

SOCIOLOGIA BASADA EN L'ANÀLISI D'AIGÜES RESIDUALS*

L'ICRA ha establert un equip que reuneix tecnologia i imaginació per a extreure informació socioeconòmica dels municipis a partir de l'anàlisi química i microbiològica de les aigües residuals dels seus ciutadans, l'anomenada **Sewer Sociology** o Sociologia basada en l'Anàlisi de les Aigües Residuals (SAAR).

Què és la Sociologia basada en l'Anàlisi de les Aigües Residuals?

La SAAR es podria definir com "la ciència de la societat, les institucions socials i les relacions socials vistes a través dels ulls d'un embornal". Fins ara, aquest terme s'ha utilitzat en el marc dels estudis que analitzen els fluxos en el clavegueram per a extreure dades sobre el ritme diari de la vida de les persones, però es pot anar més enllà de l'anàlisi d'aquests fluxos. Per exemple, el mesurament de la concentració de substàncies químiques seleccionades pot proporcionar informació sobre els hàbits de vida i l'estat de salut de la població. Aquesta pràctica es denomina "Sewage Information Mining (SIM)" o Minería d'Informació Química d'Aigües Residuals (SCIM) quan el focus està en els productes químics. Dins de la SIM s'inclou l'Epidemiologia basada en l'Anàlisi de les Aigües Residuals, proposat en 2001. Des de llavors s'han realitzat centenars d'estudis per a validar aquest concepte, entre els quals es troben els basats en l'anàlisi de la concentració de drogues il·lícites en les aigües residuals i la consegüent estimació del consum per càpita. Altres aplicacions molt interessants s'han dut a terme, per exemple estimar l'exposició de la població als plaguicides, quantificar els productes farmacèutics prescrits, els biomarcadors que poden reflectir els hàbits d'estil de vida i l'estat general de salut de la població.

La SAAR s'està convertint en un tema d'actualitat

Els resultats i els coneixements de la SAAR no sols es limiten a la comunitat científica, de fet, una sèrie de titulars de notícies com: "El que els residus humans poden dir-nos sobre els ingressos, la dieta i la salut" (Celina Ribeiro, Oct 2019, BBC), "Hi ha una diferència descoratjadora entre les aigües residuals de les zones riques i les de les zones pobres" (Michelle Starr, Oct 2019, Science Alert), "Els científics poden saber que ric ets examinant les teves aigües residuals" (Peter Hess, oct. 2019, Invers) i "L'estudi de les aigües residuals dóna pistes sobre l'estatus socioeconòmic i els hàbits de les persones" (Bob Yirka, oct. 2019, Phys.org), per nomenar-ne només algunes, es van

publicar en 2019. Així, la SAAR pot convertir-se en una important eina per a identificar les amenaces, les necessitats, la salut i la riquesa dels éssers humans i la societat.

Quina és la contribució de l'ICRA a la SAAR?

A l'ICRA creiem que la SAAR pot utilitzar-se per a la vigilància dels factors de risc per a la salut de la població, convertint-se en un valuós complement dels mètodes existents, els quals tenen certs inconvenients. Per exemple, les enquestes per qüestionari tenen limitacions a causa de la falta de veracitat de les respostes dels participants i a les necessitats d'ajustar-se al pressupost assignat. Les bases de dades de població (per exemple, els censos) i els registres mèdics solen mancar de dades socioeconòmiques i d'hàbits de vida, no són plenament fiables ni completes i s'actualitzen amb poca freqüència (només una vegada a l'any en els millors casos).

L'ICRA participa actualment en dos projectes internacionals que s'ocupen de la SAAR. El projecte **SCOREwater** (<http://www.scorewater.eu>) té per objectiu extreure informació socioeconòmica de mostres d'aigües residuals des de tres punts de vista diferents: des de l'enginyeria, amb l'elaboració d'enfocaments per a la selecció de punts i disseny d'estratègia de mostreig; des de la química, amb el desplegament de mètodes analítics; i des de la perspectiva de la microbiologia, amb l'estimació de la diversitat microbiana de les mostres d'aigües residuals i la quantificació dels gens resistents als antibiòtics. SCOREwater compta amb diversos socis catalans complementaris (ICRA, BCASA, s::ca iberia, IERMB, EURECAT) que treballen conjuntament en l'estudi del cas de Barcelona, on 3 barris seran monitorats durant 1 any. Totes les dades analítiques s'analitzaran conjuntament amb la informació recollida en les bases de dades de salut (medicaments prescrits, hàbits de vida i estat de salut), amb la informació sobre la situació socioeconòmica dels habitants i amb la informació obtinguda de les enquestes telefòniques.

D'altra banda, el projecte **SCHEME** se centra en el desenvolupament d'una metodologia analítica per a la determinació de biomarcadors d'exposició humana a contaminants químics derivats de productes de cura personal i productes químics industrials. L'aplicabilitat de la metodologia desenvolupada per SCHEME s'avaluarà utilitzant mostres d'aigües residuals de 4 ciutats europees.

El valor real de la informació sociològica de les aigües residuals

Encara que la SAAR estigui d'actualitat i tingui molt potencial, els investigadors hem de ser realistes sobre les necessitats que el mètode pot satisfer. Actualment són possibles les següents aplicacions:

- **Vigilància del consum de drogues il·lícites:** Normalment, aquests tipus de vigilància es duen a terme sobre la base de confiscacions, enquestes, demandes de tractament de drogues i ingressos hospitalaris relacionats amb les drogues. No obstant això, mitjançant el SCIM es pot obtenir les quantitats de drogues il·lícites alliberades en una conca de clavegueram específica. Aquest enfocament s'ha dut a terme durant 7 anys en diverses ciutats europees i altres ciutats. Gràcies a ell, va ser possible trobar tendències i perfils específics del consum de drogues il·lícites molt abans que amb altres fonts d'informació (González-Mariño et al., 2020). El SCIM ha demostrat ser un instrument summament flexible per a la seva aplicació a diferents escales espacials i temporals i pot posar en marxa mesures de mitigació gairebé en temps real (González-Mariño et al., 2020).

- **Vigilància del consum de medicaments:** Aquestes vendes solen registrar-se en bases de dades de difícil accés i no s'actualitzen amb la freqüència necessària. El SCIM ha demostrat ser precís quant a reflectir el consum de drogues il·lícites i medicaments (van Nuijs i uns altres, 2015) (Choi i uns altres, 2018).

- **Seguiment dels brots de malalties:** En el projecte **Underworlds** d'Amèrica del Nord s'ofereixen exemples de diverses aplicacions satisfactòries.



Workshop desenvolupat a l'ICRA sobre SAAR durant el novembre de 2019

Què podem esperar en el futur? L'opinió de ICRA Tech, grup de recerca consolidat de AGAUR

Fins ara, en el camp de la SAAR hi ha hagut molta presència de químics analítics, però amb la finalitat d'aprofitar tot el potencial de la Sociologia basada en l'Anàlisi de les Aigües Residuals, necessitem involucrar a altres científics com a epidemiòlegs, enginyers ambientals, sociòlegs, metges i organismes públics com, per exemple, organismes públics de salut. A més, com les possibilitats de les aplicacions de la SAAR són molt variades, és necessari treballar en la definició de propostes de valor amb la participació dels principals interessats. En aquest sentit, l'ICRA va organitzar el novembre de 2019 un taller dedicat a la SAAR amb l'objectiu de debatre diversos temes entre els investigadors de l'aigua de diferents especialitats i, posteriorment, realitzar una pluja d'idees sobre possibles aplicacions futures... en menys de 30 minuts es van recollir idees molt prometedores! A més, algunes d'aquestes idees tenien un valor per a la societat, unes altres tenien un mer valor científic i unes altres ho tenien a nivell comercial. A continuació, vam plantejar debats sobre l'aplicabilitat, la utilitat i l'ètica d'algunes d'aquestes idees. El principal resultat va ser que la

recerca en aquest camp hauria de realitzar-se sempre en associació amb les parts interessades per a garantir que la informació extreta sigui útil.

Finalment, en el taller també vam discutir que a més dels productes químics, les aigües residuals també contenen una quantitat ingent de microorganismes procedents de la femta humana i la diversitat microbiana podria estar potencialment associada a l'estat de salut de les poblacions estudiades. No obstant això, recopilar informació fiable d'aquestes complexes comunitats microbianes no és senzill, especialment per a la identificació de biomarcadors genètics referents a la salut. L'obtenció de dades genètiques és un desafiament i requereix tant una gran potència de càlcul com el domini de diferents eines bioinformàtiques.

Per tot el que s'ha dit, a l'ICRA ens encanta la Sociologia basada en l'Anàlisi d'Aigües Residuals i abordarem els desafiaments metodològics identificats en els dos projectes europeus amb entusiasme i determinació.

* Article escrit pels investigadors d'ICRAtech

Agraïments

Els autors volen agrair el suport del Departament d'Economia i Coneixement del Govern català a través del Grup de Recerca Consolidat (ICRA-TECNOLOGIA - 2017 SGR 1318).

Referències

Bijlsma, L., Botero-Coy, A.M., Rincón, R.J., Peñuela, G.A., Hernández, F., 2016. Estimation of illicit drug use in the main cities of Colombia by means of urban wastewater analysis. *Sci. Total Environ.* 565, 984–993. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.078>

Castiglioni, S., Senta, I., Borsotti, A., Davoli, E., Zuccato, E., 2015. A novel approach for monitoring tobacco use in local communities by wastewater analysis. *Tob. Control* 24, 38–42. <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2014-051553>

Choi, P.M., Tschärke, B.J., Donner, E., O'Brien, J.W., Grant, S.C., Kaserzon, S.L., Mackie, R., O'Malley, E., Crosbie, N.D., Thomas, K. V., Mueller, J.F., 2018. Wastewater-based epidemiology biomarkers: Past, present and future. *TrAC - Trends Anal. Chem.* <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.06.004>

Daughton, C.G., 2001. Illicit Drugs in Municipal Sewage. <https://doi.org/10.1021/bk-2001->

- Daughton, C.G., 2018. Monitoring wastewater for assessing community health: Sewage Chemical-Information Mining (SCIM). *Sci. Total Environ.*
- Enfinger, K.L., Stevens, P.L., 2014. Sewer Sociology – The Days of Our (Sewer) Lives. *Proc. Water Environ. Fed.* <https://doi.org/10.2175/193864706783761365>
- González-Mariño, I., Baz-Lomba, J.A., Alygizakis, N.A., Andrés-Costa, M.J., Bade, R., Barron, L.P., Been, F., Berset, J.D., Bijlsma, L., Bodík, I., Brenner, A., Brock, A.L., Burgard, D.A., Castrignanò, E., Christophoridis, C.E., Covaci, A., de Voogt, P., Devault, D.A., Dias, M.J., Emke, E., Fatta-Kassinos, D., Fedorova, G., Fytianos, K., Gerber, C., Grabic, R., Grüner, S., Gunnar, T., Hapeshi, E., Heath, E., Helm, B., Hernández, F., Kankaanpaa, A., Karolak, S., Kasprzyk-Hordern, B., Krizman-Matasic, I., Lai, F.Y., Lechowicz, W., Lopes, A., López de Alda, M., López-García, E., Löve, A.S.C., Mastroianni, N., McEneff, G.L., Montes, R., Munro, K., Nefau, T., Oberacher, H., O'Brien, J.W., Olafsdottir, K., Picó, Y., Plósz, B.G., Polesel, F., Postigo, C., Quintana, J.B., Ramin, P., Reid, M.J., Rice, J., Rodil, R., Senta, I., Simões, S.M., Sremacki, M.M., Styszko, K., Terzic, S., Thomaidis, N.S., Thomas, K. V., Tschärke, B.J., van Nuijs, A.L.N., Yargeau, V., Zuccato, E., Castiglioni, S., Ort, C., 2020. Spatio-temporal assessment of illicit drug use at large scale: evidence from 7 years of international wastewater monitoring. *Addiction*. <https://doi.org/10.1111/add.14767>
- Ort, C., van Nuijs, A.L.N., Berset, J.D., Bijlsma, L., Castiglioni, S., Covaci, A., de Voogt, P., Emke, E., Fatta-Kassinos, D., Griffiths, P., Hernández, F., González-Mariño, I., Grabic, R., Kasprzyk-Hordern, B., Mastroianni, N., Meierjohann, A., Nefau, T., Östman, M., Pico, Y., Racamonde, I., Reid, M., Slobodnik, J., Terzic, S., Thomaidis, N., Thomas, K. V., 2014. Spatial differences and temporal changes in illicit drug use in Europe quantified by wastewater analysis. *Addiction* 109, 1338–1352. <https://doi.org/10.1111/add.12570>
- Rousis, N.I., Zuccato, E., Castiglioni, S., 2017. Wastewater-based epidemiology to assess human exposure to pyrethroid pesticides. *Environ. Int.* <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.11.020>
- Ryu, Y., Gracia-Lor, E., Bade, R., Baz-Lomba, J.A., Bramness, J.G., Castiglioni, S., Castrignanò, E., Causanilles, A., Covaci, A., De Voogt, P., Hernandez, F., Kasprzyk-Hordern, B., Kinyua, J., McCall, A.K., Ort, C., Plósz, B.G., Ramin, P., Rousis, N.I., Reid, M.J., Thomas, K. V., 2016. Increased levels of the oxidative stress biomarker 8-iso-prostaglandin F 2 α in wastewater associated with tobacco use. *Sci. Rep.* <https://doi.org/10.1038/srep39055>
- Senta, I., Gracia-Lor, E., Borsotti, A., Zuccato, E., Castiglioni, S., 2015. Wastewater analysis to

monitor use of caffeine and nicotine and evaluation of their metabolites as biomarkers for population size assessment. *Water Res.* 74, 23–33.

Thomaidis, N.S., Gago-Ferrero, P., Ort, C., Maragou, N.C., Alygizakis, N.A., Borova, V.L., Dasenaki, M.E., 2016. Reflection of Socioeconomic Changes in Wastewater: Licit and Illicit Drug Use Patterns. *Environ. Sci. Technol.* 50, 10065–10072. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b02417>

van Nuijs, A.L.N., Covaci, A., Beyers, H., Bervoets, L., Blust, R., Verpooten, G., Neels, H., Jorens, P.G., 2015. Do concentrations of pharmaceuticals in sewage reflect prescription figures? *Environ. Sci. Pollut. Res.* <https://doi.org/10.1007/s11356-014-4066-2>