

# VALUTAZIONE DEI SERVIZI WASH NELLE SCUOLE DI ANÁPOLIS, BRASILE

Carmencita Tonelini Pereira<sup>1\*</sup>, Sabrina Sorlini<sup>1</sup>, Sara Pugliese<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Università di Brescia, Dip. di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica (DICATAM), Brescia.

<sup>2</sup> Università di Pavia, Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura, Pavia.

**Sommario** – La presente ricerca intende valutare il livello dei servizi WaSH (acqua, sanità e igiene) in dieci scuole pubbliche di primo grado del Comune di Anápolis, in Brasile, le quali accolgono un totale di 3.816 studenti e 205 professori. La valutazione WaSH è stata realizzata attraverso i criteri dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e le indicazioni del Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP). Successivamente, sono stati realizzati il campionamento e l'analisi microbiologica delle acque potabili. Delle dieci scuole considerate, nove sono situate nella zona urbana e una in quella rurale. Le scuole urbane usano come fonte di approvvigionamento idrico la rete pubblica comunale, la cui acqua è trattata tramite clorazione; la scuola rurale, invece, utilizza un pozzo artesiano protetto. Le analisi microbiologiche hanno rilevato la presenza di *Escherichia coli* nel 50% delle scuole. L'UNICEF e l'OMS hanno stabilito che le scuole devono disporre di una toilette ogni 25 ragazze e di una toilette più un orinatoio ogni 50 ragazzi. Basandosi su questi parametri nel 100% delle scuole il numero di servizi igienici è insufficiente. In tutte le scuole sono presenti strutture per il lavaggio delle mani, ma il sapone non è disponibile. I servizi WaSH per l'acqua potabile sono stati valutati nel 50% delle scuole come avanzati perché riescono a fornire acqua da fonti migliorate, in quantità sufficiente, disponibile e accessibile a tutti, priva di contaminazione microbiologica e con un numero di fontanelle adeguate al numero di bambini. Il restante 50% delle scuole hanno invece servizi considerati di base perché l'acqua è contaminata da coliformi fecali. Per la *sanitation*, si è rilevato che il 70% delle scuole hanno un livello di servizio considerato limitato, ossia esistono strutture sanitarie, separate per sesso, ma che non funzionano adeguatamente. Per quanto riguarda l'igiene, il livello del servizio è limitato nel 100% delle scuole poiché è presente l'impianto dove lavarsi le mani, ma senza sapone.

**Parole chiave:** acqua potabile, acqua di scarico, igiene, WaSH in schools, SDG6.

## EVALUATION OF WASH SERVICES IN SCHOOLS OF THE MUNICIPALITY OF ANÁPOLIS, BRAZIL

**Abstract** – The supply of drinking water, the management of wastewater (defined as the supply of structures and services designated for the elimination of human urine and faeces) and hygiene are the key points of the Sustainable Development Goal n. 6

(SDG 6). These three aspects are internationally resumed with the acronym WaSH: water, sanitation and hygiene. This study evaluated the level of the WASH services in 10 public primary schools in the municipality Anápolis (Brazil), involving a total of 3816 students and 205 professors. Anápolis is a Brazilian municipality of the State of Goiás located in the Center-West region of the country, the city is 50 km from the capital Goiania and 140 km from the Federal Capital Brasilia. The WaSH evaluation was done through a questionnaire that was developed following the recommendations of the World Health Organization (WHO) and the Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP). Subsequently the water was collected for the microbiological analysis that was performed by the microbiology laboratory of the State University of Goiás using the criteria of the "Practical Manual of Water Analysis of the National Health Foundation" (FUNASA). Of the 10 schools taken into account, 9 were located in urban areas and 1 in a rural area. Urban schools use the public water system as a source of supply. The water is treated with chlorine by the company Saneago and in schools, water is stored in tanks with a capacity of 5000 L. The rural school instead, uses water coming from a protected artesian well. Students of the 10 schools drink water from the drinking fountains equipped with a ceramic filter with charcoal activated for potabilization. The microbiological analysis revealed the presence of *Escherichia coli* in 50% of the examined schools. Regarding sanitation it emerged that 40% of the schools use an off-site sewage system and that 60% of the schools dispose the wastewater in septic tanks. UNICEF and WHO defined that schools must have at least one toilette for each 25 female students and one toilette and one urinal for each 50 male students. Based on these parameters, all of the 10 schools revealed an insufficient number of toilettes and regarding the accessibility, 40% of the schools didn't have bathrooms suitable for mobility-impaired children. All schools were equipped with handwashing structures, but soap was not available in the restrooms. Hygiene education is taught sporadically, there is not a planned moment for handwashing before meals and the importance of washing hands is not emphasized. In 100% of schools there isn't menstrual hygiene program dedicated to girls. The WaSH services for drinking water were evaluated as advanced in 50% of the schools in Anápolis because they were able to supply water from improved sources, in sufficient quantity, available and accessible to all when necessary and free from microbiologic contamination. In the other 50% of the schools examined, the services were considered basic due to

\* Per contatti: Via Branze 43, 25123 Brescia. Tel 3420362462. c.tonelinpereira@unibs.it

water contamination by faecal coliforms. Regarding sanitation, 70% of the schools revealed a service that was considered as limited, because improved sanitary facilities exist, separated per gender, but sometimes they didn't work properly, or they aren't accessible for disable children. The level of hygiene service was considered limited in all schools because there were handwashing structures, but soap was not provided. The research showed that the coordinators of the schools are not aware of the importance of good management of the WaSH services, in this sense, it will be necessary to hold a training course for them. In addition, soap dispensers will be installed in the bathrooms and a hygiene education program will be implemented in the schools of Anápolis.

**Keywords:** *drinking water, sanitation, hygiene, WaSH in schools, SDG 6.*

*Ricevuto il 16-10-2019. Modifiche sostanziali richieste il 14-11-2019. Accettazione il 13-1-2020.*

## 1. INTRODUZIONE

Nel 2015 sono stati definiti i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (OSS) con 169 targets per porre fine alla povertà, combattere le disuguaglianze e le ingiustizie e affrontare il cambiamento climatico entro il 2030. L'acqua è il tema trattato nell'OSS 6, che mira a "garantire la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e dei servizi igienico-sanitari per tutti" riassunti con l'acronimo WaSH (UNICEF, 2016).

I termini "universale" e "per tutti" dell'OSS 6 sottolineano la necessità di espandere il monitoraggio WaSH e richiedono un'attenzione particolare alle esigenze delle ragazze e delle persone vulnerabili. L'obiettivo 4a introduce il WinS (WaSH in Schools), quale invita a considerare la "percentuale di scuole che hanno accesso a: energia, acqua pulita, servizi igienico-sanitari di base e strutture di base per il lavaggio delle mani", mentre l'obiettivo 1.4 garantisce il diritto di accesso a servizi di base, tra cui acqua potabile, servizio igienico sanitario e igiene (UNICEF, 2018).

È in questo contesto che i servizi WaSH, approssimabili agli obiettivi 6.1 e 6.2 degli OSS, rivestono un'importanza fondamentale nell'avanzamento degli obiettivi verso uno sviluppo sostenibile. In particolare per "servizi WaSH" si intendono tutti quei servizi atti a ridurre l'esposizione delle persone alle malattie, cioè consistono sia in comportamenti che in strutture che contribuiscono, insieme, a formare un ambiente igienico (Zurbrügg, 2018).

Il Target 6.1 descrive il numero di scuole (pre-primarie, primarie e secondarie) con fornitura di acqua potabile "di base". Un servizio è definito "di base"

se la fonte di acqua potabile e le strutture igienico-sanitarie sono considerate migliorate. Una fonte di acqua potabile "migliorata" è quella adeguatamente protetta dalla contaminazione esterna, in particolare dalla materia fecale. Le fonti d'acqua "migliorate" in un ambiente scolastico includono tubature, pozzi o sorgenti protette. Le fonti "non migliorate" includono pozzi o sorgenti non protetti e acque superficiali (ad esempio laghi, fiumi, ruscelli, stagni) o qualsiasi altra fonte in cui l'acqua non sia protetta dall'ambiente esterno (JMP, 2018). Se nella scuola esiste una fonte di acqua potabile migliorata ma l'acqua non è disponibile al momento dell'indagine, il servizio è definito "limitato".

Il target 6.2 descrive il numero di scuole (pre-primarie, primarie e secondarie) con servizi igienico-sanitari "di base". Le strutture igienico-sanitarie di tipo "migliorato" tengono separati gli escrementi dal contatto umano. Le strutture "migliorate" in un ambiente scolastico includono i servizi igienici con scarico, latrine con lastra e servizi igienici per il compostaggio. Le strutture "non migliorate" includono latrine senza protezione o qualsiasi altra struttura in cui gli escrementi umani non sono separati dal contatto umano (JMP, 2018).

Il servizio è definito "inesistente" se l'acqua potabile proviene da una fonte non migliorata o non è presente una fonte d'acqua; se le strutture igienico-sanitarie sono assenti o non migliorate; e se non esistono strutture per il lavaggio delle mani o l'acqua non è disponibile.

Il monitoraggio WaSH si basa sui parametri dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e UNICEF, nonché sulle indicazioni date dai diritti umani concepite al fine di formulare specifiche norme legali. WaSH riflette e include tutti gli elementi dei diritti umani relativi all'acqua e ai servizi igienico-sanitari, compresi la disponibilità, l'accessibilità, la qualità, la quantità e l'accettabilità.

Gli indicatori chiave sono stati creati sulla base del documento *WaSH in Schools Water, Sanitation and Hygiene Standards for Schools in Low-Cost Settings* (Adams et al., 2009) e sui parametri indicati dai diritti umani, ma in seguito ciascuno Stato deve integrarli adattandoli agli standard nazionali e alle domande dei sondaggi. Ogni indicatore si riferisce al criterio di livello di servizio: nessun servizio, limitato, di base o avanzato (Tabella 1).

Nel mondo circa 570 milioni di bambini non accedono a un servizio basilare di fornitura di acqua potabile e nel 19% delle strutture scolastiche non esiste acqua potabile. Per i servizi igienico-sanitari la situazione non è migliore: 620 milioni di bam-

Tabella 1 – Livelli dei servizi per il monitoraggio WASH nelle scuole

Livelli del servizio	Acqua potabile	Servizi igienico-sanitari	Igiene
<b>Avanzato</b>	Acqua disponibile quando necessario, accessibile a tutti e sicura, priva di contaminazione chimica e biologica basata su test di qualità dell'acqua.	Strutture accessibili a tutti, in quantità sufficiente, pulite e adatte all'igiene mestruale.	Impianti di lavaggio delle mani disponibili nei momenti critici e accessibili a tutti; educazione alla salute e all'igiene mestruale e fornitura di prodotti per le ragazze.
<b>Base</b>	Acqua potabile da fonte migliorata disponibile nella scuola.	Strutture migliorate, separate per sesso e utilizzabili nella scuola.	Impianti sanitari per il lavaggio delle mani con acqua e sapone disponibili.
<b>Limitato</b>	Esiste fonte migliorata (acqua canalizzata, pozzo protetto, acqua piovana), ma l'acqua non è disponibile al momento della ricerca.	Ci sono strutture sanitarie migliorate (toilette, latrine, bagno di compostaggio), ma non separate per sesso o non utilizzabili.	Esiste impianto di lavaggio delle mani ma senza sapone.
<b>Senza servizio</b>	Nessuna fonte di acqua o fonte non migliorata (pozzo non protetto, acque superficiali).	Non ci sono strutture migliorate.	Non ci sono strutture per lavare le mani o le strutture non hanno acqua.

Fonte: *Manual for Monitoring WASH in Schools in the Sustainable Development Goals (SDGs)*, JMP 2017.

bini non hanno servizi di base nella propria scuola, il 23% degli istituti non hanno strutture migliorate, la defecazione è all'aperto e 900 milioni di bambini non hanno la possibilità di lavarsi le mani con acqua corrente e sapone. Il 36% delle scuole non presenta nessuna struttura per lavarsi le mani (UNICEF, 2018).

Il Brasile ha raggiunto gli Obiettivi di Sviluppo del Millennio (MDG) i quali si ponevano l'obiettivo di dimezzare, entro il 2015, la percentuale di popolazione senza accesso all'acqua potabile di base. Con l'arrivo degli SDG l'attenzione si è spostata sulle aree più critiche, senza servizi o con servizi di scarsa qualità, e sulle disuguaglianze tra le zone rurali e urbane. Le regioni più critiche sono gli Stati del nord e del nordest (Ministério das Cidades, 2017). Esistono importanti differenze nella distribuzione delle risorse idriche tra le varie zone del Paese. Il Nord grazie al bacino amazzonico presenta abbondanti risorse di acqua, ma è scarsamente popolato e povero. Il Nordest è semiarido e ospita 40 milioni di persone che vivono in condizioni critiche. Il Centro-Ovest, che comprende lo Stato del Goiás, presenta due ecosistemi predominanti, il *cerrado* e le *wetland* del Pantanal, e si dedica all'allevamento e all'agricoltura intensiva. Il Sud rappresenta il centro industriale ed economico del Paese e le più grandi aree urbanizzate che, se da un lato richiedono enormi risorse idriche, dall'altro sono responsabili di un crescente inquinamento. L'acqua è una risorsa fondamentale e necessaria ma rappresenta una questione critica per il Brasile, un Paese con gravi disuguaglianze regionale e socio-economico (Ministério das Cidades, 2017).

Per quanto riguarda l'acqua potabile, la legge principale in Brasile è il *National Water Act* promulgato nel 1997, che definisce gli obiettivi, i principi e

gli strumenti della politica e del sistema di gestione nazionale (Porto, 2000). Per la *sanitation* la *National Basic Sanitation Law* del 2007 (Legge n° 11.445/2007) definisce i servizi igienico-sanitari di base come l'insieme dei servizi, operazioni e infrastrutture per la fornitura di acqua, fognature, gestione dei rifiuti solidi, drenaggio e gestione delle acque piovane. La legge regola la raccolta e il trattamento dell'acqua potabile e delle acque reflue e sancisce le principali politiche, i ruoli e le responsabilità legate all'approvvigionamento idrico e l'igiene. Tale legge stabilisce la necessità di un piano nazionale (PLANSAB) per i servizi igienico-sanitari.

Nel 2013 è stato creato il PLANSAB, il quale dà priorità all'eliminazione della defecazione all'aperto, al raggiungimento dell'accesso universale all'acqua gestita in modo sicuro e al raggiungimento di almeno il 92% degli accessi ai servizi igienici gestiti in modo sicuro entro il 2033. Inoltre, secondo il piano, l'ampliamento dell'accesso a WaSH aiuta a ridurre le disuguaglianze regionali e locali, in accordo con gli SDG (Dias et al., 2017). Dal 2007 al 2017 le risorse finanziarie per il settore WaSH e per le politiche idriche e igienico-sanitarie in Brasile sono aumentate notevolmente e sono stati compiuti enormi sforzi per combattere le disuguaglianze riducendo, in particolare, la povertà estrema attraverso il programma "Brasil sem miséria".

Il miglioramento dei servizi WaSH nelle scuole, dove i bambini trascorrono la maggior parte delle loro giornate, influisce sulla salute degli studenti e sul loro grado di apprendimento (UNICEF 2015). Fornire acqua potabile e strutture igienico-sanitarie adeguate sono i primi passi fondamentali per la creazione di un ambiente di apprendimento sano e adatto ai bambini. Tuttavia, nel mondo e in parti-

colare nei Paesi in via di sviluppo, i servizi WaSH nelle scuole non sono garantiti (Adams et al. 2009). Si calcola che, in tutto il mondo, circa 443 milioni di giorni di scuola sono persi a causa di condizioni non adeguate dei servizi idrici e igienico-sanitari. Lavarsi le mani con sapone può ridurre il rischio di diarrea del 42-48% e la presenza di patogeni di origine fecale sulle mani (Greene et al. 2012).

Nonostante i progressi registrati negli ultimi anni, le disuguaglianze in ambito scolastico in materia di acqua, servizi igienico-sanitari e igiene rimangono pronunciate in molte parti del mondo (UNICEF, 2018). Strutture adatte che assicurino privacy e dignità, sistemi di chiusura delle porte e presenza di acqua corrente per potersi lavare correttamente permettono di combattere l'assenteismo. Numerosi questionari e sondaggi mostrano come le ragazze abbiano problemi a frequentare la scuola durante le mestruazioni a causa di strutture inadeguate, assenza di acqua corrente e di assorbenti (Sommer et al. 2010, Jasper et al. 2012).

Il lavaggio delle mani e la gestione dell'igiene mestruale sono considerate priorità universali da raggiungere entro il 2030, in modo che alle ragazze siano offerte le stesse opportunità e l'accesso all'istruzione.

Senza strutture WaSH accessibili nella scuola, le percentuali di abbandono sono elevate, soprattutto per i bambini con disabilità. Il modo più economico per migliorare l'accesso per tutti i bambini è inserire nei progetti iniziali strutture accessibili a tutti, bagni con appoggi, rampe d'accesso e strutture per lavare le mani adatte a disabili e a bambini piccoli (UNICEF, 2018). Tuttavia le strutture non ba-

stano. L'equità è sostenuta e promossa nei programmi WinS, garantendo strutture pulite e accessibili a tutti gli studenti, con un'attenzione maggiore ai soggetti più vulnerabili.

## 2. MATERIALI E METODI

Da settembre a dicembre 2018 è stata condotta una ricerca in dieci scuole pubbliche di primo grado del Comune di Anápolis (Fig. 1), di cui nove in area urbana e una in zona rurale, con l'obiettivo di valutare il livello dei servizi WaSH delle scuole coinvolgendo un totale di 3.816 studenti e 205 professori. Il criterio usato per selezionare le istituzioni è stato la distribuzione geografica e la ricerca è stata autorizzata dalla Segreteria d'Istruzione di Anápolis. Anápolis è un comune brasiliano di 381.970 abitanti (IBGE, 2018) situato nello Stato del Goiás, nella regione Centro-Ovest del Brasile, a 50 km dalla capitale dello Stato, Goiânia, e a 140 km dalla capitale federale Brasília. Della popolazione stimata, il 48,8% sono uomini e il 51,2% donne. È la terza città dello Stato per numero di persone e la seconda più grande per potenza economica. Dal 1976, infatti, si è affermata come polo industriale, principalmente nel settore farmaceutico. Il censimento nel settore dell'istruzione mostra che ad Anápolis esistono 141 scuole pubbliche con 61.196 studenti immatricolati. Tra queste, 96 sono scuole comunali di primo grado con 32.175 studenti iscritti e di queste 43 (il 44%) non dispongono di un sistema pubblico di raccolta e trattamento delle acque reflue (MEC/INEP, 2017). Secondo l'IBGE (2018), solo il 45,5% della popolazione di Anápolis dispone di mezzi per la rac-

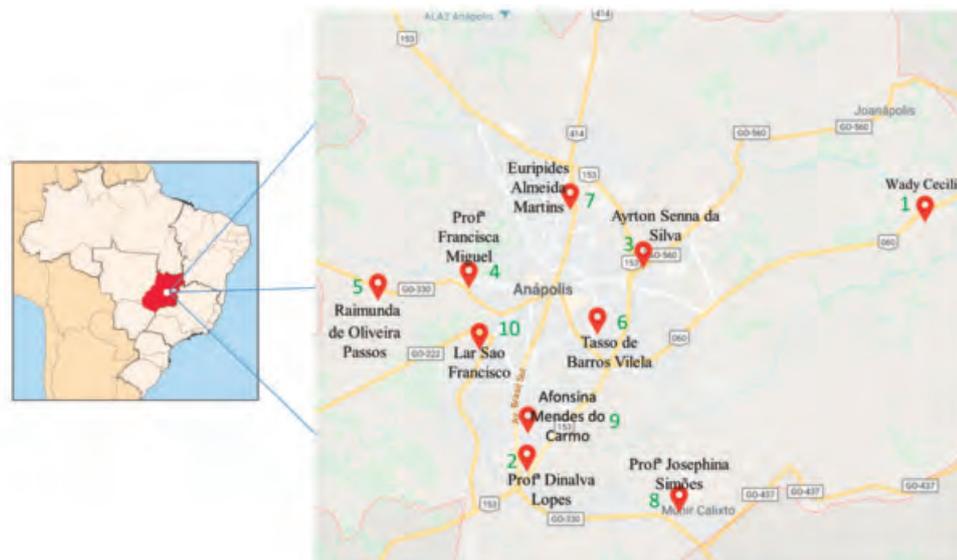


Figura 1 – Localizzazione delle scuole di Anápolis, Brasile

colta e il trattamento delle acque reflue, mentre il 53,8% possiede una fossa biologica. Per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico, il 72% della popolazione ha fornitura di acqua potabile proveniente dal fiume João Leite, che è potabilizzata e distribuita dall'ente pubblico Saneago. L'impianto di potabilizzazione depura l'acqua della diga João Leite, che rifornisce l'intera zona di Goiânia, Anápolis e altre città. La filiera di trattamento è costituita da coagulazione, flocculazione, sedimentazione, filtrazione, disinfezione e fluorazione.

La valutazione è stata realizzata attraverso questionari, interviste, osservazione, campionamento e analisi microbiologica dell'acqua. Il questionario è stato elaborato utilizzando le linee guida dell'UNICEF e dell'OMS: *WASH in Schools Monitoring Package* (2016); *Core questions and indicators for monitoring WASH in Schools in the Sustainable Development Goals* (2011) e *Manual Joint monitoring programme for water supply, sanitation and hygiene in schools* (2018).

Il questionario è stato diviso in quattro sezioni: informazioni generali sulla scuola; acqua potabile (17 domande); servizi igienico-sanitari (13 domande) e igiene (14 domande).

Le scuole sono state valutate conformemente agli indicatori della Tabella 1 e classificate in tre categorie: servizio limitato, di base e avanzato.

In seguito sono stati realizzati il campionamento e l'analisi microbiologica delle acque potabili presso il laboratorio di microbiologia dell'Università Statale del Goiás, usando i criteri del *Manuale Pratico di Analisi dell'acqua della Fondazione Nazionale di Sanità* (FUNASA). La procedura utilizzata per l'analisi microbiologica è stata il metodo del *Most Probable Number* (MPN), che ha permesso di valutare la presenza o l'assenza di coliformi totali e, in particolare, di *Escherichia coli* nell'acqua.

Per ogni scuola sono stati realizzati due campionamenti di acqua, il primo nel mese di ottobre e il secondo a novembre 2018. In ogni istituto è stata prelevata acqua dal rubinetto della cucina e dalla fontanella di acqua potabile (*bebedouro*). Le due campagne di raccolta sono state realizzate sempre nello stesso orario e dagli stessi rubinetti.

### 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

La valutazione dei servizi WaSH richiede un attento studio sulla qualità dell'acqua potabile e sullo smaltimento delle acque reflue, sulla presenza di toilette e impianti per il lavaggio delle mani con sapone e sulla responsabilità della manutenzione e delle riparazioni del sistema idrico e igienico-sanitario della scuola.

La Figura 2 mostra il numero di studenti e professori divisi per sesso; si nota che 50% degli studenti sono di sesso femminile, mentre per i professori 92% sono donne.

#### 3.1. Acqua potabile

L'UNICEF e l'OMS affermano che la scuola deve fornire in ogni momento un punto d'acqua affidabile e accessibile per il personale e gli scolari, compresi quelli con disabilità. Devono essere osservati i seguenti rapporti:

- 1 punto d'acqua per 12 studenti in età prescolare;
- 1 punto d'acqua per 20 studenti al di sopra del livello prescolare;
- 1 punto d'acqua per 10 membri del personale;
- acqua microbiologicamente libera di *E. coli* o batteri coliformi termotolleranti in 100 mL;
- l'acqua di fonte non protetta deve essere trattata per garantire la sicurezza microbiologica;
- la quantità minima di acqua necessaria per tutti gli studenti e i funzionari è di 5 L/hab/d.

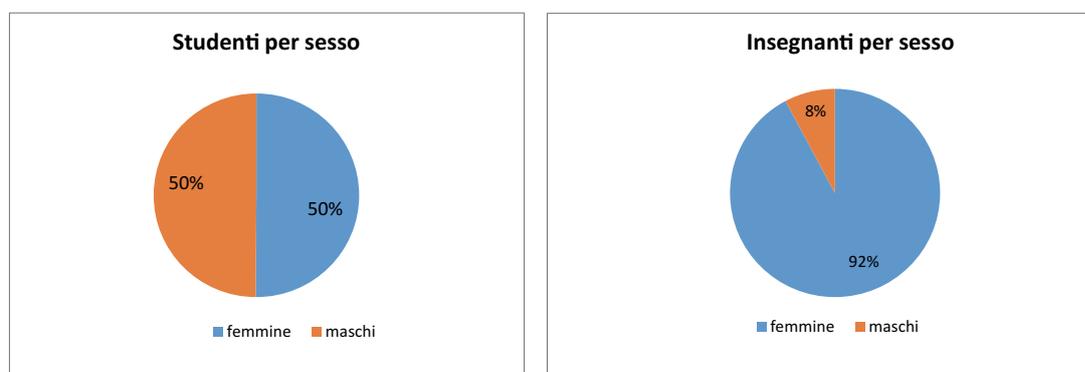


Figura 2 – Percentuale di studenti e insegnanti per sesso

- la quantità d'acqua per lo sciacquone è di 10-20 L/hab/d.

Gli indicatori stabiliscono la principale fonte di acqua potabile della scuola; la disponibilità d'acqua in considerazione della differenza tra la scarsità diurna e i periodi dell'anno in cui l'acqua non è generalmente disponibile, le pratiche di trattamento delle acque e la conformità con le norme nazionali basate su test di qualità dell'acqua, accessibilità e accessibilità per le persone con mobilità ridotta, i bambini piccoli e il numero di fonti di acqua potabile presenti nella scuola (UNICEF, 2018). Per quanto riguarda l'acqua potabile, il 100% delle scuole ha una fonte di approvvigionamento idrico "migliorata", cioè protetta adeguatamente da contaminazione esterna, in particolare dalla materia fecale. Le fonti d'acqua "migliorate" in un ambiente scolastico includono reti idriche, pozzi o sorgenti protette, raccolta di acqua piovana e acqua confezionata o consegnata.

Tutte le scuole in area urbana sono collegate alla rete idrica pubblica e l'acqua è potabilizzata tramite clorazione prima di arrivare agli istituti, mentre la scuola in zona rurale usa l'acqua di un pozzo ed è consumata senza nessun tipo di trattamento.

Tutte le scuole immagazzinano l'acqua, derivante dalla fonte, in un serbatoio con capacità di stoccaggio tra i 2 e i 5 mila litri, e la utilizzano per vari scopi: bere, cucinare, igiene personale e per gli scarichi dei bagni. Questi serbatoi sono puliti dal Comune ogni sei mesi.

In Brasile le scuole e luoghi pubblici dispongono di fontanelle di acqua potabile chiamate comunemente "bebedouros". Tali fontanelle devono fornire acqua potabile pulita e sicura. Queste sono do-

tate di un elemento filtrante di carbone attivo che deve essere sostituito dopo sei mesi, o secondo le istruzioni del produttore. La relazione tra numero di studenti e numero di fontanelle è di 82:1 (Tabella 2), dunque non soddisfa i criteri dell'UNICEF di 1 fontanella ogni 20 studenti.

L'analisi microbiologica ha rivelato che il 50% delle scuole presenta l'acqua della fontanella (*bebedouros*) contaminata da *Escherichia coli*. La maggior quantità di coliformi è stata trovata nella scuola rurale Wady Cecilio, in cui l'unico metodo di trattamento è il filtro della fontanella, che non è mai stato cambiato. Solo due scuole avevano la data di scadenza del filtro indicata e uno era scaduto da più di un anno. Il filtro non ha una funzione di abbattimento batteriologico, ma se utilizzato oltre la data di scadenza può avere l'effetto opposto, accumulando batteri e formando un biofilm che contamina l'acqua.

Dalla ricerca risulta che nel 50% delle scuole la qualità dell'acqua non è garantita e queste sono classificate con livello WaSH base (Figura 3). Per conoscere la causa della contaminazione sono necessari nuovi campionamenti e un'analisi microbiologica in altri punti critici come: punto di entrata dell'acqua (PoE), uscita dal serbatoio e, nel caso della scuola rurale, prelevare l'acqua direttamente dal pozzo per l'analisi.

Le altre cinque scuole (il 50%) sono state classificate con un livello di servizi WaSH avanzato per l'acqua potabile, perché riescono a fornire acqua da fonte migliorata in quantità sufficiente, disponibile e accessibile a tutti quando necessario, priva di contaminazione microbiologica e con un numero di fontanelle adeguate al numero di bambini, professori e funzionari.

Tabella 2 – Valutazione dei servizi per acqua potabile nelle scuole di Anápolis, Brasile

Scuole	N. studenti	N. fontanelle	N studenti/ fontanella	N. Fontanel-la sufficiente	Fonte migliorata	Fonte disponibile e accessibile a tutti	Acqua libera da coliformi	Livello servizio
1. Wady Cecilio	213	3	71	No	Si	Si	No	base
2. Dinalva Lopes	353	3	117	No	Si	Si	Si	avanzato
3. Ayrton Senna	436	12	36	No	Si	Si	Si	avanzato
4. Francisca Miguel	250	3	83	No	Si	Si	No	base
5. Raimunda Oliveira	250	3	83	No	Si	Si	Si	avanzato
6. Tasso Barros	284	4	71	No	Si	Si	No	base
7. Euripedes Almeida	260	3	86	No	Si	Si	Si	avanzato
8. Josephina Simoes	725	8	90	No	Si	Si	No	base
9. Afonsina Mendes	755	4	188	No	Si	Si	Si	avanzato
10. Lar Sao Francisco	290	3	96	No	Si	Si	No	base
<b>Totale</b>	<b>3816</b>	<b>46</b>	<b>82,9</b>					

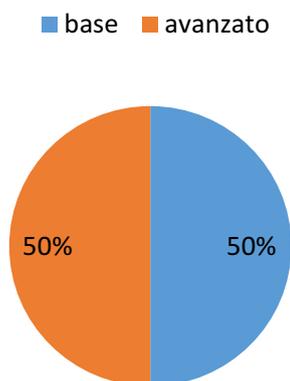


Figura 3 – Livello servizio WaSH per l'acqua potabile, Anápolis Brasile

Secondo la legge brasiliana la quantità di batteri coliformi totali nell'acqua potabile destinata al consumo umano deve essere pari a 0 UFC/100 ml (FUNASA, 2013). Lo stesso limite vale per gli standard dell'OMS (WHO, 2017).

Questo studio ha dimostrato che l'acqua di una fonte migliorata non assicura l'assenza di contaminazione fecale perché l'acqua può contaminarsi all'interno della stessa scuola a causa di una cattiva gestione dei sistemi interni di fornitura d'acqua. Per conoscere la causa della contaminazione delle scuole sono necessarie successive analisi nei punti critici: punto di entrata (PoE); uscita dal serbatoio; uscita dal rubinetto della cucina; "bebedouro" con filtro; e indagini riguardanti la gestione del filtro, del serbatoio e delle risorse economiche in tale ambito.

### 3.2. Servizi igienico-sanitari

Come per l'acqua potabile, l'UNICEF e OMS hanno definito degli standard per i servizi igienico-sanitari:

- 1 toilette ogni 25 ragazze o funzionari di sesso femminile;
- 1 toilette e 1 orinatoio ogni 50 ragazzi o funzionari di sesso maschile e, nella mancanza di orinatoio il rapporto è 1 toilette ogni 25 persone.

Il JMP definisce le strutture sanitarie "migliorate" o "non migliorate", il che è fondamentale per valutare quelle delle scuole rurali, perché nella grande maggioranza non dispongono di un trattamento delle acque reflue, le quali vengono lanciate nella fossa nera o sversate direttamente nei fiumi causando inquinamento. L'indicatore controlla anche che il numero di bagni sia adeguato, che siano in buone condizioni, accessibili e funzionali, e che siano separati per donne e uomini. Altro elemento considerato nel monitoraggio degli indicatori WaSH nelle scuole è il lavaggio delle mani con sapone.

Il rapporto tra numero di toilette e numero di studenti non soddisfa i criteri dell'UNICEF e dell'OMS. Nelle scuole prese in esame, non è presente orinatoio e il rapporto è 54:1 per i ragazzi e 53:1 per le ragazze (Tabella 3).

Il rapporto tra numero di toilette e numero di studenti, in generale, è di 54:1 (Tabella 4) e nel 100% delle scuole non soddisfa i criteri normativi UNICEF, che sono di almeno una toilette ogni 25 studenti (UNICEF, 2012).

Le strutture sanitarie delle dieci scuole sono di tipo "migliorato", dunque il materiale fecale viene smaltito rispettando la sicurezza degli utenti. Nel 60% delle scuole le acque reflue sono smaltite in fossa settica (sistema *on site*), mentre nel 40% il sistema è *off site*, ossia, le acque reflue sono raccolte e trattate in un impianto di depurazione (Tabella 4).

Nella maggior parte delle scuole la fossa è svuotata solo quando raggiunge la sua capacità massima.

Tabella 3 – Rapporto tra numero di toilette e studenti, Anápolis, Brasile

Scuole	N. ragazze	N. toilette funzionale	N. ragazze/ toilette	N. ragazzi	N. toilette funzionale	N. ragazzi/ toilette
1. Wady Cecilio	113	3	37	100	2	50
2. Dinalva Lopes	157	5	31	196	5	39
3. Ayrton Senna	235	6	39	201	6	33
4. Francisca Miguel	130	1	130	120	1	120
5. Raimunda Oliveira	130	4	32	120	4	30
6. Tasso Barros	150	2	75	134	2	67
7. Euripedes Almeida	104	2	52	156	2	78
8. Josephina Simoes	250	6	41	475	6	79
9. Afonsina Mendes	511	4	127	244	4	61
10. Lar Sao Francisco	132	3	44	158	3	52
<b>Total</b>	<b>1912</b>	<b>36</b>	<b>53,1</b>	<b>1904</b>	<b>35</b>	<b>54,4</b>

Tabella 4 – Valutazione dei servizi igienico-sanitari nelle scuole di Anápolis, Brasile

Scuole	N. studenti	N. toilette funzionale	N. studenti/ toilette	Toilette sufficienti	Toilette accessibile a disabili	Toilette accessibile a bambini piccoli	Toilette pulite	Tipo trattamento acqua reflue
1. Wady Cecilio	213	5	42	No	No	No	No	On site
2. Dinalva Lopes	353	10	35	No	Si	No	Si	On site
3. Ayrton Senna	436	11	39	No	Si	Si	No	Off site
4. Francisca Miguel	250	2	125	No	No	Si	Si	Off site
5. Raimunda Oliveira	250	8	31	No	Si	Si	Si	On site
6. Tasso Barros	284	4	71	No	Si	Si	Si	On site
7. Euripedes Almeida	260	4	65	No	No	Si	Si	Off site
8. Josephina Simoes	725	12	60	No	Si	Si	Si	On site
9. Afonsina Mendes	755	8	94	No	Si	Si	Si	On site
10. Lar Sao Francisco	290	6	48	No	No	No	No	Off site
<b>Totale</b>	<b>3816</b>	<b>70</b>	<b>54,5</b>					

La scuola Wady Cecilio ha dichiarato che l'intervento di spurgo è programmato ogni sei mesi.

Nel 40% delle scuole non esistono bagni per persone disabili, nonostante alcuni studenti abbiano deficienze fisiche e nel 30% non esistono bagni per gli studenti più piccoli. Questo implica che tali alunni non possono utilizzare i servizi in autonomia, nel rispetto della dignità e della privacy. Per le ragazze non esiste un programma sull'igiene mestruale e il 100% delle scuole non mette a disposizione materiale per l'igiene mestruale. Quanto a pulizia, il 30% delle scuole presenta bagni non puliti adeguatamente.

In tutti gli edifici, i bagni per gli studenti sono separati per sesso, però solo il 30% delle scuole ha bagni che funzionano adeguatamente. La situazione è più critica per i bagni dei funzionari, che nel 30% delle scuole sono condivisi e in un istituto non esiste un bagno per funzionari uomini che devono utilizzare quello degli studenti.

Si osserva nella Figura 4 che per la *sanitation* il 70% delle scuole ha un livello di servizio considerato *limitato*, ossia esistono strutture sanitarie migliorate, separate per sesso, ma non funzionano adeguatamente (la porta non si chiude, lo sciacquone non funziona o è totalmente rotto), mentre il 30% delle scuole è classificato con servizio *base* perché esistono strutture migliorate, separate per sesso, ma non accessibili a tutti.

In Anápolis, l'ente pubblico Saneago si occupa della raccolta e trattamento delle acque reflue tramite lagune biologiche, di cui due anaerobiche e due falcoltative.

Il censimento del Ministero della Pubblica Istruzione Brasiliano (MEC, 2017) mostra che il 6,1%

■ base ■ limitato

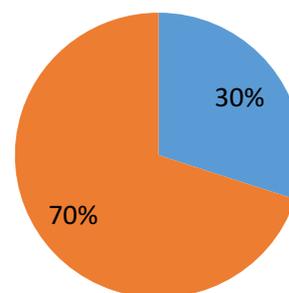


Figura 4 – Livello servizi WaSH per i servizi igienico-sanitari, Anápolis, Brasile

delle scuole urbane di Anápolis non ha un sistema fognario, il 52,3% possiede una fossa biologica e solo il 41,6% è collegato alla rete fognaria. La disparità è ancora maggiore nelle scuole della zona rurale, con il 24,6% privo di sistema fognario e il 19% senza una fonte di acqua potabile. Al contrario, tra quelle urbane, il 96,3% ha una fonte di approvvigionamento idrico migliorata con fornitura di acqua potabilizzata.

Malgrado l'ampia conoscenza dei diritti universali in merito all'accesso all'acqua potabile e ai servizi igienico-sanitari adeguati e l'importanza di tali servizi per la salute dei bambini, la maggioranza delle scuole di Anápolis non riescono a offrire condizioni ottimali nei servizi WaSH.

Secondo l'UNICEF (2018) senza strutture WaSH accessibili nella scuola, la percentuale di abbandono sono elevate per i bambini con disabilità. Il modo più economico per migliorare l'accesso per tutti i bambini è inserire nei progetti iniziali strutture

Tabella 5 – Valutazione dei servizi per igiene nelle scuole di Anápolis, Brasile

Scuole	N. studenti	N. impianto funzionale	N. studenti/impianto	Impianto sufficienti	Accessibile a tutti	Sapone disponibile	Livello servizio
1. Wady Cecilio	213	4	58	No	No	No	limitato
2. Dinalva Lopes	353	8	44	No	Si	No	limitato
3. Ayrton Senna	436	12	36	No	Si	No	limitato
4. Francisca Miguel	250	6	41	No	No	No	limitato
5. Raimunda Oliveira	250	5	50	No	Si	No	limitato
6. Tasso Barros	284	7	40	No	Si	No	limitato
7. Euripedes Almeida	260	4	65	No	No	No	limitato
8. Josephina Simoes	725	12	60	No	Si	No	limitato
9. Afonsina Mendes	755	8	94	No	Si	No	limitato
10. Lar Sao Francisco	290	7	41	No	No	No	limitato
<b>Totale</b>	<b>3816</b>	<b>73</b>	<b>52,2</b>				

accessibili a tutti: bagni con appoggi, rampe d'accesso e strutture per lavare le mani adatte a disabili e a bambini piccoli.

### 3.3. Igiene

L'UNICEF ha stabilito che le scuole debbano avere degli impianti di lavaggio delle mani con acqua e sapone o un'alternativa adatta in tutti i punti critici della scuola, in particolare nei bagni. Devono essere osservati i seguenti rapporti:

- 1 lavandino ogni 8 studenti di livello prescolare;
- 1 lavandino ogni 15 studenti oltre il livello prescolare;
- 1 lavandino ogni 15 membri dello staff.

In tutte le scuole esistono strutture per il lavaggio delle mani, però il 40% degli istituti non possiede strutture adeguate a persone con disabilità. Come mostra la Tabella 5, nel 100% delle scuole il numero di studenti in rapporto al numero di impianti per il lavaggio delle mani è insufficiente: la relazione è di 52:1 e non soddisfa il criterio dell'UNICEF di 15:1.

Nel 100% delle scuole non esiste il sapone per lavarsi delle mani (Tabella 5) e solo nel 50% è istituito, prima dei pasti, un momento dedicato al lavaggio delle mani.

Dal momento che è presente un impianto per lavarsi le mani con acqua disponibile, ma senza sapone, tutte le scuole di Anápolis sono classificate con livello di servizio *limitato*.

L'educazione all'igiene fa parte del programma scolastico nel 60% delle scuole, tuttavia, non è data la giusta attenzione alle corrette pratiche igieniche e questo si manifesta in comportamenti inadeguati, come l'utilizzo dello stesso bicchiere oppu-

Tabella 6 – Classifica delle scuole in relazione al livello dei servizi WaSH

Scuole	Acqua	Servizi igienico-sanitari	Igiene
Raimunda de Oliveira	avanzato	base	limitato
Euripedes Almeida	avanzato	base	limitato
Francisca Miguel	base	base	limitato
Ayrton Senna	avanzato	limitato	limitato
Dinalva Lopes	avanzato	limitato	limitato
Afonsina Mendes	avanzato	limitato	limitato
Tasso Barros	base	limitato	limitato
Josephina Simoes	base	limitato	limitato
Lar São Francisco	base	limitato	limitato
Wady Cecilio	base	limitato	limitato

re il non lavarsi le mani dopo l'uso del bagno. Nel 100% delle scuole non esiste un programma di igiene mestruale per le ragazze.

L'ultimo report dell'UNICEF (2018) contiene suggerimenti per l'adozione di indicatori specifici, come la presenza di cestini con coperchio nei bagni, l'educazione all'igiene mestruale a scuola, sapone e acqua vicino ai bagni, privacy, pulizia, assorbenti disponibili, impianti di lavaggio delle mani privato, gestione e smaltimento del materiale mestruale. Tenendo conto di questi parametri nel monitoraggio e nell'implementazione si possono raggiungere dei progressi nella lotta alle disuguaglianze. La Tabella 6 classifica le scuole in base ai livelli dei servizi WaSH. Gli istituti sono ordinati dal migliore al peggiore dando priorità ai parametri che definiscono i servizi di livello base.

Se incrociamo le scale di livello con i dati delle analisi microbiologiche, possiamo individuare le scuole con le condizioni peggiori. La Tabella 6 mo-

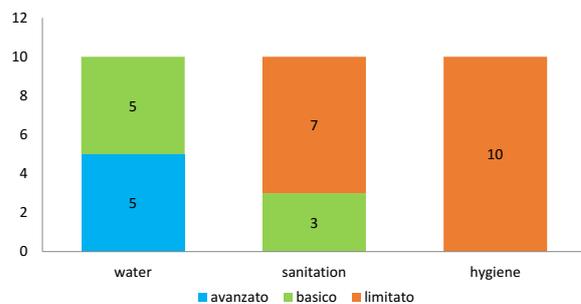


Figura 5 – Livello dei servizi WaSH nelle scuole di Anápolis, Brasile

stra che le scuole più critiche dal punto di vista WaSH sono quattro: Wady Cecilio, Lar São Francisco, Josephina Simões e Tasso Barros.

Si può notare come l'ambito dell'igiene sia il più critico. Nonostante la situazione dell'igiene nelle scuole in Brasile è al di sopra della media mondiale (UNICEF, 2018), il problema ricorrente è quello che si è verificato nel 100% dei casi, cioè la mancanza di sapone.

La Figura 5 mostra il livello dei servizi WaSH nelle dieci scuole di Anápolis. Per quanto riguarda l'acqua potabile, il livello è ottimale con il 50% *avanzato* e il 50% *base*, molto sopra la media brasiliana che è per l'83% *limitato* e il 17% *senza servizio*, secondo il rapporto del *Ministério das Cidades* (2017).

Per la *sanitation* il 30% delle scuole di Anápolis ha un servizio base, dato risultato inferiore alla media nazionale dell'84% base. L'igiene presenta il peggiore risultato con il 100% delle scuole di Anápolis di servizio *limitato*, mentre la media nazionale è del 35% *limitato* e 61% *base*.

#### 4. CONCLUSIONI

Dalla ricerca è emerso che nel 70% delle scuole la *sanitation* presenta un livello WaSH *limitato*, mentre il 100% presenta un servizio *limitato* nell'igiene. Pertanto mancano alcuni elementi per raggiungere il livello base necessario per rispettare i parametri del SDG 4 e i diritti degli studenti.

La priorità è garantire il servizio "base" in tutte le scuole e, solo laddove sia già garantito, ambire al servizio *avanzato*. Alla luce degli indicatori dell'OMS, i problemi principali sono:

- per quanto riguarda la componente *hardware*: a) l'acqua potabile contaminata da *E. coli*; b) bagni non funzionali con scarichi rotti o intasati, porte non chiudibili; c) l'assenza di bagni e infrastrutture per disabili in alcune scuole;

- per la componente *software*: a) numero di "fontanelle" e di toilette insufficienti e mal gestiti; b) mancanza di dispenser con sapone.

Nonostante in tutte le scuole siano presenti strutture (*hardware*) di tipo "migliorato" per acqua potabile e servizi igienico-sanitari l'utilizzo corretto e sicuro di tali servizi non è garantito. Cinque scuole su dieci hanno presentato una contaminazione da *E. coli*, che è un indicatore di servizio *avanzato*. Per legge, l'acqua fornita agli studenti deve essere sicura e rispettare gli standard microbiologici normativi (0 UFC/100ml), ma in gran parte delle scuole i presidi non conoscono l'importanza di mantenere una buona gestione dei filtri per una fornitura sicura di acqua potabile.

Nelle scuole urbane dove è stata riscontrata una lieve contaminazione da *E. coli* sarebbe opportuno cambiare i filtri delle fontanelle e fare una nuova analisi per capire da dove provenga la contaminazione, per poi chiarire di chi è la responsabilità di manutenzione di questi filtri.

La scuola rurale Wady Cecilio ha presentato un problema sia di *hardware* che di *software* come, per esempio, l'alto indice di contaminazione da *E. coli*, un numero insufficiente di fontanelle e toilette, bagni non funzionali e assenza di infrastrutture per disabili. Questa scuola è stata classificata come la peggiore di Anápolis. A questo punto, è necessario valutare un sistema per il trattamento delle acque potabili, che può essere la clorazione dell'acqua del serbatoio d'immagazzinamento – una tecnologia efficace ed economica – oppure la disinfezione con lampade UV, meno economica però più sicura per l'assenza di sottoprodotti. Per risolvere la problematica dell'igiene sarebbe opportuno realizzare l'educazione all'igiene per tutta la comunità scolastica e installare dei dosatori con sapone. Si può pensare anche di produrre il proprio sapone usando l'olio di frittura esausto raccolto dalla stessa comunità.

Tutte le scuole presentano gabinetti con sciacquone, cioè strutture igienico-sanitarie "migliorate". Tuttavia, non tutte sono collegate alla rete di trattamento delle acque reflue municipale, ma sono dotate di fossa. Nella maggior parte dei casi, i dirigenti o i coordinatori scolastici non hanno saputo dare informazioni in merito, oppure hanno dichiarato di chiamare l'azienda di spurgo solo quando la fossa è al limite, dal momento che i costi di tale servizio sono attribuiti alla scuola stessa, dunque anche in questo caso è necessario un chiarimento delle responsabilità a livello locale.

A livello strutturale, una riparazione delle porte e degli scarichi è essenziale e una soluzione alla

mancanza di sapone potrebbe essere l'istallazione di un dosatore vicino agli impianti di lavaggio delle mani dopo una corretta formazione all'igiene.

La presenza di componenti *hardware e software* non ne implica l'utilizzo corretto, e l'assenza di sapone ne limita l'efficacia, quindi, affinché gli studenti abbiano gli strumenti per utilizzare in maniera corretta le strutture WaSH, è necessaria una preparazione mirata sul tema da parte delle ONG e del governo locale attraverso un programma di educazione ambientale e all'igiene che coinvolga i direttori delle scuole, gli insegnanti, gli studenti, le famiglie e la comunità. Le attività con gli studenti possono aiutarli a prendere coscienza dei loro diritti, della loro salute e dei benefici che ne derivano.

Si può quindi concludere che la situazione attuale nelle scuole di Anápolis evidenzia la mancanza di preparazione da parte degli amministratori nei confronti dei servizi WaSH in ambiente scolastico. È opportuna una maggiore partecipazione delle famiglie e della comunità locale al fine di ottenere un miglioramento significativo delle condizioni igienico-sanitarie nelle scuole, creando, per esempio, un comitato WaSH formato da studenti, genitori, funzionari scolastici, ma anche rappresentanti comunali, tecnici e volontari.

Le modifiche della gestione dunque devono interessare tutti i livelli della società scolastica partendo dalla definizione chiara delle responsabilità. Una divisione lineare e definita dei ruoli è essenziale per riuscire a gestire in maniera efficiente tutte le strutture (filtri, serbatoi, fosse settiche, manutenzione ed eventuali riparazioni) e garantire un ambiente salubre agli alunni, fornendo un accesso equo e sicuro all'acqua potabile e ai servizi igienico-sanitari. È necessario creare una politica pubblica per i governanti e che il Comune e i direttori scolastici adottino misure di controllo e monitoraggio dei servizi WaSH.

## 5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Adams J., Bartram J., Chartier Y., Sims J. Water, Sanitation and Hygiene Standards for Schools in Low-cost Settings (2009). World Health Organization/UNICEF. Available online: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/WaSH\\_standards\\_school.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/WaSH_standards_school.pdf) (accessed on 20 April 2019). 2.
- Bain R., Cronk R., Hossain R., Bonjour S., Onda K., Wright J., Yang H., Slaymaker T., Hunter P., Pruss-Ustun A., Bartram J. (2014) Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review.
- Dias C.M.M., Rosa L.P., Gomez J.M.A., D'Avignon A. (2017) Achieving the Sustainable Development Goal 06 in Brazil: the universal access to sanitation as a possible mission.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). Censo Escolar 2017. Brasil. Brasília.
- FUNASA. Fundação Nacional de Saúde (2013). Manual prático de análise de água. 4. ed. Brasília. Funasa, 150 p.
- Greene L.E., Freeman M.C., Akoko D., Saboori S., Moe C., Rheingans R. (2012). Impact of a school-based hygiene promotion and sanitation intervention on pupil hand contamination in Western Kenya: A cluster randomized trial. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 87, 385-393. [CrossRef] [PubMed]
- Jasper C., Thanh-Tam L., Bartram J. (2012). Water and Sanitation in Schools: A Systematic Review of the Health and Educational Outcomes. *Int. J. Environ. Res. Public.*, 9, 2772–2787. [CrossRef] [PubMed]
- Jordanova T., Cronk R., Obando W., Medina O.Z., Kinoshita R., Bartram J. (2015). Water, Sanitation, and Hygiene in Schools in Low Socio-Economic Regions in Nicaragua: A Cross-Sectional Survey.
- MEC/INEP. Ministério da Educação/Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2017). Censo Escolar da educação básica 2017. Notas estatísticas. Brasil. Brasília.
- Ministério das Cidades, Brazil (2017) Overview: Water, sanitation and hygiene. Achieving the SDGs targets for water, sanitation and hygiene.
- Porto M. e Kelman J. (2000). Water resources policy in Brazil. In: *Rivers – Studies in the Science Environmental Policy and Law of Instream Flow*, v. 7, n. 3, 2000.
- Sommer M. (2010). Where the education system and women's bodies collide: The social and health impact of girls' experiences of menstruation and schooling in Tanzania. *J. Adolesc.*, 33, 521–529. [CrossRef] [PubMed].
- UNICEF (2011). WaSH in schools monitoring package. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization (WHO), 92p.
- UNICEF (2012). Raising Even More Clean Hands. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF).
- UNICEF (2015). Progress on sanitation and drinking water: 2015 Update and MDG Assessment. Geneva: United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization (WHO).
- UNICEF (2016). Core Questions and Indicators for Monitoring WASH in Schools in the Sustainable Development Goals. Geneva: United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization.
- UNICEF (2018). Drinking water, Sanitation, and Hygiene in Schools: Global Baseline Report 2018. Joint Monitoring Programme for water supply, sanitation and hygiene. New York: United Nations Children's Fund (UNICEF) and World Health Organization, 84 p.
- WHO (2017). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization.
- Zurbrugg C. (2018). SDG 6: Acqua pulita e servizi igienico-sanitari. Dove siamo e dove ci porterà questo SDG 6? Svizzera, Sandec/Eawag.

## RINGRAZIAMENTI

Gli autori vogliono ringraziare la Fondazione SIPEC (Brescia), l'azienda Aqualit Saneamento (Brasile), i professori Plinio Naves e Osvaldo Pinto dell'Università Statale di Goiás (Brasile) per la collaborazione in questo progetto e tutti i volontari dell'Istituto 4 Elementos.



# INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2019 è sostenuta da:

