

Medida de Coesão para Portugal

F. Carvalho Rodrigues

Casal de Cinza, 28 de Julho 2021

Surgiu por volta de 1850 pela mão de um Escocês Rankine. Aconteceu como uma grande surpresa: parte do calor que um corpo quente pode passar para um corpo frio é rejeitado.

Na interacção, que é o calor, esta parcela que a fonte fria não aproveita, não se transforma em energia livre, não produz trabalho. Levou algum tempo, mas soube-se, então, de uma quantidade que estava relacionada com o calor recusado pela fonte fria. Chamou-lhe, em 1865, o Alemão Rudolf Clausius, entropia. Verificaram que num sistema que não trocasse nem matéria nem energia com o seu exterior, ou seja num sistema fechado crescia sempre. Encontraram uma relação de proporcionalidade entre a entropia e o calor desperdiçado. A constante de proporcionalidade é o inverso da temperatura. Para o mesmo calor quanto maior a temperatura, menor a entropia. Para o mesmo número de interacções, o calor, quanto maior a temperatura menor é a quantidade de entropia. A entropia existe no intervalo entre zero, para uma temperatura infinita, e o infinito para uma temperatura igual a zero.

Mas persistia a ignorância da razão porque a fonte fria recusava sempre uma parcela de calor com que a fonte quente podia interagir com a fonte fria. Ou seja, havia uma parte da energia com que a fonte quente interagia com baixa entropia que a fonte fria que tinha uma energia a muito alta entropia não estava disposta a aceitar.

Há então múltiplas qualidades de energia. Essa qualidade distingue-se pela sua entropia. A melhor é a energia com baixa entropia porque dá a possibilidade de realizar trabalho. A pior é a energia com muito alta entropia.

Seria interessante que nos rótulos estivesse não só a energia como a entropia. Assim, sim, podia saber-se quantitativamente se uma forma de produzir energia é melhor que outra. Ou seja, em vernáculo, qual é menos poluente.

Seja como for, era preciso então saber porque havia este comportamento, esta rejeição de parte da dádiva. O corpo frio não aceita todo o calor que o corpo quente quer e pode dar.

Coube a Ludwig Boltzmann descobrir porque assim era. Com a descoberta fez avançar o entendimento do Mundo e da Vida muitas ordens de grandeza. É o pilar onde hoje quase tudo em ciência acenta.

A descoberta de Boltzmann exigia a existência de átomos. Havendo átomos a energia de um sistema fechado (onde não entra, nem matéria, nem energia) distribuía-se seguindo a curva exponencial, 2^x . Nos sistemas da natureza quer dizer que vinte por cento dos átomos têm oitenta por cento da energia. Nesses vinte por cento de átomos a energia também se distribui da mesma maneira. Ou seja, dentro dos vinte por cento, há vinte por cento ou seja 4% que detêm oitenta por cento de oitenta por cento da energia ou seja 64%. Nesses quatro por cento que têm sessenta e quatro por cento da energia, essa energia também se distribui na mesma proporção. Isto é, vinte por cento de quatro por cento, ou seja 0,8% do total de átomos ficam com oitenta por cento de sessenta e quatro por cento da energia, o que dá, 51,2%. Grosso modo 1% dos átomos levam consigo 50% de energia.

A censura que os Colegas Professores e Cientistas fizeram a Ludwig Boltzmann; a perseguição do poder político que gere a Ciência, que em cada momento se apropria da verdade e que deambula pelos corredores junto ao Poder, fez-lhe a vida tão negra que Boltzmann veio a suicidar-se como resultado das atitudes dos seus Pares. Está sepultado em Viena e na pedra tumular não tem nome, tem apenas a fórmula com que ligou o calor rejeitado com a entropia e a distribuição de energia pelos átomos.

Para o tempo que durar a pedra e a inscrição todos saberemos quem ali está. Claro que aquilo a que chamo a seita, que enchameia Universidades de “O meu Caro Colega”, tiveram que aceitar a evidência e por muito que tenham os nomes que tenham escrito nos seus, certamente, mausoléus ninguém a partir dos trinetos saberá porque existiram.

O certo é que o resultado da distribuição da forma 2^x é num gráfico em escala logarítmica uma linha recta:

$$2^x$$

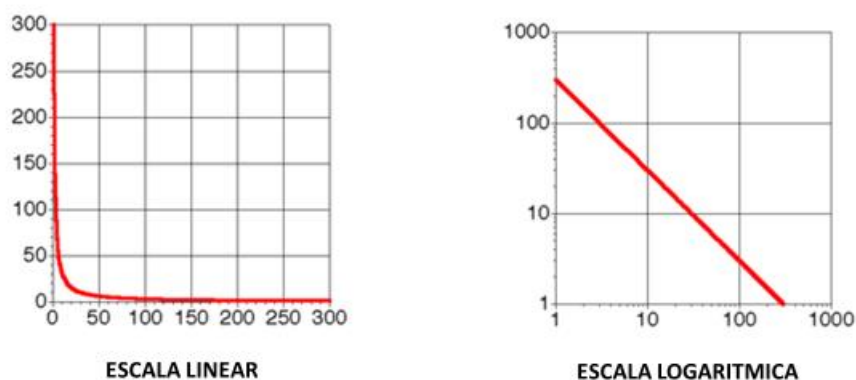


Fig. 1 – Exponencial em escala linear e em escala logarítmica

Vilfredo Pareto (1848 - 1923) verifica que na propriedade rural também eram vinte por cento dos proprietários que detinham oitenta por cento da terra e que um por cento inevitavelmente tinha cinquenta por cento das terras.

Mas foi George Kingsley Zipf (1902 –1950) que a estudar a distribuição de palavras em obras literárias descobriu que 20% das palavras explicam oitenta por cento do texto ou no fim 1% por cento das palavras enchem 50% das páginas independente de qual o idioma usado na escrita.

Naõ tardou que se constatasse que vinte por cento dos escritores editavam oitenta por cento dos livros que são lidos. Vinte por cento dos compositores, oitenta por cento da música que se ouve. Vinte por cento dos sites são os que oitenta por cento de nós procuramos. Vinte por cento dos pintores representam oitenta por cento da pintura que vemos. E o que se quiser em grandes números é sempre isto: vinte por cento/oitenta por cento. E um por cento dos jornalistas escrevem cinquenta por cento das notícias que lemos. Um por cento dos jornalistas na televisão são os que vemos cinquenta por cento das vezes. Um por cento dos políticos produzem e influenciam cinquenta por cento da política. Qautro por cento dos Deputados fazem sessenta e quatro por cento das intervenções no Parlamento. E etc...Por

isso não nos admiramos com a notícia muitas vezes repetida, como se não se aplicassem sempre, que 1% dos humanos detêm 50% de toda a riqueza. Não são sempre os mesmos a estar no 1%, mas são sempre um por cento.

Os 20% que explicam 80% ou seja os 1% que explicam 50% não são sempre os mesmos. São é sempre 20% ou seja 1%. No caso das sociedades Humanas, a mudança é feita quando um grupo convence os destituídos, 80% que só têm 20%, se forem para o poder nivelarão a exponencial. Até hoje o que tem acontecido é que uma vez dada a mudança aquele grupo passa a ser constituído pelo 1% dos que têm 50%. Entretanto fazem promessas e produzem sofrimento. Mas como me disse o Sr. Bispo de Setúbal, Dom José Ornelas na despedida de uma conferência Intenacional organizada pelo Instituto Superior de Teologia de Setúbal, e nunca mais esquecerei: “de tudo o que disse o problema dos 20% / 80% é o que temos que resolver”.

Por fim apliquemos a um País e à distribuição da sua População o que sabemos da distribuição de equilíbrio.

Há dois casos extremos: Um, representado na Fig. 2 em que todos os Concelhos têm a mesma população,

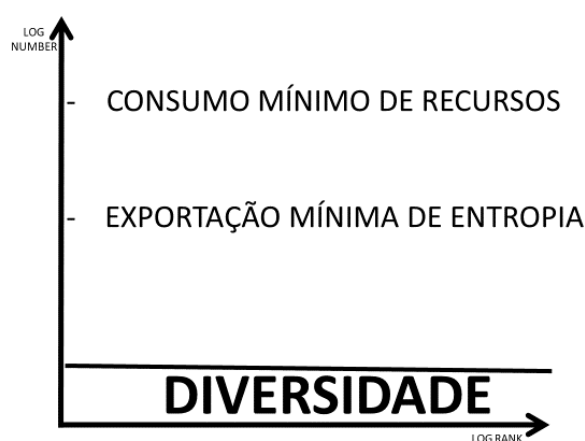


Fig. 2 – Todos os Concelhos têm a mesma população ou seja 2^0

Tem a máxima diversidade, consome muito pouco , produz muito muito pouco, mas a entropia exportada é baixíssima.

No outro extremo, Fig. 3, toda a população está num só concelho



Fig. 3 - Toda a População num só Concelho ou seja 2^∞

A energia e a matéria para manter esse estado seria imensa, o trabalho realizado nulo e a entropia que com muitos casos se pode equacionar como poluição seria extrema.

Entre os dois casos extremos da Figura 4,

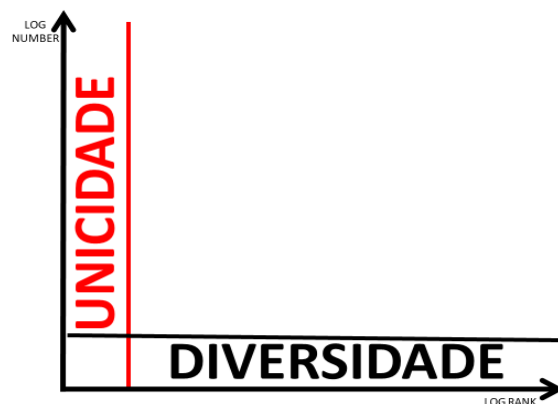


Fig. 4 - Os dois casos extremos com que não é possível fazer trabalho: o da máxima diversidade em que todos os Concelhos tivessem a mesma População a poluição exportada é Mínima e aquele em que toda a População está concentrada num Concelho onde a exportação de Poluição é Máxima. A distribuição de População pelos Concelhos para gerar um sistema que faça trabalho, que seja orgânico, X da exponencial 2^x tem que ser igual a um.

Para $X=1$ a distribuição é a que a Fig. – 5 mostra:

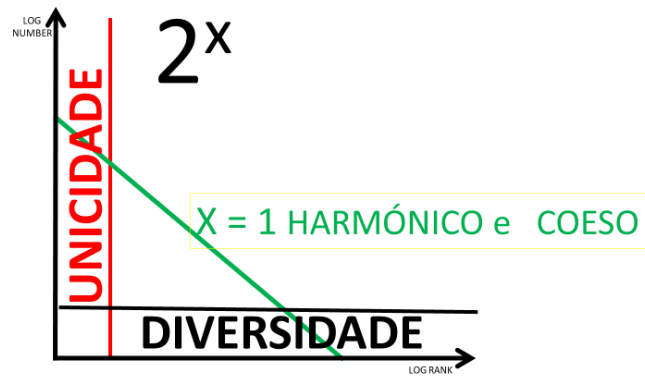


Fig. 5 – Distribuição orgânica e funcional e portanto coesa

Quando X é menor que um, como se vê na Fig. - 6 o trabalho que se realiza é baixo embora a exportação de entropia também seja contida.

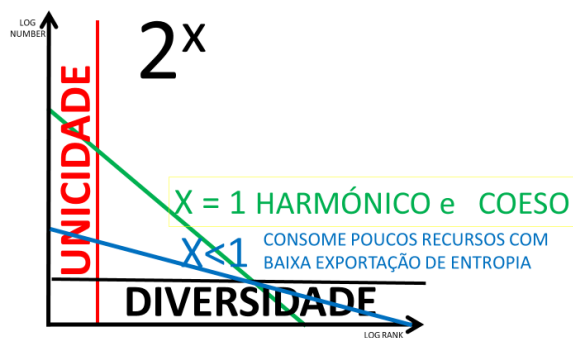


Fig. 6 - Distribuição de população que é muito pouco poluente mas que não rende trabalho

Finalmente com X maior que um a distribuição na Fig. - 6 mostra que o sistema vai consumir grandes quantidades de massa, de materiais e energia com pouca competitividade e muita exportação de entropia

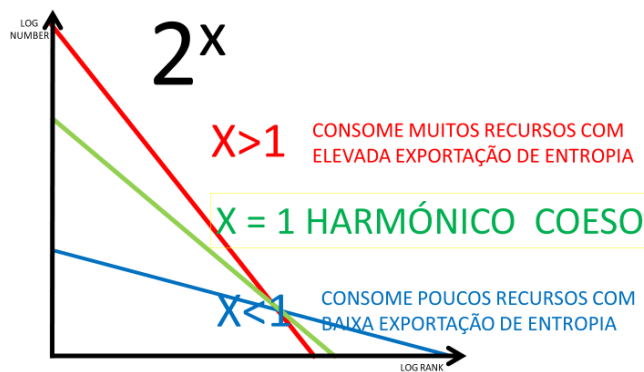
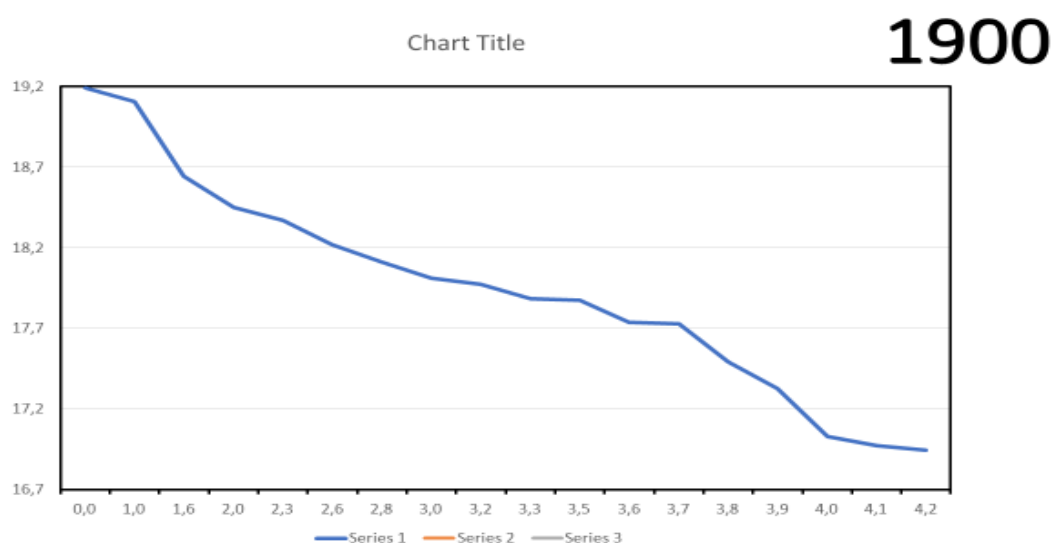


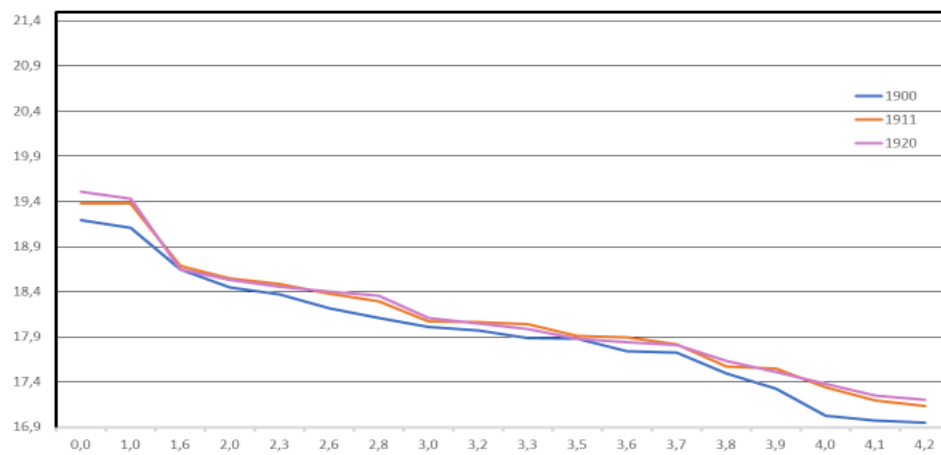
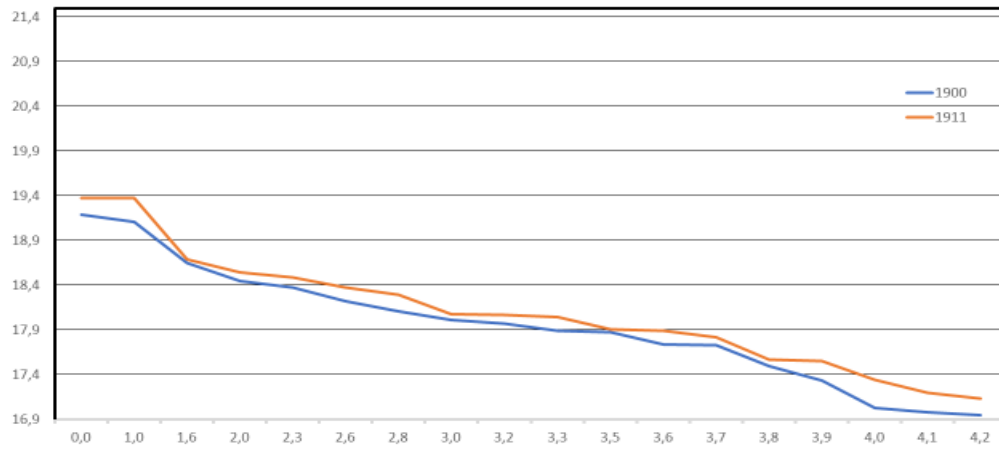
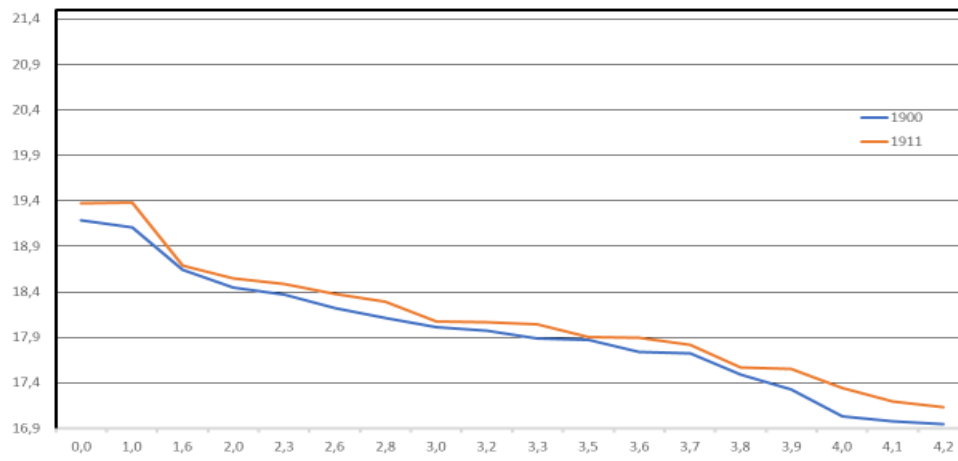
Fig. – 6 . O ideal é uma distribuição de População por Concelho o mais perto possível com um pendor de $X = 1$

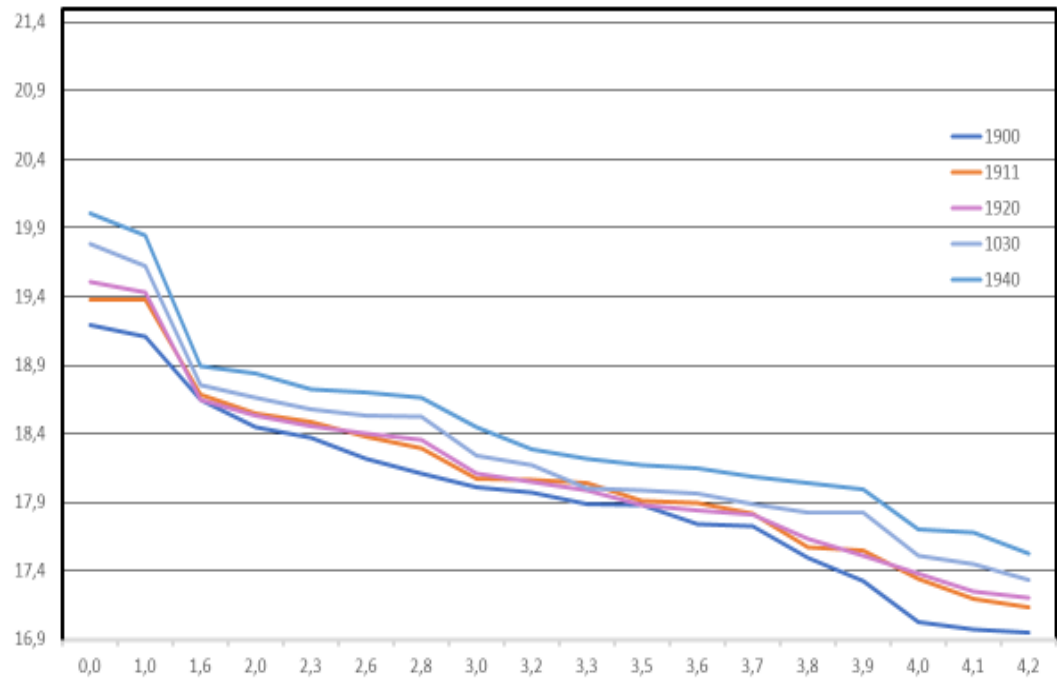
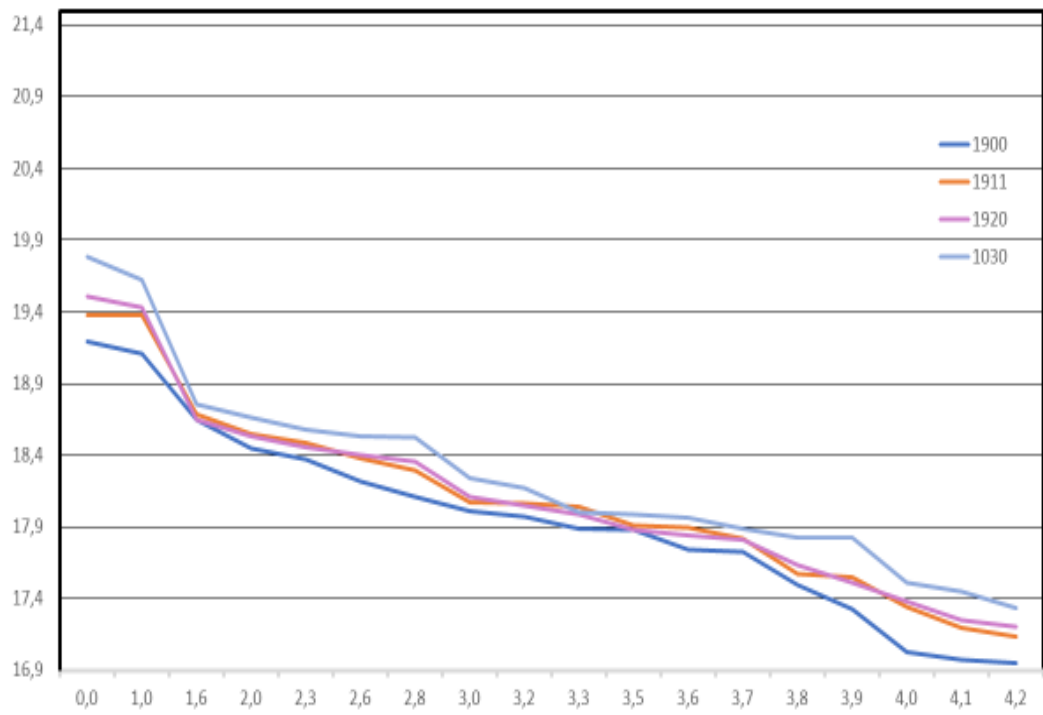
Para Portugal a série de 1900 -2012

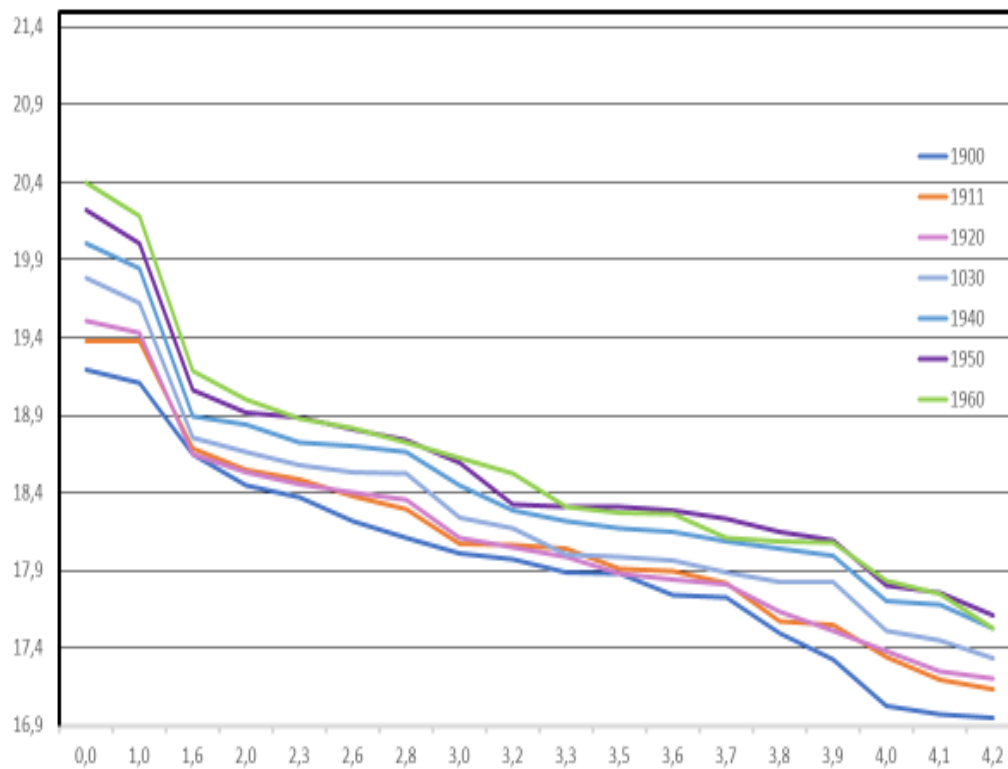
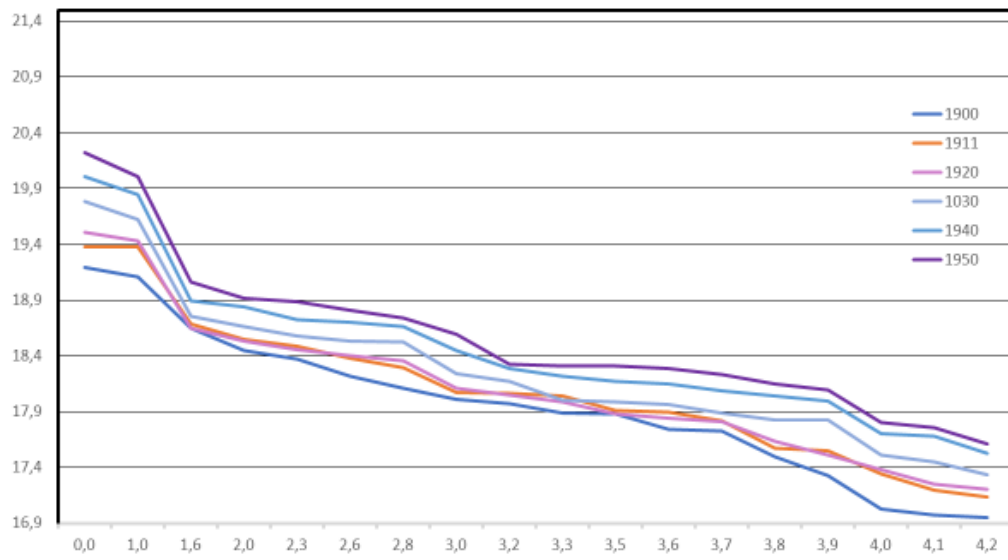
Para os anos de 1900 até 2012 a evolução da distribuição de População por Concelho em Portugal

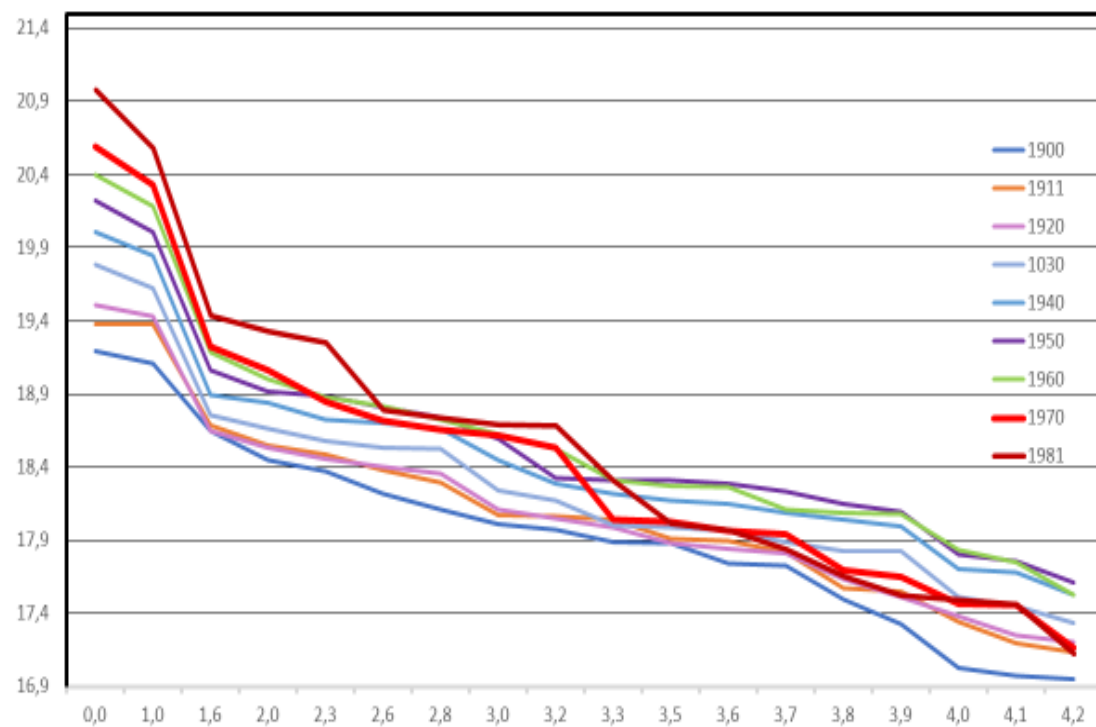
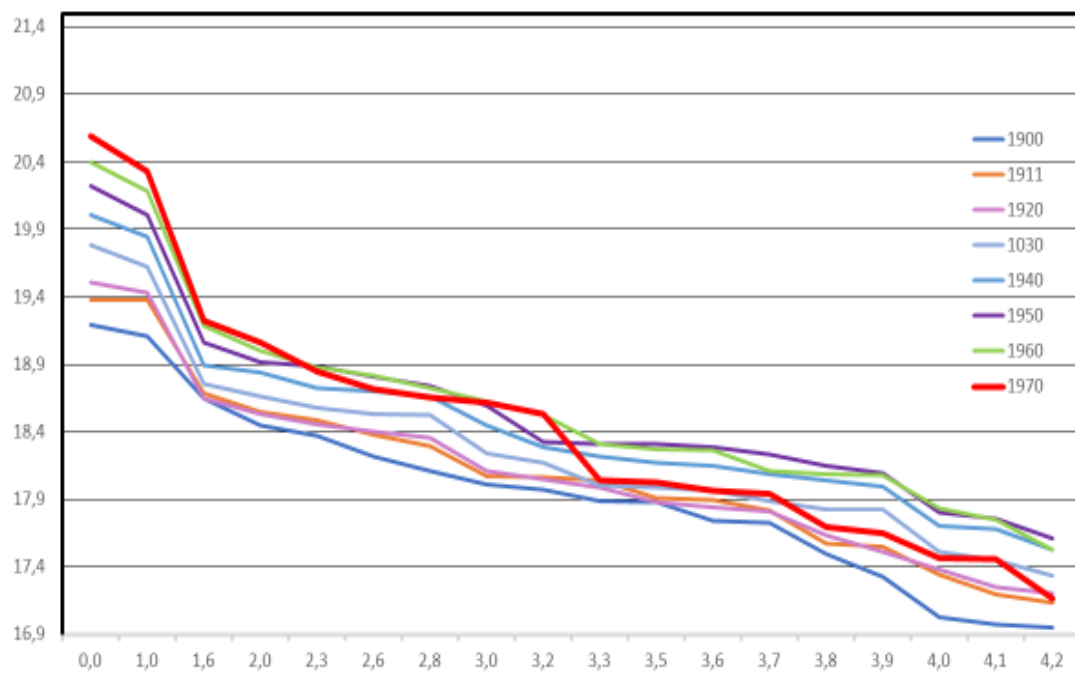
Os dados da população de cada concelho estão publicados oficialmente desde 1900 até 2012. É, então, possível saber qual é o expoente da exponencial da distribuição de Boltzmann que alguns dizem de Zipf ao longo de um século. Para se obter basta ordenar os concelhos de tal maneira que o número 1 seja o que tem mais população, o número 2 o que vem a seguir em número de habitantes e assim sucessivamente e medir a inclinação nos gráficos que se seguem.

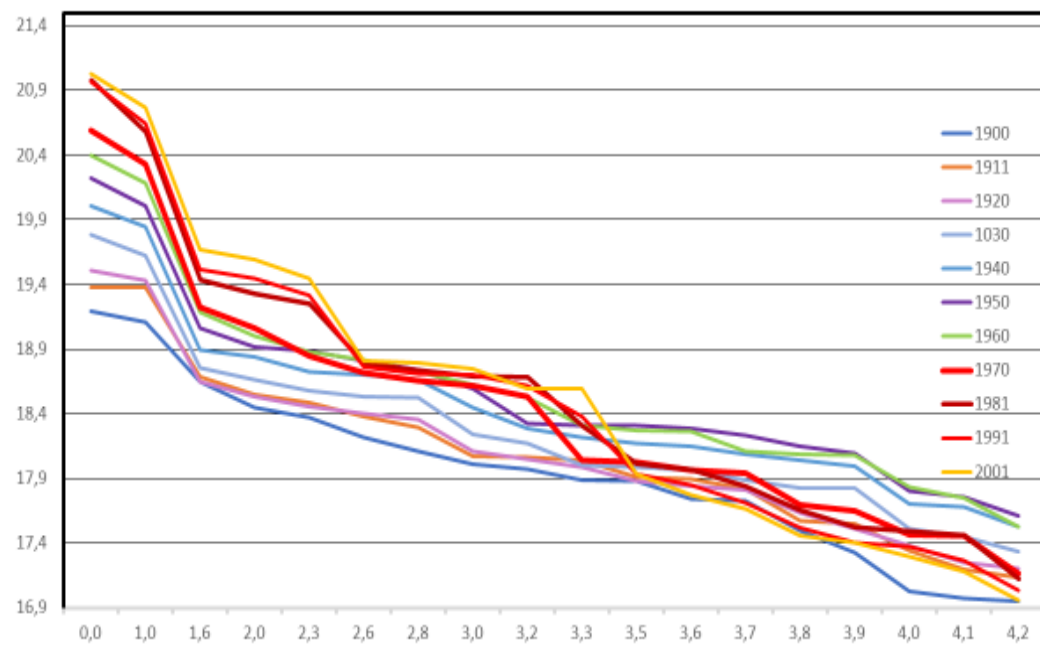
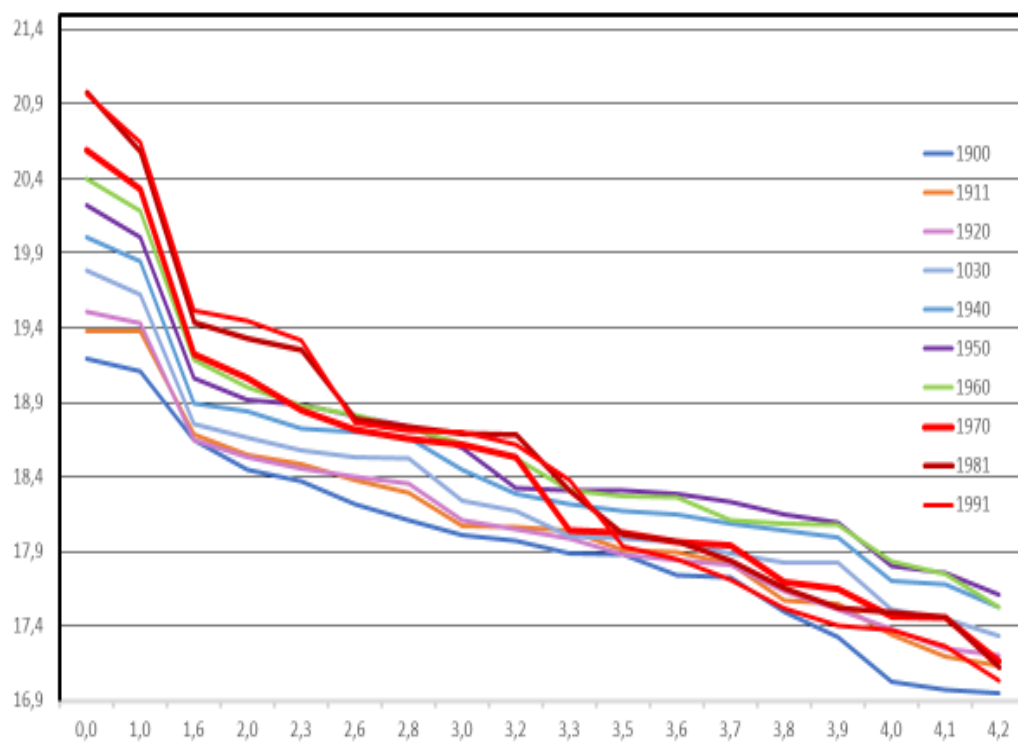


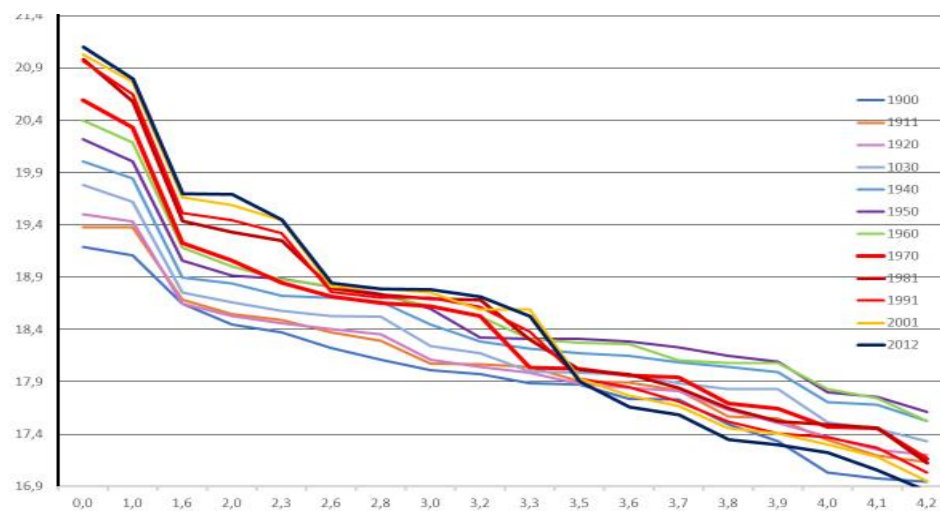




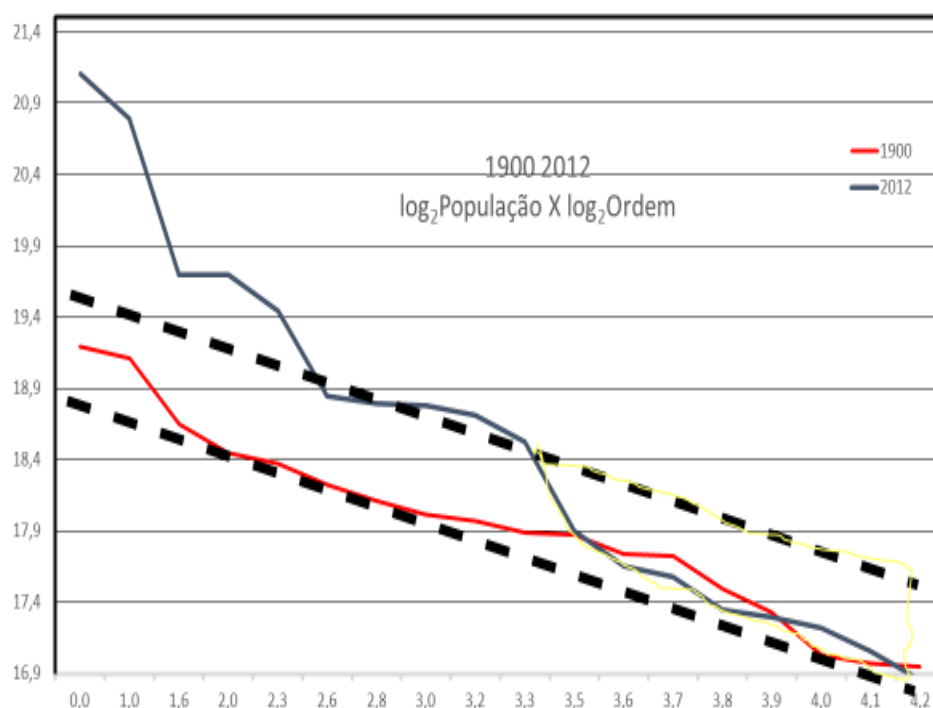




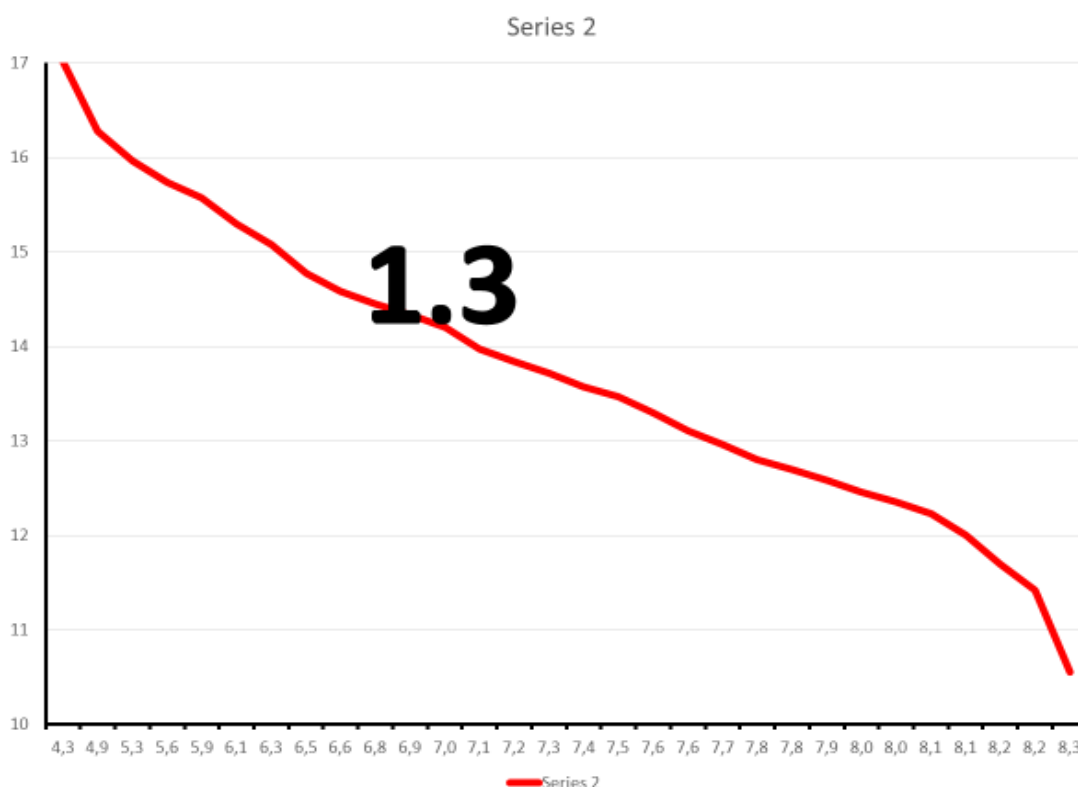
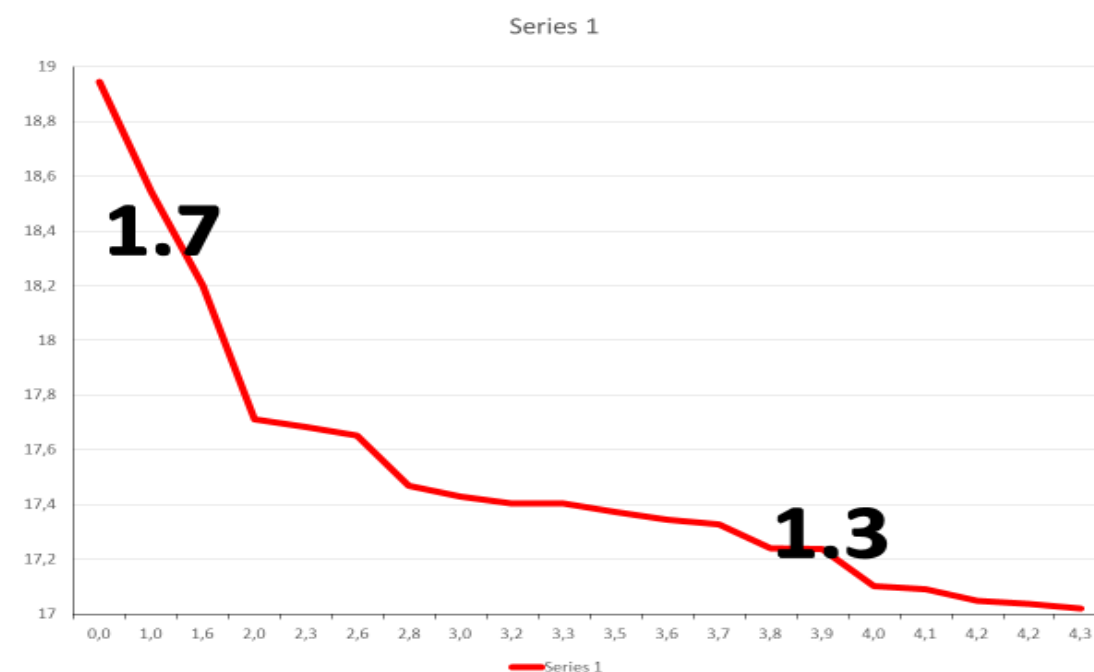


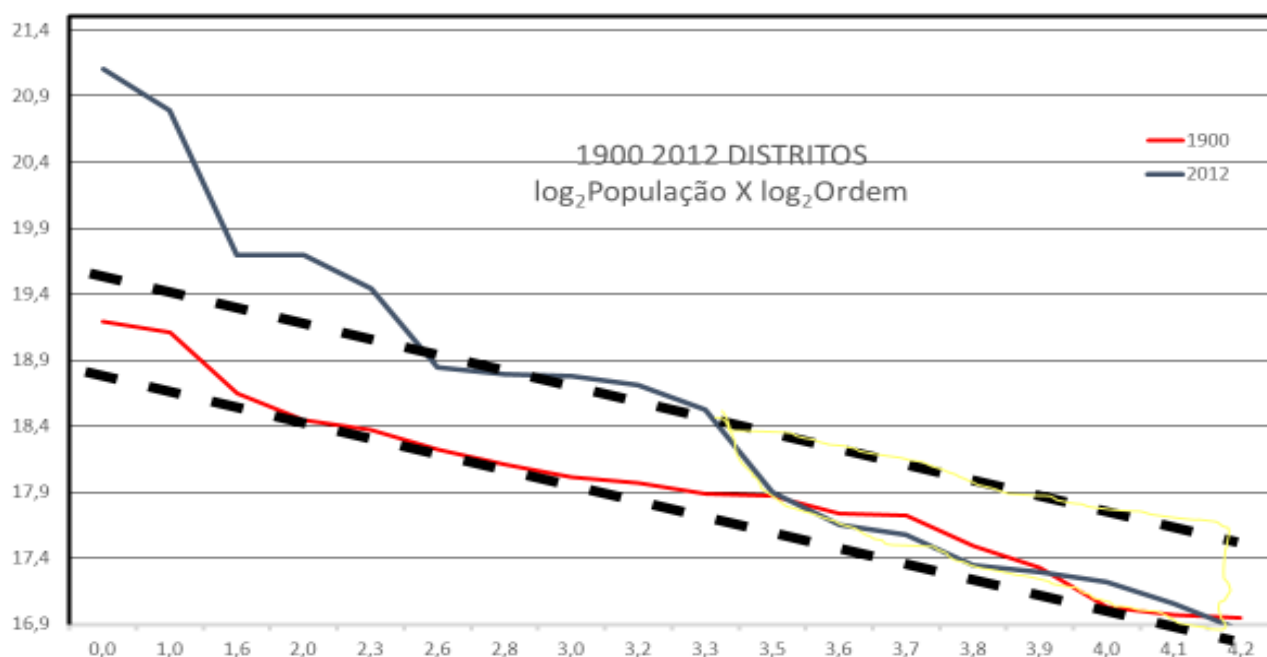


Para Portugal fica demonstrado o incremento da desertificação acompanhado de um crescimento acelerado de população nalguns concelhos. A partir dos anos oitenta é visível que existe um grande abaixamento da população no interior e um crescimento acentuado nalgum litoral. Passou-se então a ter uma atenção redobrada, intensa para que a desertificação parasse centrando os meios para combater, tratar do êxodo.



No entanto, se olharmos para 2012 vemos que tudo piorou. Na zona desertificada a velocidade a que a população diminuía era cada vez maior. Quando se mede o valor de X da exponencial em 2012 para os concelhos de Lisboa, Sintra, Cascais, Vila Nova de Gaia e Porto, X na distribuição de Boltzmann/Zipf é 1,7; a seguir alguns concelhos estão sobre uma recta com X igual a 1,3. Depois um conjunto alinhado num segmento de X igual a 1 a que se segue mais tarde muitos com x igual a zero.



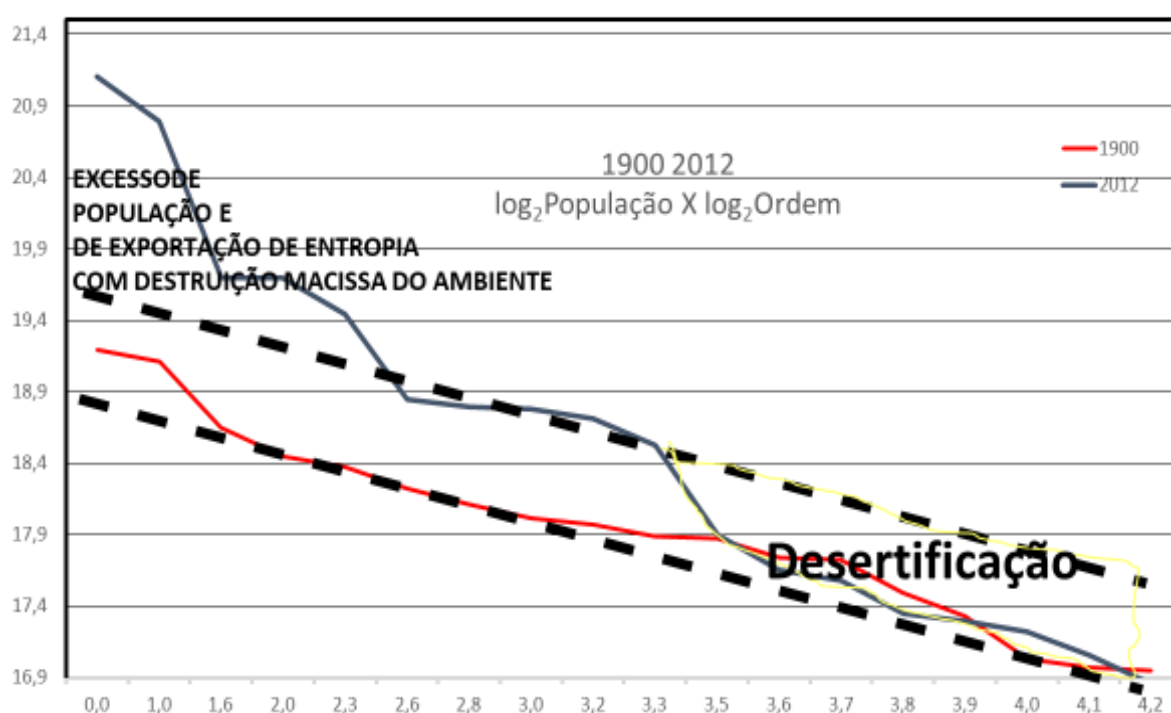


Alguém que faça para anos mais recentes que eu não tenho os dados (defeito meu). Com o cálculo sobre os dados até 2012 resulta que andamos a tratar da desertificação e cada vez o País está mais exangue, exausto e pobre. Todos concentrámos as nossas forças, imaginação e preocupação do interior e nunca para as regiões que têm consumos brutais de matéria e energia, são fontes de jorrar poluentes e de custos cada vez mais altos que arrastam a competitividade, cada vez mais para baixo . Quer então dizer que tratamos e todos nos concentramos a cuidar da desertificação do interior e nunca nos questionámos se a desertificação não era apenas a consequência, o sintoma, de uma outra doença, a verdadeira causa da desertificação que não passa de um sintoma.

Ao olhar para distribuição da população da figura anterior só me ocorre que o mal não está no interior, está nos concelhos que estão em especial no segmento de recta com X igual a 1,7. Os que definem o segmento de recta com X igual a 1,3 de uma forma menos intensa também contribuirão. São os Concelhos do excesso e da destruição pela brutal poluição que geram. Sem que alguém planeasse, quisesse, desejasse é na distribuição da população pelos

concelhos do País que estão nos pendores 1,7 e 1,3 onde reside a doença, a causa da desertificação e no fim, o fim .

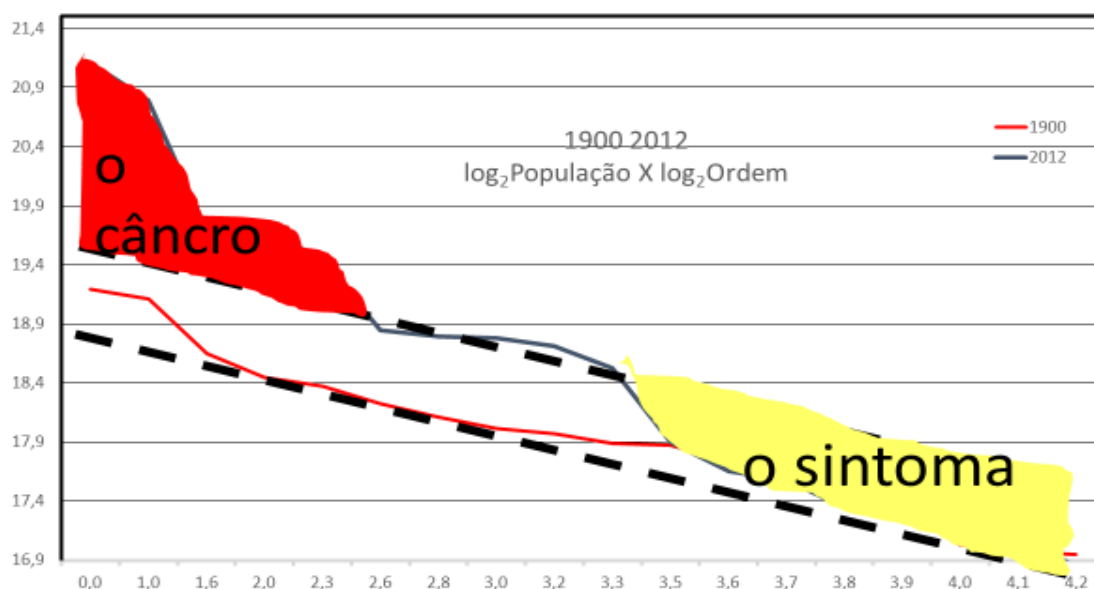
Esses concelhos estão excessivamente povoados, tudo consomem e tudo poluem com as exportações enormes de entropia ao mesmo tempo que por essa razão são os grandes atractores porque os indivíduos, tal como as células, vão para onde têm mais abundância e mais de tudo o resto.



Para ilustrar este tratar dos sintomas em vez da razão de ser dos sintomas; houve um dia que um cão de Serra que adoro apareceu com uma pata com uma ferida e uns nódulos e a Veterinária iniciou o tratamento. Depois de grande insistência e esforço para curar a infecção na pata que estava sempre e cada vez mais doente, um dia a Veterinária da Animalvet, Drª Maria João, resolveu fazer análises e testes. O Farrusco tinha um cancro. De todo não sabia que havia quimioterapia para cães, mas há. O Farrusco fê-la durante três meses. O cancro foi

eliminado e a pata do Farrusco sarou por si. Ou seja, tínhamo-nos concentrado em tratar dos sintomas, mas não da doença que os provocava.

As células cancerígenas são as mais bem alimentadas, mais irrigadas pelo sangue, têm tudo em excesso. O corpo definha-se porque todas as células querem aceder a esta maior abundância, tornam-se cancerígenas e tudo quanto é energia armazenada no corpo sob qualquer forma desde gordura a tudo o resto é levada para o crescimento de cada vez mais células cancerígenas até que consumida toda a matéria e energia se passa de orgânico e funcional (vivo) para morto.



O que a figura mostra é que a solução está em dissuadir o crescimento da população, proporcionar que até decresça nesses concelhos e seguindo a metáfora do Farrusco se nos concentrarmos na cura da doença que está nas grandes concentrações com excessivos consumos e brutais níveis de exportação de entropia, leia-se poluição, o sintoma, que é a desertificação, aliviar-se-á por si.

Tomar sintomas pela doença que as causa foi o que todos temos feito até hoje. Apregoam que acreditam, em Portugal, em Ciência e Engenharia de todos os tipos. Vamos ver se sim ou não. <https://www.youtube.com/watch?v=45o2f07EwJc&t=23s>

References

- [1] Wang Xuan, Su Jieqiong, Shan Shan, and Zhang Yan, "Urban Ecological Regulation based on Information Entropy at the Town Scale: A case study on Tongzhou district, Beijing City," *Procedia Environmental Sciences*, vol. 13, pp. 1155–1164, 2012.
- [2] G. K. Zipf, "The Unity of Nature, Least-Action, and Natural Social Science," *Sociometry*, vol. 5, no. 1, pp. 48–62, 1942.
- [3] D. Bohm, *Wholeness and the Implicate Order*. London, UK: Routledge, 1980.
- [4] D. Bohm, *Unfolding Meaning: A weekend of dialogue*. London, UK: Routledge, 1987.
- [5] D. Bohm and B. J. Hiley, *The Undivided Universe: An ontological interpretation of quantum theory*. London, UK: Routledge, 1993.
- [6] J. Pinto Peixoto and F. Carvalho Rodrigues, *Sistemas, Entropia, Coesão*. Lisboa: Discórdia, 1991.
- [7] G. K. Zipf, *Human Behavior and The Principle of Least Effort: An introduction to human ecology*. Cambridge, MA: Addison-Wesley Press, 1949.
- [8] D. Bohm and F. D. Peat, *Science, Order and Creativity*. Toronto: Bantam Books, 1987.
- [9] P. Cabral, G. Augusto, M. Tewolde, and Y. Araya, "Entropy in Urban Systems," *Entropy*, vol. 15, pp. 5223–5236, 2013.
- [10] INE, *Censo da População 2011: 15º Recenseamento Geral da População e 5º Recenseamento da Habitação*. Resultados Definitivos. Lisboa: Imprensa Nacional, 2012. Quadro resumo 1.01 - População residente, população presente, famílias, núcleos familiares, alojamentos e edifícios. [Online]. Available: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos_quadros [Accessed: 04-Jul-2019]
- [11] PORDATA - Base de Dados Portugal Contemporâneo: *População residente, estimativas a 31 de Dezembro*. Ano: 2015. Indicador: População residente. [Online]. Available: <https://www.pordata.pt/Municipios/Popula%C3%A7%C3%A3o+residente++estimativas+a+31+de+Dezembro-120> [Accessed: 04-Jul-2019]
- [12] INE, *Censo da População 1960: 10º Recenseamento Geral da População no Continente e Ilhas Adjacentes em 15 de Dezembro de 1960*. Lisboa: Imprensa Nacional, 1964. [Online]. Available: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=censos_historia_pt [Accessed: 04-Jul-2019]
- [13] INE, *Censo da População 1970: 11º Recenseamento Geral da População no Continente e Ilhas Adjacentes*. Lisboa: Imprensa Nacional, 1973. [Online]. Available: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=censos_historia_pt_1970 [Accessed: 04-Jul-2019]
- [14] INE, *Censo da População 1981: 12º Recenseamento Geral da População e 2º Recenseamento da Habitação*. População e Alojamentos por lugares. Lisboa: Imprensa Nacional, 1984. [Online]. Available: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=censos_historia_pt_1981 [Accessed: 04-Jul-2019]
- [15] INE, *Censo da População 1991: 13º Recenseamento Geral da População e 3º Recenseamento da Habitação*. Resultados Definitivos. Lisboa: Imprensa Nacional, 1996. [Online]. Available: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos_pesquisa&frm_acciao=PESQUI-SAR&frm_show_page_num=1&frm_modos_pesquisa=PESQUISA_SIMPLES&frm_modos_texto=MO-DO_TEXTO_ALL&frm_texto=1991&frm_imgPesquisar.x=0&frm_imgPesquisar.y=0 [Accessed: 04-Jul-2019]
- [16] INE, *Censo da População 2001: 14º Recenseamento Geral da População e 4º Recenseamento da Habitação*. Resultados Definitivos. Lisboa: Imprensa Nacional, 2002. [Online]. Available: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=censos_historia_pt [Accessed: 04-Jul-2019]
- [17] INE, *Estatísticas Demográficas 2000: População e condições sociais*. Lisboa: Imprensa Nacional, 2002. [Online]. Available: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_det&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=377711&PUBLICACOESmodo=2&selTab=tab1&pcensos=61969554 [Accessed: 04-Jul-2019]
- [18] INE, *Censo da População 2011: 15º Recenseamento Geral da População e 5º Recenseamento da Habitação*. Resultados Definitivos. Lisboa: Imprensa Nacional, 2012. [Online]. Available: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacao_det&contexto=pu&PUBLICACOESpub_boui=73212469&PUBLICACOESmodo=2&selTab=tab1&pcensos=61969554 Available: https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=censos2011_apresentacao

Available: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_base_dados [Accessed: 04-Jul-2019] Also available in R.C. Franco, Ed, *Diagnóstico das ONG em Portugal: Estudo sobre Organizações Não Governamentais realizado pela Universidade Católica Portuguesa*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2015, p. 123.

Bibliography

- A. Bejan, *The Physics of Life: The Evolution of Everything*. New York: St. Martin's Press, 2016.
- A. Bejan, "Constructal Law, Twenty Years After," *Proceedings of the Romanian Academy, Series A*, vol. Special Issue, pp. 309–311, 2018.
- A. Bejan and S. Lorente, "The constructal law of design and evolution in nature," *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 365, pp. 1335–1347, 2010.
- A. Bejan and J. P. Zane, *Design in Nature: How the Constructal Law governs evolution in biology, physics, technology, and social organization*. New York: Doubleday, 2011.
- B. J. L. Berry, *The Human Consequences of Urbanisation: Divergent paths in the urban experience of the twentieth century*. London, UK: Macmillan Education, 1973.
- B. J. L. Berry, and A. Okulicz-Kozaryn, "The city size distribution debate: Resolution for US urban regions and megalopolitan areas," *J. Cities*, 2011.
- D. Bohm, *Wholeness and the Implicate Order*. London, UK: Routledge, 1980.
- D. Bohm, *Unfolding Meaning: A weekend of dialogue*. London, UK: Routledge, 1987.
- D. Bohm and F. D. Peat, *Science, Order and Creativity*. Toronto: Bantam Books, 1987.
- D. Bohm and B. J. Hiley, *The Undivided Universe: An ontological interpretation of quantum theory*. London, UK: Routledge, 1993.
- P. Cabral, G. Augusto, M. Tewolde, and Y. Araya, "Entropy in Urban Systems," *Entropy*, vol. 15, pp. 5223–5236, 2013.
- N. Filchakova, D. Robinson, and J.-L. Scartezzini, "Quo Vadis Thermodynamics and the City: A critical review of applications of thermodynamic methods to urban systems," *International Journal of Ecodynamics*, vol. 2, no. 4, pp. 222–230, 2008.
- R. Fistola, "The unsustainable city: Urban entropy and social capital: the need of a new urban planning," *Procedia Engineering*, vol. 21, pp. 976–984, 2011.
- INE, *Censo da População 1960: 10º Recenseamento Geral da População no Continente e Ilhas Adjacentes*. Lisboa: Imprensa Nacional, 1964.
- INE, *Censo da População 1970: 11º Recenseamento Geral da População no Continente e Ilhas Adjacentes*. Lisboa: Imprensa Nacional, 1973.
- INE, *Censo da População 1981: 12º Recenseamento Geral da População e 2º Recenseamento da Habitação*. Lisboa: Imprensa Nacional, 1984.
- INE, *Censo da População 1991: 13º Recenseamento Geral da População e 3º Recenseamento da Habitação*. Lisboa: Imprensa Nacional, 1996.
- INE, *Censo da População 2001: 14º Recenseamento Geral da População e 4º Recenseamento da Habitação*. Lisboa: Imprensa Nacional, 2002.
- INE, *Censo da População 2011: 15º Recenseamento Geral da População e 5º Recenseamento da Habitação*. Lisboa: Imprensa Nacional, 2012.
- INE, *Estatísticas Demográficas 2000: População e condições sociais*. Lisboa: Imprensa Nacional, 2002.
- W. Liao, R. Heijungs, and G. Huppes, "Thermodynamic analysis of human-environment systems: A review focused on industrial ecology," *Ecological Modelling*, vol. 228, pp. 76–88, 2012.
- A. L. Mabogunje, "Systems Approach to a Theory of Rural-Urban Migration," *Geographical Analysis*, vol. 2, no. 1, pp. 1–18, 2010.
- G. Nicoletti, N. Arcuri, R. Bruno, and G. Nicoletti, "On the Generalized Concept of Entropy for Physical, Extraphysical and Chemical Processes," *International Journal of Heat and Technology*, vol. 34, no. Special Issue 1, pp. S21–S28, 2016.
- T. Ouyang et al, "A new assessment method for urbanization environmental impact: urban environment entropy model and its application," *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 146, pp. 433–439, 2008.
- J. Pinto Peixoto and F. Carvalho Rodrigues, *Sistemas, Entropia, Coesão*. Lisboa: Discórdia, 1991.

- B. Purvis, Y. Mao, and D. Robinson, "Entropy and its Application to Urban Systems," *Entropy*, vol. 21, pp. 21–56, 2019.
- F. F. Robb, "On the Application of the Theory of Emergence and of the Law of Maximum Entropy Production to Social Processes," *Systems Practice*, vol. 3, no. 4, pp. 389–402, 1990.
- S. Salat and L. Bourdic, "Power Laws for Energy Efficient and Resilient Cities," *Procedia Engineering*, vol. 21, pp. 1193–1198, 2011.
- L. Thims, "Econoengineering and Economic Behavior: Particle, Atom, Molecule, or Agent Models?," *Econophysics, Sociophysics and other Multidisciplinary Sciences Journal*, vol. 3, 1–30, 2013.
- Wang Xuan, Su Jieqiong, Shan Shan, and Zhang Yan, "Urban Ecological Regulation based on Information Entropy at the Town Scale: A case study on Tongzhou district, Beijing City," *Procedia Environmental Sciences*, vol. 13, pp. 1155–1164, 2012.
- R. E. Wyllys, "Empirical and theoretical bases of Zipf's law," *Library Trends*, 30, no. 1, 53–64, 1981.
- L. You and S. Wood, "An entropy approach to spacial disaggregation of agricultural production," *Agricultural Systems*, vol. 90, pp. 329–347, 2006.
- Y. Zhang, Z. Yang, and W. Li, "Analyses of urban ecosystem based on information entropy," *Ecological Modelling*, vol. 197, no. 1–2, pp. 1–12, 2006.
- G. K. Zipf, *Human Behavior and The Principle of Least Effort: An introduction to human ecology*. Cambridge, MA: Addison-Wesley Press, 1949.
- B. Condessa, *Sistema Urbano*. Aulas 23 e 24 de Planeamento Regional e Urbano. Lisboa: Instituto Superior Técnico/Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura. [Online]. Available: http://www.civil.ist.utl.pt/~joanaca/prucivil_2006_2007/aulas/Aulas23_24.pdf