



Sezione Emilia Romagna

ACQUA E SALUTE
responsabilità e innovazione nel monitoraggio e gestione delle acque destinate al consumo umano
Bologna, 29 settembre 2016

Erica Leoni

Sistemi di controllo della contaminazione microbica dell'acqua: esempi ed esperienze



Dipartimento di Scienze Biomediche e Neuromotorie
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Unità di Igiene, Sanità pubblica e Statistica medica

1

ARGOMENTI

- ◆ **RISCHIO MICROBIOLOGICO**
- ◆ **SORVEGLIANZA EPIDEMIOLOGICA**
- ◆ **PARAMETRI DI CONTROLLO**
- ◆ **CONTAMINAZIONE AI PUNTI D'USO**
- ◆ **ESEMPI ED ESPERIENZE**

2

1. RISCHIO MICROBIOLOGICO

Nei Paesi meno sviluppati:

Il rischio infettivo, legato alla presenza nelle acque di microrganismi patogeni che causano malattie di natura enterica, è ancora molto elevato.

Nei Paesi industrializzati:

- ❖ declino delle patologie legate alla diffusione dei più tradizionali patogeni di origine enterica
- ❖ l'aumento di patologie da patogeni EMERGENTI ed OPPORTUNISTI sia di origine enterica che ambientale

3

1. RISCHIO MICROBIOLOGICO

In generale, il modello di studio che permette di seguire una strategia per la caratterizzazione del rischio comprende diverse fasi interconnesse tra loro:

- ❖ identificazione del pericolo;
- ❖ relazione dose-risposta;
- ❖ valutazione dell'esposizione.

La valutazione del rischio microbiologico non viene, al momento, ancora utilizzata per la definizione di valori limite per i patogeni nelle acque.

Si prevede l'assenza obbligatoria dei patogeni di origine enterica, senza che venga considerata né la loro concentrazione né la loro vitalità, ricercando nei controlli i **microrganismi indicatori**.

4

1. RISCHIO MICROBIOLOGICO

Tabella 4. Caratteristiche di alcuni batteri patogeni presenti nelle acque

Batteri	Resistenza al Cl ₂	Effetti sulla salute	Diffusione nelle acque	VNC*	Persistenza in acqua
<i>Micobatteri</i> ambientali	Elevata	Polmoniti, gastroenteriti	Comune	No	Lunga
<i>H. pylori</i>	Bassa	Ulcera, tumore allo stomaco	Abbastanza comune	No	**
<i>E. coli</i> patogeni	Bassa	Diarrea	Abbastanza comune	Si	Breve
<i>Legionella</i>	Media	Polmonite	Comune	Si	Media
<i>Aeromonas</i>	Media	Gastroenterite	Comune	No	Media
<i>P. aeruginosa</i>	Alta	gastroenteriti, infezioni polmonari	Comune	No	Media
<i>C. jejuni</i>	Bassa	Diarrea	Abbastanza comune	Si	Breve
<i>Y. enterocolitica</i>	Bassa	Diarrea	Abbastanza comune	No	Media

*VNC: Vitale non coltivabile; ** informazione non disponibile;

1. RISCHIO MICROBIOLOGICO

Tabella 5. Caratteristiche di alcuni virus presenti nelle acque

Virus	Resistenza al Cl ₂	Dose infettante (PFU virali)	Effetti sulla salute	Diffusione nelle acque	Persistenza in acqua
Enterovirus	Media	Bassa	Vari (miocardite, meningoencefaliti, poliomieliti, ecc.)	Comune	Lunga
HAV	Media	Bassa	Epatite infettiva, danni epatici	Comune	Lunga
HEV	Media*	Bassa	Epatite, danni epatici	Abbastanza comune	Lunga
Adenovirus	Media	Bassa	Vari (faringite, congiuntivite, gastroenteriti, ecc.)	Comune	Lunga
Norovirus	Media	Bassa	gastroenteriti	Comune	Lunga
Rotavirus	Media	Bassa	gastroenteriti	Abbastanza comune	Moderata
Sapovirus	Media	Bassa	gastroenteriti	Abbastanza comune	Lunga

1. RISCHIO MICROBIOLOGICO

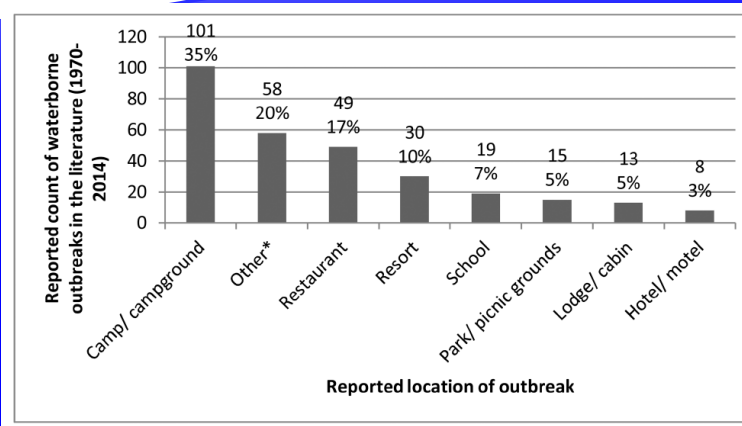
Tabella 6. Caratteristiche di alcuni protozoi patogeni presenti nelle acque

Protozoi	Resistenza al Cl ₂	Effetti sulla salute	Diffusione nelle acque	Persistenza in acqua
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Alta	Diarrea acuta e cronica	Comune	Lunga
<i>Giardia</i> spp.	Alta	Diarrea e malassorbimento	Comune	Moderata
<i>Toxoplasma gondii</i>	Alta	Linfoadenopatia, febbre, infezioni congenite	Potenziale	Lunga
<i>Microsporidia</i>	Alta	Diarrea e perdita di peso	Potenziale	Lunga
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Alta	Diarrea persistente	potenziale	Lunga

Bonadonna L, Diporto M - Rapporti ISTISAN 09/3 7

2. SORVEGLIANZA EPIDEMIOLOGICA

Frequenza delle epidemie di origine idrica (piccoli acquedotti) per luogo di insorgenza (Canada e USA, 1970-2014)

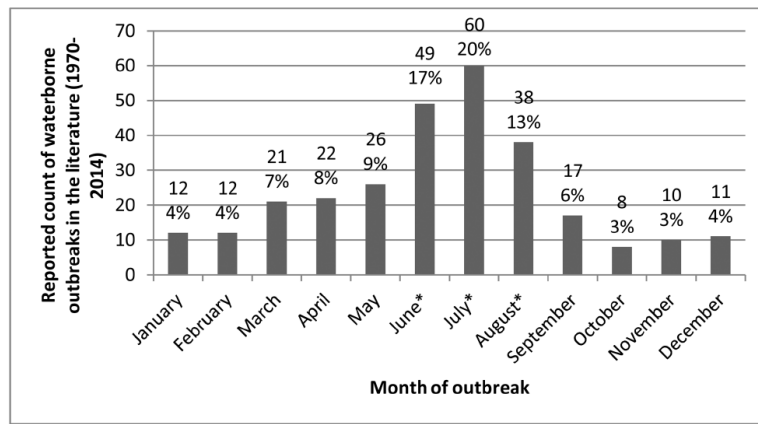


Pons et al. PLOS ONE, 2015

8

2. SORVEGLIANZA EPIDEMIOLOGICA

Distribuzione stagionale delle epidemie di origine idrica (piccoli acquedotti) (Canada e USA, 1970-2014)

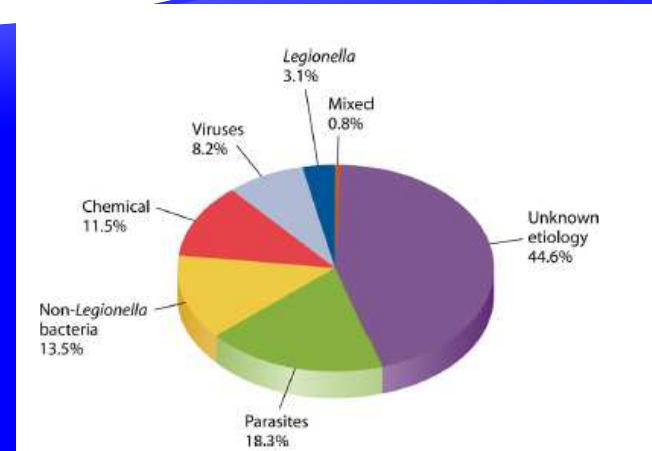


Pons et al. PLOS ONE, 2015

9

2. SORVEGLIANZA EPIDEMIOLOGICA

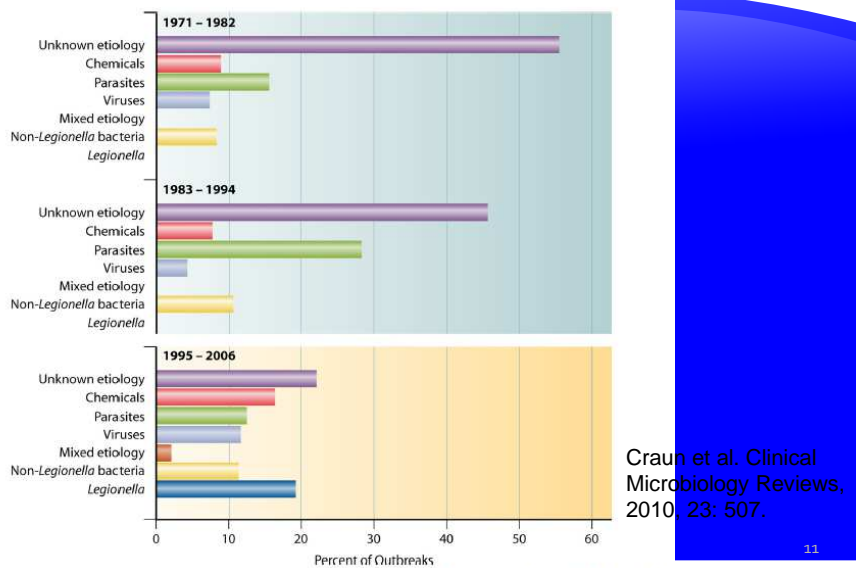
Distribuzione percentuale degli agenti eziologici di epidemie di origine idrica (USA, 1971-2006)



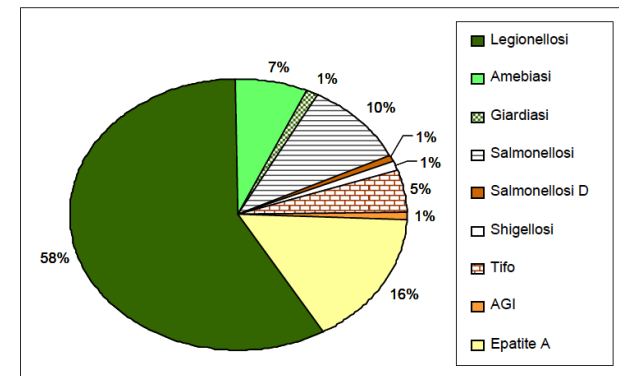
Craun et al. Clinical Microbiology Reviews, 2010, 23: 507.

10

2. SORVEGLIANZA EPIDEMIOLOGICA



In Italia: Dati ricavati dalle schede di notifica delle malattie negli anni 2001-06 nel territorio del Lazio
 Notificati 2928 casi di malattia riconducibile all'acqua



Valori percentuali relativi a casi di malattia correlati direttamente all'acqua

Bonadonna L, Diporto M - Rapporti ISTISAN 09/3 ¹²

3. PARAMETRI DI CONTROLLO secondo il D.lgs 31/01

1. CONTROLLI DI ROUTINE

mirano a fornire ad intervalli regolari informazioni sulla qualità organolettica e microbiologica delle acque fornite per il consumo umano, nonché informazioni sull'efficacia degli eventuali trattamenti di potabilizzazione

2. CONTROLLI DI VERIFICA

mirano a fornire le informazioni necessarie per accertare se tutti i valori di parametro contenuti nel D.lgs 31/2001 sono rispettati.

PARAMETRI MICROBIOLOGICI – ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO

PARAMETRO DI ROUTINE	VALORE DI PARAMETRO (Dlgs N. 31/2001)	Possibili effetti sulla salute da ingestione di acqua contaminata	Sorgenti di contaminazione dell'acqua
<i>Escherichia coli</i> (INDESIDERABILE)	0/100 ml	Non rappresentano un vero pericolo per la salute, ma la loro presenza può indicare presenza di patogeni	Feci umane e animali
Coliformi a 37°C (INDICATORE)	0/100 ml	Batteri Gram negativi fermentanti il lattosio di possibile origine fecale, ma che possono essere adattati all'ambiente	Feci umane e animali, ambiente
<i>Clostridium perfringens</i> * (INDICATORE)	0/100 ml	Non rappresentano un vero pericolo per la salute, ma la loro presenza può indicare presenza di patogeni	Feci umane e animali, contaminazione pregressa, indice di influenza superficiale
* solo se acqua è superficiale			
PARAMETRO DI VERIFICA	Valore di parametro (Dlgs n. 31/2001)	Possibili effetti sulla salute da ingestione di acqua contaminata	Sorgenti di contaminazione dell'acqua
Enterococchi (INDESIDERABILE)	0/100 ml	Non rappresentano un vero pericolo per la salute, ma la loro presenza può indicare presenza di patogeni	Feci umane e animali
Conteggio delle colonie a 22°C (INDICATORE)	Senza variazioni anomale	Non rappresentano un vero pericolo per la salute, ma la loro presenza ad elevati livelli indica superficialità della fonte	Inquinamento ambientale
Conteggio delle colonie a 37°C (INDICATORE)	20/ml	Non rappresentano un vero pericolo per la salute, ma la loro presenza ad elevati livelli può indicare presenza di patogeni	Inquinamento di origine umana e animale

14

PARAMETRI MICROBIOLOGICI – ACQUA DESTINATA AL CONSUMO UMANO MESSA IN VENDITA IN BOTTIGLIE O CONTENITORI

CONTROLLO DI ROUTINE	VALORE DI PARAMETRO (Dlgs N. 31\2001)	Possibili effetti sulla salute da ingestione di acqua contaminata	Sorgenti di contaminazione dell'acqua
Escherichia coli (INDESIDERABILE)	0/250 ml	Non rappresentano un vero pericolo per la salute, ma la loro presenza può indicare presenza di patogeni	Feci umane e animali
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml	Eruzioni cutanee pustolose, otiti, può contaminare farmaci, sanitari, responsabile di infezioni ospedaliere	Si riscontra spesso quando l'acqua è ricca di sostanze organiche
Conteggio delle colonie a 22°C	100/ml	Non rappresentano un vero pericolo per la salute, ma la loro presenza ad elevati livelli indica superficialità della fonte	Inquinamento ambientale
Conteggio delle colonie a 37°C	20/ml	Non rappresentano un vero pericolo per la salute, ma la loro presenza ad elevati livelli può indicare presenza di patogeni	Feci umane o animali

CONTROLLO DI VERIFICA	Valore di parametro (Dlgs n. 31\2001)	Possibili effetti sulla salute da ingestione di acqua contaminata	Sorgenti di contaminazione dell'acqua
Enterococchi (INDESIDERABILE)	0/250 ml	Non rappresentano un vero pericolo per la salute, ma la loro presenza può indicare presenza di patogeni	Feci umane e animali

15

A giudizio dell'Autorità sanitaria competente, potrà essere effettuata la ricerca di:

Parametro	Volume di riferimento
Alghe	1 L
Batteriofagi anti-E.coli *	100 L
Nematodi a vita libera	1 L
Enterobatteri patogeni *	1 L
Enterovirus *	100 L
Funghi	100 mL
Protozoi	100 L
Pseudomonas aeruginosa	250 mL
Stafilococchi patogeni *	250 mL

* Devono essere costantemente assenti

16

Secondo il modello del

Water Safety Plan

introdotto dall'Organizzazione Mondiale della Sanità e approvato a livello comunitario, il controllo delle acque destinate al consumo prevede la valutazione e la gestione del rischio nell'intera filiera.

La mappa dei punti è in funzione della complessità del sistema (articolazioni territoriali della rete distributiva) e del grado di affidabilità e deve consentire l'individuazione tempestiva dei tratti di rete che presentano eventuali situazioni critiche.

17

4. CONTAMINAZIONE AI PUNTI D'USO

il 46,5 % degli italiani non si fida a bere l'acqua del rubinetto (dati ISTAT)

Oggi si ricorre sempre più all'utilizzo di apparecchiature che dichiarano di migliorare la qualità organolettica dell'acqua affinandone le caratteristiche (ACQUA DA TAVOLA AFFINATA).

Questi dispositivi sono consentiti in Italia solo nel caso in cui l'acqua da trattare sia già potabile e nel rispetto delle prescrizioni emanate dal Ministero della Salute, rispettando le previste manutenzioni.

18

PRINCIPALI APPARECCHIATURE

- ◆ resine a scambio ionico
- ◆ sistemi ad osmosi inversa
- ◆ filtri meccanici (microfiltrazione)
- ◆ filtri a carbone attivo



19

Modalità di distribuzione dell'acqua affinata

Water vending machine



Boccione



"Casa dell'acqua"



20

ACQUA TRATTATA AL PUNTO D'USO

Riferimenti normativi

- ◆ **D.Lgs. 31/2001:** qualità delle acque destinate al consumo umano
- ◆ **D.M. 174/2004:** caratteristiche di materiali ed oggetti a contatto con acque destinate al consumo umano
- ◆ **D.M. 443/1990:** disposizioni tecniche sulle apparecchiature per il trattamento domestico di acque potabili
- ◆ **D.M. 7 febbraio 2012, n. 25:**
 - ◆ campo di applicazione ampliato
 - ◆ aggiornamento tecnologie
 - ◆ attenzione al consumatore e alle fasi di installazione e manutenzione

21

ACQUA TRATTATA AL PUNTO D'USO

Linee Guida

- ◆ Linee guida del 20 marzo 2013 sui dispositivi di trattamento delle acque destinate al consumo umano ai sensi del D.M. 7 febbraio 2012, n. 25
- ◆ Linee guida per l'informazione sulle apparecchiature per il trattamento dell'acqua destinata al consumo umano. Rapporti ISTISAN 15/08, 2015

"Nessuna delle apparecchiature destinate alla correzione delle caratteristiche chimiche, fisiche o microbiologiche delle acque potrà essere propagandata o venduta sotto la voce generica di <<depuratore d'acqua>>, ma solo con la precisa indicazione della specifica azione svolta"

22

5. ESEMPI ED ESPERIENZE

Sacchetti et al. *Microbial quality of drinking water from microfiltered water dispensers. Int. J. Hyg. Envir. Health*, 2014, 217:255-9.

Apparecchiature che trattano l'acqua potabile al punto d'uso con **MICROFILTRAZIONE** installate presso:

- strutture assistenziali per anziani (13)
- scuole (7)
- mense ospedaliere (16)
- ristoranti/bar (34)

Obiettivo

- valutare la qualità dell'acqua potabile trattata al punto d'uso confrontandola con quella di rete

23

Sacchetti et al. *Microbial quality of drinking water from microfiltered water dispensers. Int. J. Hyg. Envir. Health*, 2014, 217:255-9.

	Acqua di rete	Acqua microfiltrata			Totale campioni
		Liscia T. amb.	refrig erata	r. + CO2	
Strutture assistenziali per anziani	12	12	13	3	40
Scuole	7	5	7	/	19
Mense ospedaliere	13	13	16	15	57
Ristoranti/bar	38	19	27	33	117
Totale	70	49	63	51	233

PARAMETRI MICROBIOLOGICI

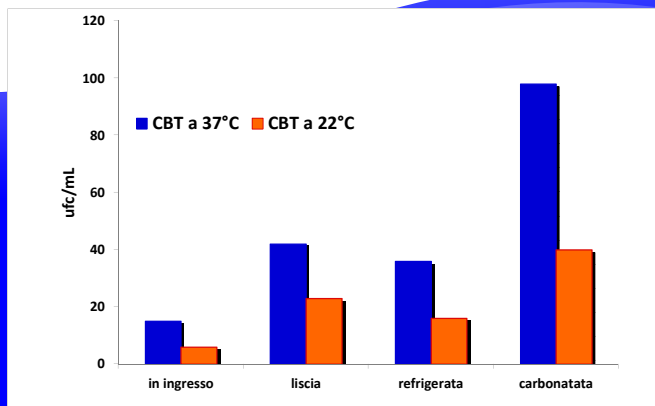
- *Escherichia coli*
- Enterococchi
- Coliformi a 37° C
- Cariche batteriche totali a 22 e 37° C
- Stafilococchi coagulasi positivi
- *Ps. aeruginosa* e altri Gram neg. non fermentanti

PARAMETRI FISICI E CHIMICI

- Temperatura e pH
- Conducibilità
- Calcio
- Sodio
- Durezza
- Residuo fisso a 180° C
- Cloro residuo

24

Sacchetti et al. Microbial quality of drinking water from microfiltered water dispensers. *Int. J. Hyg. Envir. Health*, 2014, 217:255-9.



ingresso vs liscia: CBT37 P<0,05; CBT22 P=0,0001
 ingresso vs refrigerata: CBT37 P=0,0001; CBT22 P<0,05
 ingresso vs refrigerata/carbonatata: CBT37 P<0,05; CBT22 P=0,0001

Sacchetti et al. Microbial quality of drinking water from microfiltered water dispensers. *Int. J. Hyg. Envir. Health*, 2014, 217:255-9.

Number (%) of positive samples and mean values of microbial counts in relation of water type.

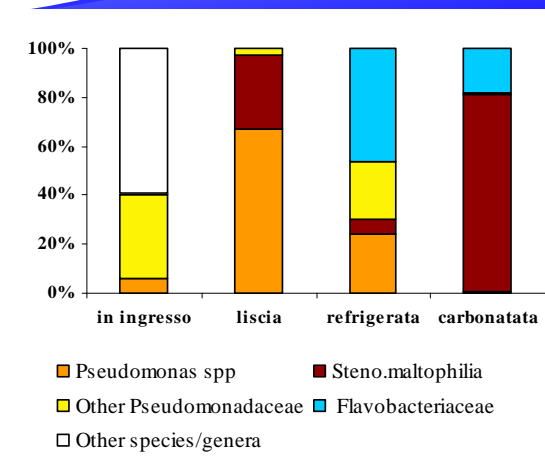
Bacteriological parameters	Municipal tap water (N=70)		Still unchilled water (N=49)		Still chilled water (N=63)		Carbonated chilled water (N=51)	
	Positive samples		Positive samples		Positive samples		Positive samples	
	No. (%)	Mean	No. (%)	Mean	No. (%)	Mean	No. (%)	Mean
EC (Log ₁₀ cfu/100 mL)	0		0		0		0	
ENT (Log ₁₀ cfu/100 mL)	0		0		0		0	
TC (Log ₁₀ cfu/100 mL)	0		2 (4.2)	0.24	1 (1.6)	0.30	2 (3.6)	0.78
SA (Log ₁₀ cfu/250 mL)	0		0		0		1 (2.0)	0.30
PA (Log ₁₀ cfu/250 mL)	3 (4.3)	0.30	11 (22.9)	2.04	9 (14.3)	1.43	3 (5.9)	0.62

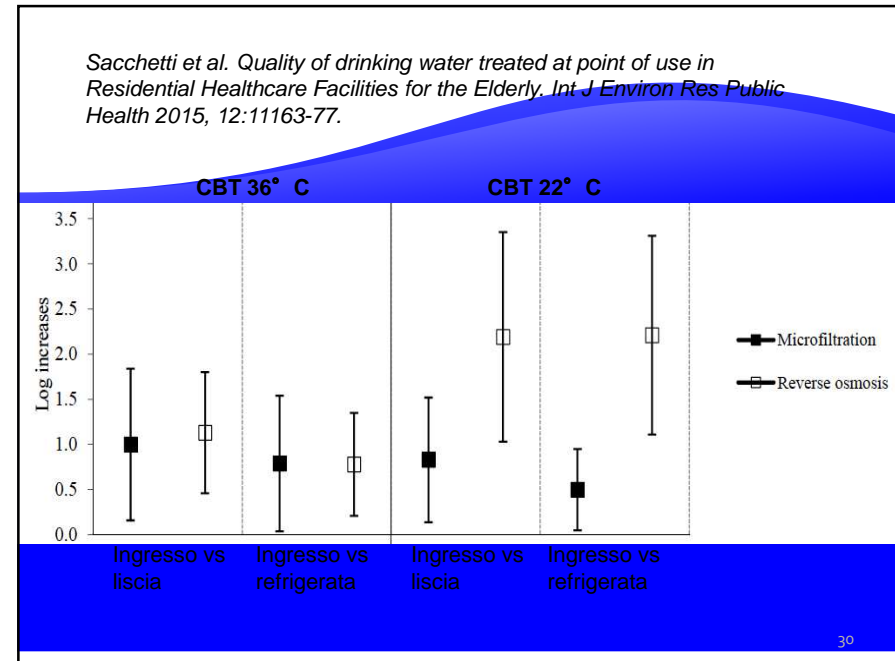
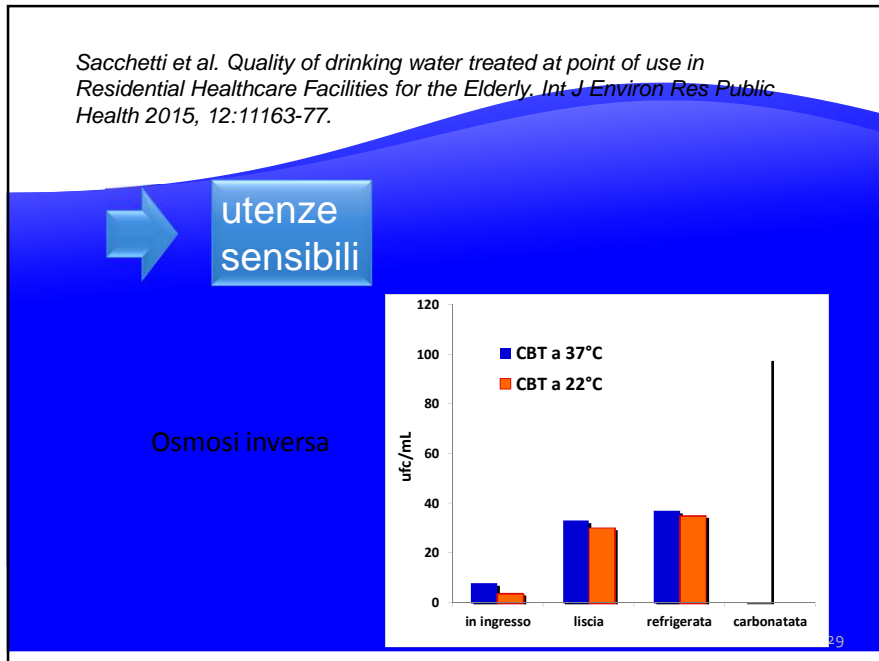
EC: Escherichia coli; ENT: enterococci; TC: total coliforms; SA: Staphylococcus aureus; PA: Pseudomonas aeruginosa.

Zanetti et al. Occurrence of non-fermenting Gram negative bacteria in drinking water dispensed from point-of-use microfiltration devices. *Annals Agric Environ Med* 2014, 21:29-34.

Specie	Acqua in ingresso (n=94)		Acqua liscia (n=67)		Acqua refrigerata (n=82)		Acqua carbonatata (n=56)	
	Camp. positivi	isolati	Camp. positivi	isolati	Camp. positivi	isolati	Camp. positivi	isolati
	%	n	%	n	%	n	%	n
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	0	-	4.5	1654	3.7	1550	1.8	11175
<i>Weeksella virosa</i>	0	-	0	-	2.4	11250	1.8	2500
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6.4	29	19.4	3569	17.1	5493	10.7	54
<i>Delftia acidovorans</i>	2.1	635	0	-	2.4	5750	0	-
<i>Moraxella spp</i>	4.3	945	1.5	1	2.4	4	0	-
<i>Pseudomonas aureofaciens</i>	1.1	4	3.0	29	4.9	315	1.8	2
<i>Aeromonas salmonicida</i>	1.1	250	0	-	0	-	0	-
<i>Ralstonia pickettii</i>	1.1	6	1.5	150	2.4	22	0	-
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	1.1	1	0	-	2.4	64	0	-
<i>Pseudomonas mendocina</i>	1.1	64	0	-	0	-	0	-
<i>Pseudomonas putida</i>	3.2	21	3.0	30	2.4	2	0	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1.1	5	4.5	14	2.4	2	1.8	30

Zanetti et al. Occurrence of non-fermenting Gram negative bacteria in drinking water dispensed from point-of-use microfiltration devices. *Annals Agric Environ Med* 2014, 21:29-34.





	Acqua di rete	Acqua microfiltrata		
		T° amb.	refrigerata	r.+ CO2
Temperatura (°C)	19.5	23.0	9.8	9.5
pH	7.4	7.4	7.3	5.4
Conducibilità (µS/cm)	616	595	595	598
Calcio (mg/L)	84.0	85.0	93.1	80.1
Sodio (mg/L)	37.1	26.0	31.9	31.0
Durezza totale (°F)	26.2	27.0	26.3	24.1
Residuo fisso a 180°C (mg/L)	404	392	392	392
Cloro residuo (mg/L)	0.17	0.12	0.10	

Microfiltrazione

	Acqua di rete	Acqua osmotizzata	
		T° amb.	refrigerata
Temperatura (°C)	15.4	18.4	11.2
pH	8.0	6.9	7.2
Conducibilità (µS/cm)	446	69	94
Calcio (mg/L)	92.2	7.0	11.7
Sodio (mg/L)	17.8	4.0	4.9
Durezza totale (°F)	21.5	2.3	3.7
Residuo fisso a 180°C (mg/L)	288	43	61
Cloro residuo (mg/L)	0.18	0.10	0.10

Osmosi inversa

31

Conclusioni

- ❖ Qualità dell' acqua potabile è **primariamente** tutelata attraverso la protezione delle fonti di approvvigionamento e successivamente attraverso la corretta gestione della potabilizzazione, della distribuzione e dei controlli (Water Safety Plan)
- ❖ Il controllo microbiologico dell'acqua deve tener conto di microrganismi emergenti potenziali patogeni di difficile identificazione la cui presenza non sempre è correlata ai parametri microbiologici utilizzati nei controlli di routine
- ❖ Trattare l'acqua ai punti d'uso, senza una utilizzazione corretta e una manutenzione adeguata delle apparecchiature, può aumentare il rischio microbiologico da microrganismi opportunisti, soprattutto per le persone esposte nelle utenze sensibili

32



...Grazie!

erica.leoni@unibo.it