

Estimación da pegada ecolóxica en dous Centros da Universidade de Santiago de Compostela, e posibles implicacións educativas

Ramón López Rodríguez¹ e Noelia López Álvarez²

¹ Profesor da Universidade de Santiago de Compostela (USC)

² Colaboradora do Plan de Desenvolvemento Sostible da USC

Resumo

A Universidade de Santiago de Compostela, a través do Plan de Desenvolvemento Sostible, asume o compromiso de incorporar medidas cara unha actividade docente e investigadora que se desenvolva baixo criterios de sostibilidade, e fomentar entre os membros da comunidade universitaria o sentido da responsabilidade e mellora do medio ambiente. Por elo, se promove a realización dun estudo da pegada ecolóxica do ano 2005 asociada a dous centros docentes da USC: a Escola Universitaria de Formación do Profesorado do Campus de Lugo, e a Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais do Campus de Santiago.

A metodoloxía de traballo basouse nos estudos de Rees e Wackernagel (1996) e noutros desenvoltos en España. Preténdese estimar a superficie de bosque galego necesaria para asimilar as emisións de CO₂ que se poden asociar a consumo eléctrico, consumo de gasóleo, consumo de papel, consumo de auga, mobilidade, e construción do edificio.

Os resultados revelan que a Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais necesitaría un total de 463,58 ha/ano de bosque galego para poder asimilar as emisións de CO₂ asociadas á súa actividade académica (unhas 344 veces a súa propia superficie); e a Escola Universitaria de Formación do Profesorado de Lugo necesitaría 115,57 ha/ano (unhas 192 veces a súa propia superficie); analizándose finalmente opcións e posibilidades de mellora nos ámbitos estudados.

Abstract

The University of Santiago de Compostela, through a Sustainable Development Plan, assumes the commitment to incorporate measures towards an educational and researching activity that is developed under sustainability criteria. And to promote among the members of the university community the sense of responsibility and environment improvement. This is the reason why the completion of a study about the ecological footprint of the year 2005 associated to two teaching institutions of the USC (the Uni-

[...]

versity School of Primary Education in the Campus of Lugo and the Faculty of Economics and Business Administration in the Campus of Santiago) is promoted.

The work methodology is based on the studies of Rees and Wackernagel (1996) and on other studies developed in Spain. Its aim consists in estimating the surface of Galician forest necessary to assimilate the CO₂ emissions that can be associated to electrical consumption, gas-oil consumption, paper consumption, water consumption, mobility, and building construction.

The results reveal that the Faculty of Economics and Business Administration would need a total of 463.58 ha/year of Galician forest to be able to assimilate the CO₂ emissions associated to its academic activity (344 times its own surface); and the University School of Primary Education of Lugo would need a total of 115.57 ha/year (192 times its own surface). Finally, the study analyzes the improvement options in the studied areas.

Palavras chave

pegada ecolóxica, educación ambiental, desenvolvemento sostible

Key-words

ecological footprint, environmental education, sustainable development

Introducción

A Universidade de Santiago de Compostela, a través do Plan de Desenvolvemento Sostible, asume o compromiso de incorporar medidas cara unha actividade docente e investigadora que se desenvolva baixo criterios de sostibilidade, fomentando entre todos os membros da comunidade universitaria o sentido da responsabilidade e mellora do medio ambiente. A partires destas premisas, dende a Coordinación do Plan, xurde o interese por investigar e avaliar o impacto ambiental derivado da actividade universitaria (co obxectivo principal de sensibilizar á comunidade universitaria do impacto que no medio ambiente teñen as actividades que desenvolven, e potenciar a acción consecuenta para reducirlo). Por elo, se promove a realización

dun estudo da pegada ecolóxica do ano 2005 asociada a dous centros docentes da USC: a Escola Universitaria de Formación do Profesorado do Campus de Lugo e a Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais do Campus de Santiago.

A *pegada ecolóxica* é un indicador para analizar a sostibilidade dun sector de poboación. Os primeiros autores en propoñer este indicador foron os profesores William REES e Mathis WACKERNAGEL, que o definiron como “a *área de territorio ecoloxicamente produtivo (cultivos, pastos, bosques ou ecosistemas acuáticos) necesaria para producir os recursos utilizados e para assimilar os residuos producidos por unha poboación determinada cun nivel de vida específico de forma indefinida, sexa onde sexa que se atope esta área*” (REES, W.; WACKERNAGEL, M. 1996).

É un indicador que nos permite coñecer aproximadamente o impacto da humanidade (ou de partes dela: un país, unha rexión, unha cidade...) sobre a natureza. Neste sentido, e dado que os habitantes de calquera sociedade poden utilizar recursos de todo o mundo, a Pegada Ecolóxica estima e suma as diversas superficies de territorio utilizadas, sen importar o lugar en que se atopen.

A pegada ecolóxica exprésase en hectáreas por persoa e ano; representando os custos ecolóxicos do modelo de vida da poboación analizada, na cantidade de hectáreas de planeta necesarias para manter ese modelo. Así, por exemplo, a pegada ecolóxica de Estados Unidos rolda as 10 ha/persoa/ano e a de Europa Occidental 5 ha, mentres que a de América Latina sitúase nunha media de 2 ha e a de África en 1 ha/persoa/ano.

En calquera caso, unha vez coñecido o dato da pegada ecolóxica, é fundamental descubrir se a comunidade estudada é sostible e para iso é fundamental coñecer ademais a súa propia *capacidade ecolóxica*. Vén determinada pola superficie de terreo capaz de producir recursos e assimilar residuos nesa zona estudada; de forma que a totalidade desa superficie dividida entre o número de habitantes é a capacidade ecolóxica dese territorio, e exprésase tamén en hectáreas por persoa. Cando a pegada ecolóxica é maior que a capacidade existe un déficit ecolóxico, é

dicir, estamos consumindo máis do que podemos producir e absorber nesta zona, e literalmente estamos utilizando recursos doutros lugares e trasladando contaminación a outros lugares ou ao futuro.

Na gran maioría dos países desenvolvidos, a pegada ecolóxica excede a súa capacidade ecolóxica. Este é o caso de España, cunha pegada arredor das 5 ha/persoa/ano, e de Galicia, cunha pegada de 6,26 ha/persoa/ano (Martín PALMERO, F.; 2004); e isto traducido nunha visión global, significaría que se, por exemplo, toda a poboación actual do Planeta vivise como un español medio, entón farían falta case outros dous Planetas Terra adicionais para sopor tar ese modo de vida. E cando a pegada ecolóxica total do planeta excede a súa capacidade ecolóxica total, entón diminúe o capital natural, que é o que está ocorrendo a nivel mundial desde finais da década dos setenta do pasado século XX. De feito, na Terra existen aproximadamente 1,9 hectáreas de espazo produtivo dispoñible para cada habitante, pero a Pegada Ecolóxica media é de 2,3 hectáreas por persoa; ou sexa que se está excedendo a capacidade ecolóxica da biosfera en máis dun 20%. Noutras palabras, tomamos mais do que a natureza pódenos dar e estamos deixando para as xeracións futuras, con mais poboación, menos capital natural do que recibimos.

Inicialmente, o cálculo da pegada ecolóxica fíxose a nivel nacional, rexional, ou

local pero non a nivel de unha institución en particular. Pero cada vez son máis os organismos e institucións que empregan este indicador para avaliar o impacto ambiental derivado das súas actividades. Dentro deste conxunto de institucións atópanse por exemplo universidades de diversos países (STEWART, C., LOO, J.; 2005). No caso concreto de España os estudos iniciais mais relevantes estiveron dirixidos ao cálculo das emisións de dióxido de carbono (CUCHÍ e LÓPEZ, 1999; BUSQUETS e JORGE, 2000). O antecedente máis próximo que se pudo atopar en Galicia é un traballo realizado na Universidade de Vigo no que se prantexa a pegada ecolóxica asociada ao consumo enerxético considerando o período dende 1997 ata 2000, e un ámbito territorial que abrangue once centros da UVI repartidos polos campus de Ourense, Pontevedra e Vigo (COLLAZO VILLAR, A.J., e OUTROS; 2001).

Metodoloxía

O que se pretende con este traballo é realizar unha aproximación¹ á pegada ecolóxica asociada aos centros universitarios

¹ Fálase en calquera caso de aproximación á pegada ecolóxica porque, aínda que se emprega unha metodoloxía baseada na suscitada por Rees e Wackernagel, non se consideran parámetros estratéxicos coma son por exemplo os consumos asociados á alimentación e moitas materias primas, que si poden ser tidos en conta noutros cál-

obxecto de estudo: Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais no Campus de Santiago e a Escola Universitaria de Formación do Profesorado no Campus de Lugo; empregando unha metodoloxía baseada na establecida por REES e WACKERNAGEL (1996) e tendo en conta así mesmo os desenvolvementos metodolóxicos dos estudos da Universidade Politécnica de Cataluña citados no anterior apartado (CUCHÍ e LÓPEZ, 1999; BUSQUETS e JORGE, 2000). Segundo esta metodoloxía estímase a superficie de bosque galego necesaria para asimilar as emisións de CO₂ que se poden asociar ao *consumo eléctrico, consumo de combustibles fósiles (gasóleo), consumo de papel, consumo de auga, mobilidade, e construción do edificio*.

Para cada unha destas contribucións, valórase a cantidade de CO₂ emitida á atmosfera e, considerando a capacidade de fixación da masa forestal galega, traducíranse estes valores a superficie de bosque. Deste xeito, unha vez que se coñecen as emisións de CO₂ anuais correspondentes a cada centro, para coñecer a pegada ecolóxica hai que considerar a capacidade de fixación de CO₂ para o bosque galego. A fixación mediade carbono para un ter-

culos da pegada asociados a demarcacións territoriais. O motivo é que este estudo centrouse no impacto dos Centros basicamente en función da actividade docente e investigadora desenvolvida neles, e non do resto de aspectos relacionados coa vida das persoas que estudan ou traballan en ditos centros.

reo medio forestal galego, que se acumula en biomasa (viva e morta) e solo (mantillo e solo mineral), estímase neste estudo en *1,71 tonC/ha/ano*; que traducido á fixación de CO₂ é de *6,27 ton CO₂/ha/ano* (MERINO, A. 2005; MERINO e RODRÍGUEZ, 2006).

Entón, a aproximación á pegada ecolóxica calculase aplicando a seguinte fórmula:

$$\text{Pegada} \left(\frac{\text{Ha}}{\text{ano}} \right) = \frac{\text{Emisións (Tn CO}_2)}{\text{C.Fixación} \left(\frac{\text{Tn CO}_2}{\text{Ha/ano}} \right)}$$

Por outra banda, tamén hai que considerar que para os diferentes cálculos é necesario empregar unha serie de factores de emisión, que poden estimarse a partires de datos locais, rexionais ou globais. Para este estudo, e seguindo criterios recomendados nas propostas orixinais de REES e WACKERNAGEL, darase prioridade aos conversores locais fronte aos demais.

Consumo eléctrico

Para a estimación do factor de emisión asociado ao consumo eléctrico, tomáronse coma base os datos máis actualizados,

no momento de realización deste traballo, de produción e consumo de enerxía eléctrica en Galicia (Táboa 1).

A partires destes datos, e tendo en conta que *1 tep* é equivalente⁴ a *11.628 kWh*, pódese estimar o factor de emisión asociado ao consumo de enerxía eléctrica:

Factor Emisión (kg CO ₂ /kWh)
1,07

Táboa 2. Factor de emisión asociado ao consumo de electricidade

Consumo de combustibles fósiles (gasóleo)

Para calcular as emisións de CO₂ procedentes da combustión do gasóleo para calefacción hai que considerar, en primeiro lugar, o factor de emisión de CO₂ para o gasóleo que, segundo datos empregados nos cálculos de emisións aplicando os factores do Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 1997), é de *73 kg CO₂/GJ*.

Máis como os datos de consumo de gasóleo están expresados en litros, faise unha

Emisións de produción de enerxía eléctrica en centrais térmicas e de coxeneración (ton CO ₂) ²	Consumo de electricidade (ktep) ³
16.567.400,10	1332

Táboa 1. Situación enerxética en Galicia. Ano 2001

² Fonte: Inventario de Emisións de Gases de Efecto Invernadoiro. Consellería de Medio Ambiente, Xunta de Galicia, 2004 (referido a datos de 2001).

³ Fonte: Consumo de Electricidade en Galicia. INEGA, 2001.

⁴ Fonte: Guía Práctica de la enerxía, IDAE, 2004.

transformación deste factor (tendo en conta a equivalencia de unidades proposta polo IDAE na Guía Práctica da Enerxía: 1 kWh = 3,6·10⁶ J); de forma que despois das correspondentes reconversións, obtense o seguinte factor de emisión asociado ao consumo de gasóleo:

Factor Emisión (kg CO ₂ /litro)
2,67

Táboa 3. Factor de emisión asociado ao consumo de gasóleo

Emisións asociadas á mobilidade

Para avaliar as emisións de CO₂ debidas aos medios de transporte empregados polos estudantes, PDI e PAS de cada un dos centros, elaborouse unha enquisa⁵ na que se preguntaba, entre outras cousas, o medio de transporte empregado nos desprazamentos entre os lugares de residencia e o centro, o número de desprazamentos semanais e a distancia media por traxecto.

A partires destes datos pódese coñecer o número de quilómetros realizados anualmente por medio do transporte, e aplicar-lles o factor de emisión de CO₂ calculado para cada medio, podendo estimar final-

⁵ Estas enquisas foron realizadas polas bolseiras/ os do Plan de Sostibilidade nos centros durante os meses de maio e xuño de 2006 e os resultados que se obtiveron a partir dunha mostra seleccionada, extrapoláronse posteriormente á totalidade destes centros. O formulario da enquisa foi de elaboración propia e pode consultarse no anexo deste documento.

mente por tanto as emisións totais de CO₂ asociadas a mobilidade.

Os factores de emisións para cada medio de transporte calculáronse a partires dos seguintes datos:

a) *Automóbil*: en función do tipo de combustible empregado, da cilindrada do motor, e do nivel de ocupación; tendo en conta propostas previas feitas nesta mesma liña que estiman consumos específicos de enerxía primaria nos automóviles (Noy SERRANO, 1996)

Automóbil (segundo a cilindrada)	Nivel de ocupación			
	25%	50%	75%	100%
Gasolina 1,4-2,0 litros	2,98	1,49	0,99	0,75
Gasóleo 1,4-2,0 litros	2,76	1,38	0,92	0,69

Táboa 4. Consumos específicos de enerxía primaria nos automóviles (expresados en MJ/km)

Os valores finalmente empregados obtéñense como a media entre os valores da táboa 4 para vehículos de gasolina e de gasóleo cunha cilindrada entre 1,4 e 2,0 litros; e ademais, tamén hai que ter en conta o factor medio para gasolina e gasóleo (0,25 kgCO₂/kWh) calculado a partir de datos de emisións aplicando os valores IPCC.

Por tanto, tralas pertinentes transformacións baseadas na equivalencia de unidades recollida no punto anterior deste

mesmo apartado (1 kWh=3,6·10⁶ J), obtense o factor de emisión en función da porcentaxe de ocupación do vehículo (25%=1-2 persoas, 50%=3 persoas, 75%=4 persoas, e 100%=5 persoas):

Automóbil (kg CO ₂ /km)	Nivel de ocupación			
	25%	50%	75%	100%
	0,20	0,10	0,07	0,05

Táboa 5. Factor de emisión asociado ao transporte en automóbil

b) *Motocicleta*: para o caso dos desprazamentos en motocicleta o consumo específico que se considera é de 0,76 MJ/km (BUSQUETS e JORGE, 2000. *Opus cit*). Supoñendo que as motocicletas empregasen como combustible o gasóleo, e tralas pertinentes transformacións, o factor de emisión para este caso é:

Factor Emisión (kg CO ₂ /km)
0,06

Táboa 6. Factor de emisión asociado ao transporte en motocicleta

c) *Demais medios de transporte*: nestes casos é difícil de coñecer o valor de ocupación polo que se toma a determinación de fixar para o estudo o valor dunha ocupación media do 75% no caso do tren e do autobús e do 100% para o avión:

	Tren	Autobús	Avión (B-747)
MJ/km	0,35	0,39	1,45

Táboa 7. Consumos específicos en diferentes medios de transporte (Noy SERRANO, 1996)

Do mesmo xeito que no caso dos automóviles e motocicletas, fíxanse finalmente os factores de emisión, supoñendo o gasóleo como combustible para estes medios de transporte:

Factor Emisión (kg CO ₂ /km)	Tren	Autobús	Avión
	0,03	0,03	0,11

Táboa 8. Factores de emisións asociados a diferentes medios de transporte

Consumo de papel

Para o caso do persoal docente e de servizos é doado coñecer a cantidade de papel consumida, xa que os respectivos centros dispoñen de datos de número de paquetes de folios consumidos. Para os estudantes consideráronse tres situacións diferentes:

a) *Papel consumido para apuntes*: este dato estímase grazas a inclusión, na enquisa de mobilidade, dunha pregunta especial centrada en determinar o número de follas empregadas por alumnos, así coma a porcentaxe desas follas que son de papel reciclado.

b) *Papel consumido para traballos*: considéranse 5 follas/crédito/estudiante e 60 créditos/estudiante/ano; equiparando o uso de papel virxe ou reciclado ao manifestado no caso dos apuntes.

c) *Papel consumido en fotocopias*: tómase como valor estimativo 500 fotocopias/estudiante/ano e suporanse realizadas todas en papel de fibra virxe (posto que ao solicitar información das fotocopia-

doras dos dous centros estudados, este é o tipo de papel empregado habitualmente).

Logo, unha vez que se coñece a cantidade de papel consumida, calculáronse os conversores, que para este caso obtivéronse considerando un tamaño e características estandarizadas do papel (estímase o uso de papel tipo DIN-A4, de 80 g/m²) para que se poida obter o peso en toneladas do papel usado; e tendo en conta un gasto enerxético medio asociado á fabricación dunha tonelada de papel (papel fibra virxe: 0,60 tep., e papel reciclado: 0,20 tep.). Deste xeito, feitos os cálculos, os conversores obtidos para coñecer as emisións de CO₂ asociadas ao consumo de papel son:

Factor emisión	Papel fibra virxe	Papel reciclado
(ton CO ₂ /ton papel)	1,84	0,61

Táboa 9. Factores de emisións asociados ao consumo de papel⁶

Tamén, a parte de considerar as emisións de CO₂, podería resultar interesante avaliar o impacto ambiental asociado ao gasto de materias primas (árbores cortadas, para o papel de fibra virxe) e de auga necesaria no proceso de fabricación (para papel tanto reciclado como de fibra virxe). Sería necesario unicamente sumar as hectáreas

⁶ Fonte: elaboración propia a partir de datos obtidos de diferentes fontes coma Greenpeace, o Departamento de Medio Ambiente do Goberno de Aragón, a Universidade Politécnica de Valencia e a Escola Politécnica de Manresa.

de árbores taladas (que xeralmente son plantadas con este fin) e o equivalente ao consumo de auga, que se calcularía utilizando o conversor correspondente.

Neste traballo decidiuse finalmente non considerar esta contribución, tendo en conta os seguintes feitos: no caso das árbores considéranse un elemento compensatorio, xa que estas actúan como fixadoras de CO₂ durante o seu ciclo vital; e no caso da auga non se dispuxo dun conversor fiable ao descoñecer os custes enerxéticos asociados ao seu tratamento dentro do proceso industrial de elaboración de papel.

Emisións asociadas á construción do edificio

Neste apartado considéranse as emisións de dióxido de carbono asociadas exclusivamente á construción inicial dos edificios aquí estudados.

A Escola de Formación do Profesorado foi construída en 1954 e a actual Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais en 1976. Porén, imos fixar a vida útil de ambos edificios en 50 anos, xa que é o tempo que se estima que transcorre sen que sexa necesario realizar obras de envergadura suficiente como para modificar o valor do conversor.

O factor de emisión que empregamos neste caso foi estimado no informe MIES

para un edificio universitario (CUCÍ e LÓPEZ; 1999. *Opus cit*) a partires das emisións de CO₂ debida a construción da estrutura, cubertas, pavimentos, peches verticais, fiestras e sistemas de iluminación, instalacións, revestimentos e pinturas:

Factor Emisión (kg CO2/m2)
520

Táboa 10. *Factor de emisión asociado á construción do edificio*

Consumo de auga

O consumo de auga nos centros tamén leva asociadas emisións de dióxido de carbono. Estas emisións son debidas principalmente ao gasto enerxético que se produce tanto no proceso de potabilización coma no posterior de depuración das augas residuais. En función destes dous datos farase o cálculo do factor de emisión asociado o consumo de auga, tendo en conta para elo tamén o factor de emisión asociado ao consumo enerxético xa calculado anteriormente (1,07 kgCO₂/kWh.). Somos conscientes de que este é un cálculo pouco real en relación co verdadeiro valor da auga como ben natural; pero proporciona unha medida obxectiva.

Debido a que os ciclos da auga en Lugo e Santiago son distintos e xestionados por diferentes empresas, os datos de custes enerxéticos asociados os mesmos proporcionados en ambas cidades non son os mesmos (0,34 kWh/m³ no caso de Santia-

go; e 1,33 kWh/m³ no de Lugo), de forma que tamén resultan distintos os factores de emisión obtidos:

Cidade	Factor Emisión (kg CO2/m3)
Santiago	0,37
Lugo	1,43

Táboa 11. *Factores de emisión asociado ao consumo de auga en Santiago e Lugo*

Resultados

Consumos

Os consumos asociados a cada un dos recursos tidos en conta, son sobre todo de interese cando se relacionan co número de persoas que ten cada centro ou incluso, cando é posible, coa superficie dos mesmos.

Neste senso, a superficie da Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais é de 13.467 m², e a da Escola Universitaria de Formación do Profesorado de 6.015 m²; e considérase para o cálculo de persoas a totalidade de membros da comunidade universitaria de cada un dos centros estudados: 3.562 persoas na Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais (3397 estudantes, 135 PDI e 30 PAS) e 757 persoas na Escola Universitaria de Formación do Profesorado (710 estudantes, 37 PDI e 10 PAS). (Táboa 12)

	Escola de Formación de Profesorado de Lugo		Facultade de Económicas e Empresariais de Santiago	
	Consumo total	Consumo por persoa ou m2	Consumo total	Consumo por persoa ou m2
Consumo eléctrico	136.487 kWh	180,30 kWh/persoa 22,69 kWh/m2	570.926 kWh	160,28 kWh/persoa 42,39 kWh/m2
Consumo de gasóleo	46.015 litros	60,78 l./persoa 7,65 l./m2	100.067 litros	28,09 l./persoa 7,43 l./m2
Consumo papel	1.204.324 follas (891.360 fibra virxe) (312.964 reciclado)	1.591 follas/persoa (1.178 fibra virxe) (413 reciclado)	7.146.831 follas (4999774 fibra virxe) (2147057 reciclado)	2.007 follas/persoa (1404 fibra virxe) (603 reciclado)
Consumo de auga	3.208 m3	4,24 m3/persoa (24 litros/persoa/día lectivo)	5.053 m3	1,42 m3/persoa (8 litros/persoa/día lectivo)

Táboa 12: Consumos de recursos nos centros estudados. Ano 2005

Emisións de CO₂

Unha vez que se determinan os consumos anuais, as emisións de CO₂ estímáanse directamente aplicando os factores de conversión acadados con anterioridade, obténdose os valores que se mostran na seguinte táboa 13. Nesta táboa, igual que no caso anterior, móstranse as emisións totais de cada centro en relación cos diferentes recursos tidos en conta, e as emisións en relación co número de persoas de ditos centros, valores que poden resultar interesantes tanto para entender o verda-

deiro significado destas emisións como para poder programar e deseñar criterios que melloren a eficiencia na utilización de ditos recursos.

Dúas situacións diferentes prodúcense no caso das emisións asociadas á mobilidade e á construción do edificio. No primeiro deles, os resultados, que se poden consultar na Táboa 14, obtéñense a partires do tratamento de datos das enquisas:

Caso das emisións asociadas á construción do edificio calcúlanse directamente a

	Escola de Formación de Profesorado de Lugo		Facultade de Económicas e Empresariais de Santiago	
	Emisións totais (tonCO2/ano)	Emisións por persoa (kgCO2/ano)	Emisións totais (tonCO2/ano)	Emisións por persoa (kgCO2/ano)
Consumo eléctrico	146,04	192,90	610,89	171,50
Consumo de gasóleo	122,86	162,30	267,18	75,00
Consumo de papel	6,98	9,2	52,45	14,7
Consumo de auga	4,59	6,1	1,87	0,52

Táboa 13. Emisións de CO₂ nos centros estudados, en relación cos recursos consumidos. Ano 2005

	Escola de Formación de Profesorado de Lugo	Facultade de Económicas e Empresariais de Santiago
Automóbil	327,93	1451,66
Autobús	52,84	179,95
Tren	0,25	177,16
Motocicleta	0,65	2,17
Avión		23,24
TOTAIS	381,67 tonCO ₂ /ano	1834,18 tonCO ₂ /ano

Táboa 14. Emisións de CO₂ asociadas á mobilidade (tonCO₂/ano)

partir da superficie do edificio (6.015 m² no caso do centro de Lugo e 13.467 m² no caso do de Santiago) e tendo en conta os 50 anos de vida media considerados para ambos neste estudo; obténdose por tanto un valor de 62,56 tonCO₂/ano para a edificación da Escola Universitaria de Formación do Profesorado de Lugo, e 140,06 tonCO₂/ano para a da Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais de Santiago

En resumo, as emisións totais de CO₂ asociadas á actividade da Escola Universitaria de Formación do Profesorado de Lugo ascenden a 724,70 tonCO₂/ano; y as asociadas a Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais de Santiago ascenden a 2.906,62 tonCO₂/ano, tal como se refire na táboa 15; presentando a continuación unha comparativa gráfica entre as emisións dos dous centros (Figura 1):

Escola de Formación de Profesorado de Lugo		Facultade de Económicas e Empresariais de Santiago	
Emisións totais (tonCO ₂ /ano)	Emisións totais por persoa (tonCO ₂ /ano)	Emisións totais (tonCO ₂ /ano)	Emisións totais por persoa (tonCO ₂ /ano)
724,70	0,957	2906,62	0,816

Táboa 15. Emisións totais de CO₂ nos dous centros estudados. Ano 2005

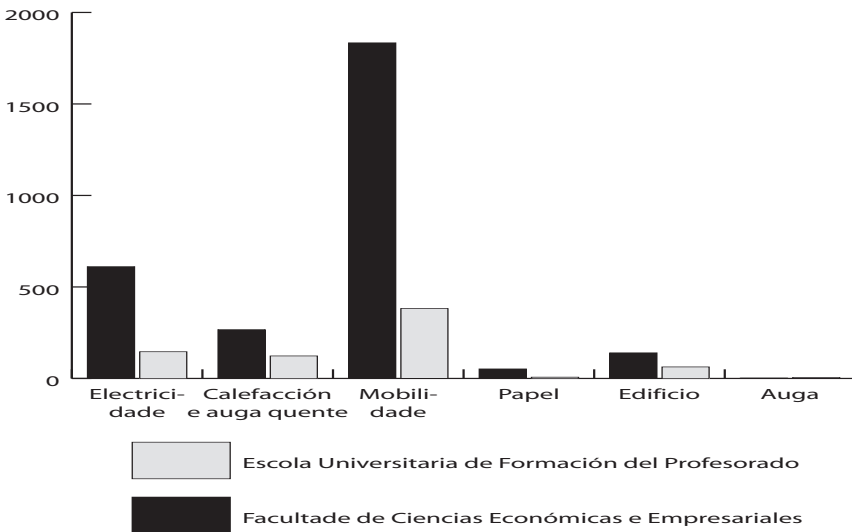


Figura 1. Comparativa das emisións totais en ambos centros por actividade

Pegada ecolóxica

E finalmente, unha vez coñecidas as emisións de CO₂, pode calcularse a aproximación a pegada ecolóxica dos dous centros estudados, aplicando a capacidade de fixación de CO₂ dos bosques galegos.

No caso da Escola Universitaria de Formación do Profesorado de Lugo, este estudo revela que necesitaría un total de 115,57 ha/ano de bosque galego para poder asimilar as emisións de CO₂ asociadas á súa actividade, o que correspondería a unhas 192 veces a súa propia superficie. A pegada ecolóxica do centro, se temos en conta que hai un total de 757 persoas exercendo a súa actividade laboral no mesmo (xa sexa impartindo ou recibindo clases, realizando labores administrativas...), é de 0,15 ha/persoa/ano.

E para a Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais de Santiago, serían

necesarias un total de 463,58 ha/ano de bosque galego para poder asimilar as emisións de CO₂ asociadas á súa actividade, o que correspondería a unhas 344 veces a súa propia superficie. A pegada ecolóxica do centro neste caso, tendo en conta que hai un total de 3562 persoas no mesmo, sería entón de 0,13 ha/persoa/ano.

Analise, conclusións e implicacións

Analise e conclusións

Unha vez coñecida a aproximación a pegada ecolóxica na Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais e na Escola Universitaria de Formación do Profesorado, pódese analizar a contribución de cada un dos campos considerados no estudo, tal como se representa en porcentaxes na seguinte figura (Figura 2):

	Escola de Formación de Profesorado de Lugo		Facultade de Económicas e Empresariais de Santiago	
	ha./ano	ha./persoa/ano	ha./ano	ha./persoa/ano
Electricidade	23,29	0,0307	97,43	0,0273
Calefacción	19,59	0,0258	42,61	0,0119
Mobilidade	60,87	0,0804	292,53	0,0821
Consumo papel	1,11	0,0014	8,37	0,0023
Constr. edificio	9,98	0,0131	22,34	0,0062
Consumo auga	0,73	0,0009	0,30	0,0002
TOTAIS	115,57 ha/ano	0,15 ha/persoa/ano	463,58 ha/ano	0,13 ha/persoa/ano

Táboa 15. Aproximación á pegada ecolóxica nos dous centros estudados (ha/ano)

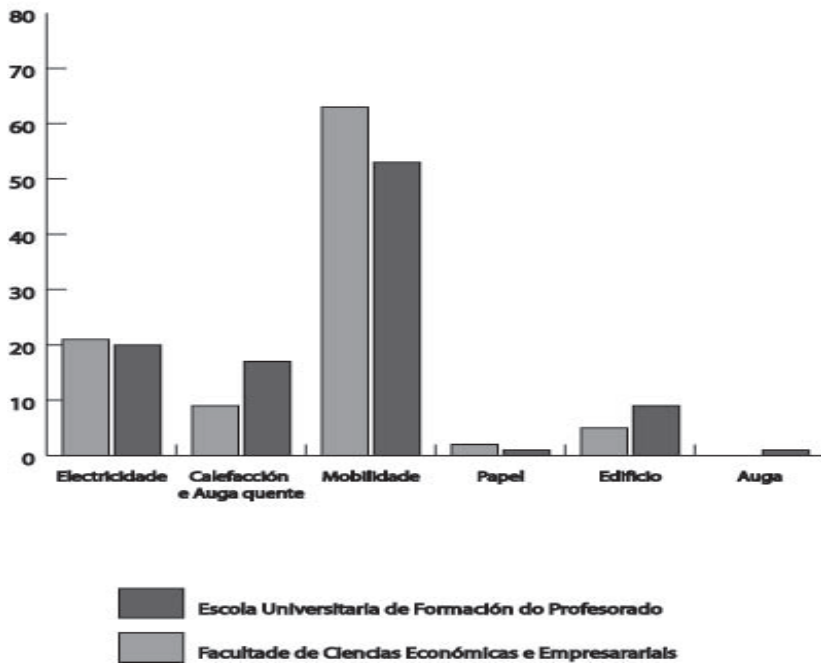


Figura 2. Comparativa das contribucións á pegada ecolóxica das actividades analizadas en ambos centros

Desta representación pódese extraer en primeiro lugar que en ambos centros o *transporte (mobilidade)* é o factor que máis inflúe no impacto ambiental das actividades universitarias. O elevado número de desprazamentos (especialmente en coche) é o responsable destes valores, que supoñen de media preto dun 60% da contribución ao impacto ambiental no caso destes centros: un 52% no caso de Lugo, e un 63 no de Santiago. Pero en realidade non parece unha novidade propia destes centros ou nin sequera da Universidade, posto que, o transporte supón un dos principais factores responsables das emisións de CO₂ en todo o mundo desenvolvido. Ademais, o uso masivo do auto-

móbil concatena outros problemas como a ocupación de espazos e zonas verdes, as contaminacións acústica e visual ou a propia seguridade das persoas.

Esto motiva que sexa moi importante promover medidas para mellorar a mobilidade. Un modelo de mobilidade sostible na Universidade ten ademais do valor engadido de servir coma aprendizaxe práctico para os universitarios (co correspondente efecto multiplicativo derivado das súas posteriores aplicacións profesionais), servir tamén como modelo didáctico para a sociedade.

A concreción destes plans de mobilidade supera dende logo os límites deste traballo; pero parece interesante ter presente propostas feitas nesta liña por estudos anteriores⁹, como son favorecer o acceso a pé e en bicicleta (para o cal parece fundamental ter en conta factores como a propia ubicación dos campus e edificios, a adecuada instalación de semáforos, proteccións para auga, iluminación, ausencia de obstáculos, carrís exclusivos, aparcadoiros amplos, cómodos e seguros etc., que favorezan o acceso e a seguridade), e potenciar decididamente o transporte público fronte ao uso dos vehículos privados.

Os *consumos enerxéticos* (electricidade e combustible fósil para calefacción) son as segundas contribucións en importancia ao impacto ambiental dos centros estudados, supoñendo en conxunto alomenos unha terceira parte do total do mesmo (un 35% na Facultade de Económicas e nun 46% no caso da Escola de Maxisterio de Lugo). Para intentar reducir estes impactos, pódense adoptar medidas a curto prazo de eficiencia enerxética e a medio ou máis longo prazo tender claramente a utilización de enerxías renovables e a diversificación das fontes enerxéticas.

En calquera caso, as medidas máis importantes que realmente fomenten a conten-

⁹ Petjada ecolóxica de l'EUPM (document sender), 2002 [en liña], <http://www.upc.edu.mediam-bient/documents/documents.html>.

ción do gasto enerxético, deben estar contempladas dende verdadeiros e explícitos criterios de sostibilidade na planificación das novas edificacións ou remodelacións das actuais. Isto non só reducirá os impactos directos da construción dos edificios senón ademais os consumos doutros recursos, especialmente os enerxéticos, e a xeración de contaminación.

En canto o *consumo de papel*, aínda que a porcentaxe da súa repercusión no impacto ambiental dos centros estudados na USC non se reflicte como moi importante (un 2% de media), convén destacar a súa relevancia como factor indicador, xa que este é un elemento central de uso na Universidade. Aínda que en ambos centros gran parte do papel que se desbota nos mesmos como residuo recóllese selectivamente, chama a atención o importante volume de papel consumido (mais de 8 millóns de follas anuais entre os dous centros, o que supón unha media por membro da comunidade universitaria superior ás 1.700 unidades) e a elevada porcentaxe de papel virxe que se utiliza (arredor dun 71% de media entre ambos centros), detectándose que este uso é maior entre o alumnado.

Neste eido hai polo tanto amplas posibilidades de mellora, que abranguen dende a súa substitución sempre que sexa posible por medios e soportes informáticos, ata unha mellor utilización dos recursos cando se use o papel: utilización de papel 100% reciclado, de fibra de postconsumo e libre

de cloro, uso polas dúas caras e con formatos adecuados, menor e mellor uso en tarefas administrativas, etc.

E esta cuestión presentase tamén claramente no caso dos *consumos de auga*, onde aínda que a súa repercusión no impacto ambiental dos centros aparece cuantitativamente como moi pequena, somos conscientes de que este é un cálculo pouco real en relación co verdadeiro valor cualitativo da auga como ben natural escaso. De todos modos, se son analizados os consumos per cápita de ambos centros, non parecen pequenos dadas as actividades relacionadas co seu uso (exclusivamente de ámbito sanitario básico), e sobre todo detéctase un consumo case unhas tres veces maior entre a comunidade universitaria da Escola de Formación do Profesorado de Lugo (uns 24 litros/persoa/día lectivo), que entre a comunidade da Facultade de Económicas e Empresariais de Santiago (uns 8 litros/persoa/día lectivo); datos que parecen incidir na idea de que tamén existen amplas opcións de mellora neste ámbito (tanto posiblemente técnicas como dende logo conductuales), especialmente no caso da Escola de Lugo.

Por último, e tendo en conta a afirmación de que *“non son os edificios quen son sostibles, senón as actividades que neles se desenvolven...”* (CUCHÍ e LÓPEZ, 1999), os centros aquí estudados teñen en principio un valor engadido importante como centros universitarios. Un deles forma fu-

turos docentes do noso sistema educativo obrigatorio, mentres que do outro sairán futuros economistas e empresarios que contribuirán á mellora da nosa sociedade. Neste senso, seguindo as pautas suscitadas no Informe MIES, o impacto dos centros podería expresarse en relación con parámetros derivados da súa actividade (como por exemplo os referidos a número de alumnos/as matriculados, número de alumnos/as titulados, ou número de créditos impartidos), o cal pode dar lugar a novas e posiblemente incluso visións máis funcionais da cuestión :

	E.U. de Formación do Profesorado	F. de CC. Económicas e Empresariais
Impacto matriculados ano 2005 (kg CO ₂ /alumno)	1.020,70	855,64
Impacto titulados ano 2005 (kg CO ₂ /titulado)	6.301,74	7.792,55
Impacto por créditos ano 2005 (kg CO ₂ /crédito)	892,49	4.844,37

Táboa 16. *Impacto ambiental asociado aos matriculados, titulados e créditos ofertados*

E tamén, tendo en conta estes datos do impacto ambiental en relación coas titulacións e os titulados, poderíase valorarse o posible *impacto ambiental positivo* que estes titulados poderían exercer en relación co seu exercicio profesional.

No caso dos titulados da Escola de Formación de Profesorado pódese considerar que actuarán coma formadores ambientais dos futuros cidadáns (tendo en conta que todos os cidadáns deben pasar pola eta-

pa obrigatoria do noso sistema educativo), adquirindo por tanto unha grande responsabilidade no eido de promover a mellora das súas ideas, actitudes e sobre todo comportamentos ambientais; de xeito que a súa influencia pode resultar decisiva na consecución destes obxectivos.

E no caso dos titulados na Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais a súa influencia ambiental positiva pode ser igualmente moi importante, xa que as súas propostas e decisións profesionais repercutirán directamente sobre o mundo económico e da empresa, de maneira que calquera mellora proambiental nestes ámbitos poden supoñer enormes repercusións, non só en si mesmas senón fundamentalmente como orientación cara novos modelos económicos e empresariais verdadeiramente sostibles.

Visto por tanto dende estas perspectivas, o impacto ambiental calculado para estes dous centros poderíase considerar en parte contrarrestado ou incluso amplamente superado polos beneficiosos efectos que se puidesen derivar da repercusión profesional dos seus titulados, tanto influíndo proambientalmente nos estudantes que formen como promovendo e executando accións proambientais dende o punto de vista dos modelos económicos.

En resumen, todas estas reflexións poñen finalmente de manifesto unha cuestión fundamental e de grande alcance como é a

necesidade da ambientalización das titulacións universitarias; o que en termos efectivos pasa polo explícito recoñecemento institucional desta cuestión e a inevitable incorporación das temáticas ambientais a niveis de materias troncais, obrigatorias e optativas.

Implicacións educativas

Aínda que o concepto de pegada ecolóxica nun principio aplicábase a unha determinada zona ou rexión para avaliar os efectos ambientais que sobre o entorno produce a súa poboación, actualmente emprégase para avaliar os custes ambientais de actividades de moi diversa índole. No caso dos centros educativos, son considerados como núcleos independentes con implicacións no entorno (consumen recursos) e, polo tanto, como posibles obxectos de un estudo de impacto ambiental.

A aplicación do cálculo da pegada a un centro de ensinanza ten moita máis importancia se é enfocada como unha ferramenta de educación ambiental, para intentar modificar e mellorar hábitos de conduta que impliquen a consecución dunha maior calidade ambiental nas actividades relacionadas co centro. Esta modificación debería reflectirse claramente nunha redución do impacto ambiental, utilizando así o dato de pegada ecolóxica ou impacto ambiental coma un indicador de cambio nos hábitos e xestión do centro.

Deste xeito, o uso educativo da pegada ecolóxica pode resultar especialmente interesante para que os alumnos reflexionen sobre os principais problemas ambientais existentes, tomen conciencia da importancia das súas accións, e sobre todo poidan tomar decisións e executalas de forma activa de cara a solución ou minoración deses problemas; descubriendo en última instancia dunha forma eminentemente práctica e aplicada a importancia e validez da máxima derivada da Axenda 21 de Río de Xaneiro no senso de afrontar a problemática ambiental “pensando globalmente pero actuando localmente”.

En resumo, o cálculo da pegada ecolóxica nun centro educativo pode permitir:

- Identificar e avaliar os principais factores negativos derivados das súas actividades, que impactan no entorno que o rodea.
- Tomar conciencia da importancia dos cambios de hábitos de conducta para intentar minimizar ditos impactos.
- Participar activamente no cambio de ditos hábitos para minimizar o impacto ambiental do centro educativo no seu entorno.
- Dispoñer dun indicador que permita avaliar o impacto dos cambios de hábitos e xestión do centro.

Referencias bibliográficas

- BUSQUETS, P., JORGE, J. (2000): *La petjada ecolóxica de l'EUPM. Universidad Politécnica de Cataluña*. Universidad Politécnica de Cataluña y Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña. (<http://www.upc.edu/mediambient/>)
- COLLAZO VILLAR, A.J., MILES TOUYA, D., SIMÓN FERNÁNDEZ, X., (2001): *Aforro Enerxético e Análise de Alternativas. Un estudo aplicado á Universidade de Vigo*. Universidade de Vigo, Departamento de Economía Aplicada.
- CUCHI, A., LÓPEZ, I., (1999): *Informe MIES. Una aproximación l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès. Bases per a una política ambiental a l'ETSAV*. Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad Politécnica de Cataluña y Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña. (www.upc.edu/mediambient/)
- IPCC, (1997): *Greenhouse Gas Inventory Reference Manual*. Londres, IPCC WGI Technical Support Unit.
- MARTÍN PALMERO, F. (ed.), (2004): *Desarrollo sostenible y huella ecológica*. A Coruña, ed. Netbiblo.
- MERINO, A., (2005): “Producción de gases con efecto invernadero derivados de la actividad agroforestal. Secuestro de carbono”, en *VII Avances en Ciencia y Tecnología: Objetivos Energéticos de la UE y el Protocolo de Kyoto*.
- MERINO, A., RODRÍGUEZ, R., (2006): *Gestion durable des forêts: un réseau européen de zones pilotes pour le mise en oeuvre opérationnelle (FORSEE)*. UE-FEDER (Programa INTERREG III B Espace Atlantique) (Sen rematar).
- NOY SERRANO, (1996): “Una estimación dels costos reais de l'automòbil”, en *Revista Medi Ambiente: Tecnologia i Cultura*, nº15.
- STWART, C., LOO, J. (2005): *Ecological Footprint Progress Report*. Toronto, Departamento de Xeografía-Universidade de Toronto.
- REES, W., WACKERNAGEL, M., (1996): *OUR ECOLOGICAL FOOTPRINT. REDUCING HUMAN IMPACT ON EARTH*. Canadá, New Society Publisher.

ANEXO I: Enquisa sobre hábitos de mobilidade e consumo de papel

O obxectivo da presente enquisa é o de obter datos para estimar a contaminación que foi xerada polo persoal que convive neste centro (estudantes, persoal docente e investigador, persoal de administración e servizos), a partir de coñecer os seus hábitos de mobilidade e de consumo.

O presente cuestionario aplicarase a unha mostra representativa de cada un dos tres colectivos, da que formarás parte coa túa participación.

1.- Tipoloxía do enquisado

1.1.- Colectivo da USC a que pertences: a) estudante b) persoal docente e investigador c) persoal administración e servizos

2.- Hábitos de mobilidade

2.1.- Alén da residencia familiar, tes unha segunda residencia en que resides durante o curso? a) Si b) Non

Indicacións: - Referímonos á semana como o período de tempo comprendido entre o luns e o domingo.

- Para o cómputo do número de desprazamentos, contabilízase ida e volta como dous.

Caso de que a resposta á pregunta 2.1 sexa NON, pasa á pregunta 2.7; caso de que sexa SI, 1^{er} ao enquisado o texto en verde e seguir na pregunta 2.2 ata 2.6.

A continuación preguntáremosche sobre os medios de transporte que empregas para percorrer os traxectos:

1.º) Entre a túa residencia familiar e a túa residencia durante o curso

2.º) Entre a túa residencia durante o curso e o teu centro de traballo/estudo

2.2.- Indica cales dos seguintes medios de transporte empregas regularmente para percorrer o traxecto entre a túa residencia familiar e a residencia durante o curso, así como a frecuencia de desprazamento.

Nota: Engádese unha columna do número de desprazamentos ao mes, para o caso daqueles enquisados/as que fagan o percorrido menos dunha vez á semana. Caso de que faga o percorrido menos dunha vez ao mes, deixar en branco a pregunta 2.2.

	SI	NON	Número total desprazamentos á semana	Número total de desprazamentos ao mes
2.2.a.- Automóbil				
2.2.b.- Tren				
2.2.c.- Autobús				
2.2.d.- Motocicleta				
2.2.e.- A pé				
2.2.f.- Bicicleta				
2.2.g.-Avión				

2.3.- Responder só se respondeu SI na pregunta 2.2.a: Indica o número de persoas que adoitan viaxar: ____

2.4.- Indica cales dos seguintes medios de transporte empregas usualmente para percorrer o traxecto entre a túa residencia durante o curso e o centro onde estudas/traballas, así como a frecuencia, o tempo empregado e a distancia percorrida aproximados en cada desprazamento.

	SI	NON	Número total desprazamentos á semana	Distancia percorrida por desprazamento (en km.)	Tempo empregado por desprazamento (en min.)
2.4.a.- Automóbil					
2.4.b.- Tren					
2.4.c.- Autobús					
2.4.d.- Motocicleta					
2.4.e.- A pé					
2.4.f.- Bicicleta					

2.5.- Responder só se na pregunta 2.4.a respondeu SI: Indica o número de persoas que adoitan viaxar:___

2.6.- Indica o concello onde se acha a túa residencia familiar:_____

SALTAR AO BLOQUE 3

2.7.- Indica cales dos seguintes medios de transporte empregas usualmente para percorrer o traxecto entre a túa residencia familiar e o centro onde estudas/traballas, así como a frecuencia, o tempo empregado e a distancia aproximados en cada desprazamento.

	SI	NON	Número total desprazamentos á semana	Distancia aproximada por desprazamento (en Km.)	Tempo empregado por desprazamento (en min.)
2.7.a.- Automóbil					
2.7.b.- Tren					
2.7.c.- Autobús					
2.7.d.- Motocicleta					
2.7.e.- A pé					
2.7.f.- Bicicleta					

2.8.- Responder só se na pregunta 2.7.a respondeu SI: Indica o número de persoas que adoitan viaxar:___

2.9.- Indica o concello onde se atopa a túa residencia familiar:_____

3.- Consumo de papel (só estudantes)

3.1.- Indica, de xeito aproximado, o equivalente do teu consumo regular de papel para a túa actividade académica durante unha semana do curso en canto a número de folios (tamaño DIN-A4):

- 20 folios ou menos
- Entre 21 e 40 folios
- Entre 41 e 60 folios
- Entre 61 e 80 folios
- Entre 81 e 100 folios
- Entre 101 e 120 folios
- Máis de 120 folios

3.2.- Que porcentaxe do papel que consumes durante o curso é reciclado? (sinala o intervalo no cal te atopas)

- | | |
|------------|-------------|
| a) 0%-25% | b) 26%-50% |
| c) 51%-75% | d) 76%-100% |

Moitas grazas pola túa colaboración