abandonou a escola ou reprovou em determinado ano letivo, e que no ano seguinte não efetuou a matrícula para dar continuidade aos estudos (FUNDAÇÃO LEMANN, 2020).