

7

Referências Bibliográficas

ACOCELLA, A.; TURRINI, D. **Formation, appearance and characterization of travertine: in Sienese travertine.** Alinea, Florence, 2010, 303p. Disponível em: <http://issuu.com/materialdesign/docs/travertino_tutto_doppiemag/9>. Acesso em: 17 jan. 2014.

ADAMS, A. E.; MACKENZIE, W. S.; GUILFORD, C. **Atlas of Sementary rock under the microscope.** 1.ed. Great Britain: ELBS, 1988, 108 p.

AHR, W. M.; ALLEN, D.; BOYD A.; BACHMAN, H. N.; CLERKE, E. A.; SMITHSON, T.; GZARA, K.; HASSALL, J.; MURTY, C.; ZUBARI, H.; RAMAMOORTHY, R. Confronting the carbonate conundrum. **Schlumberger Oil field Rev.** p. 18 – 29, 2005.

AHR, W. M. **Geology of Carbonate Reservoirs: the identification, description, and characterization of hydrocarbon reservoirs in carbonate rocks.** New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2008. 277p.

AKBAR, M.; ALGHAMDI, H.; ALLEN, D.; CARNEGIE, A.; DUTTA, D.; OLESEN, J. R.; CHOURASIYA, R. D.; LOGAN, D.; STIEF, D.; NETHERWOOD, R.; RUSSEL, S. D.; SAXEMA, M. Evaluation of carbonate reservoirs. **Oilfield Review**, p. 20 - 43, 2001.

AL-KHARUSI, A. S. Z. **Pore-scale characterization of rocks carbonates.** London, 2007. 275p. thesis of doctor of philosophy - Imperial College London, Department of earth science and engineering.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D2938-95** - Standard Practices for Preparing Rock Core as Cylindrical Test Specimens and Verifying Conformance to Dimensional and Shape Tolerances. United States, West Conshohocken, Pennsylvania, 2002.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D4543-08** - Standard Practices for Preparing Rock Core as Cylindrical Test Specimens and Verifying Conformance to Dimensional and Shape Tolerances. United States, West Conshohocken, Pennsylvania, 2008.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **D7012-13**, Standard Test Methods for Compressive Strength and Elastic Moduli of Intact Rock Core Specimens under Varying States of Stress and Temperatures. United States, West Conshohocken, Pennsylvania, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12766** – Rochas para Revestimento - Determinação da massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água aparente. Rio de Janeiro, 1992.

AZEVEDO, F. S. **Estudo experimental da influência de tensões na permeabilidade de rochas produtoras de petróleo.** Rio de Janeiro, 2005. 145p. Dissertação de mestrado - Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro.

AZEVEDO, I. C. D.; MARQUES, E. A. G. **Introdução à Mecânica das Rochas.** 1.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 363p.

BENAVENTE, D.; LAPEÑA, F. J.; MARTÍNEZ, J. M.; CUETO, N.; GARCÍA-DEL-CURA, M. Á. Influencia de la petrografía en las propiedades petrofísicas y de durabilidad del Travertino Clásico. Valoración de su anisotropía. **Geogaceta**, v.46, p. 147- 150, 2009.

BERRYMAN, J. G.; WANG, H. F. Elastic wave propagation and attenuation in a double-porosity dual-permeability medium. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences**, v. 37, p. 63-78, 2000.

BERNABÉ, Y.; MOK, U.; EVANS, V. Permeability – porosity Relationships in Rock Subjected to Various Evolution Processes. **Pure and Applied Geophysics**, v.160, p. 937 – 960, 2003.

BIENIAWSKI, Z. T.; BERNEDE, M.J.. Suggested Method for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts**, v. 16, n. 2, p. 135-140, 1979.

CERULEO, P. **L'ecosistema Preistorico Della Regione, Delle Acque Albule E Della Bassa Valle Dell'aniene.** p. 34-57, 2005.

CHAFETZ, H. S.; FOLK, R. L. Travertines: depositional morphology and the bacterially constructed constituents. **Journal of Sedimentology Petrology**, v. 54, p. 289– 316, 1984.

CHIODINI, G.; TASSI, F.; CALIRO, S.; CHIARABBA, C.; VASELLI, O.; ROUWET, D. Time-dependent CO₂ variations in Lake Albano associated with seismic activity. **Volcanology** v. 74, p. 861–871, 2012.

CHOQUETTE, P. W.; PRAY, L. C. Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates, 1970: in **A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis.** AAPG Memoir 77, p. 294-302, 2003.

ÇOBANOĞLU, İ.; ÇELİK, S. B. Determination of strength parameters and quality assessment of Denizli travertines (SW Turkey). **Engineering Geology**, v. 129-130, p. 38–47, 2012.

DANA, J. D.; HURLBUT C. S. **Manual de Mineralogia**, 2.ed. Mexico: Reverté, 1960, 578p.

DAS, B. M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica.** Tradução EZ2Translate. 7.ed. São Paulo: Cengage learning, 2011. p. 331-385.

DEERE, D. U.; MILLER, R. P. **Engineering Classification and Index Properties for Intact Rock.** Air Force Weapons Lab., Kirtland Air Force Base, New Mexico, 1966.

DOMINGUES, D. L. P. **Caracterização geológica e geomecânica de travertinos**. Rio de Janeiro, 2011. 315p. Dissertação de mestrado - Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro.

DUNHAM, R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W. E. (Ed.). **Classification of carbonate rocks**. American Association of Petroleum Geology Memoir 1, 1962. p. 108–121.

EMBRY, A. F.; KLOVAN, J. E. A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, N.W.T. **Bulletin of Canadian Petroleum Geologists**, vol. 19, p. 730-781, 1971.

ERDOĞAN, Y. Engineering properties of Turkish travertines, *Scientific Research and Essays*, v. 6(21), p. 4551-4566, 30 Set. 2011.

FACCENNA, C.; FUNICIELLO, R.; BRUNI, A.; MATTEI, M.; SAGNOTTI, L. Evolution of a transfer related basin: the Ardea basin (Latium, Central Italy). **Basin Research**, v. 5, p. 1–11, 1994.

FACCENNA, C.; SOLIGO, M.; BILLI, A.; FILIPPIS, L.; FUNICIELLO, R.; ROSSETTI, C.; TUCCIMEI, P. Late Pleistocene depositional cycles of the Lapis Tiburtinus travertine (Tivoli, Central Italy): Possible influence of climate and fault activity. **Global and Planetary Change**, v. 63, p. 299–308, 2008.

FAIRHURST, C. E.; HUDSON, J. A. Suggested Method for the Complete Stress-Strain Curve for Intact Rock in Uniaxial Compression. **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences**, v. 36, n. 3, p. 297-289, 1999.

FERREIRA, T. Análise das incertezas da quantificação de fase pelo método de Rietveld em análise de pó por difração de raios X, Rio de Janeiro, 2005. p. 26-48 Dissertação de doutorado - Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro.

FILIPPIS, L. ANZALONE, E.; BILLI, A.; FACCENNA, C.; PONCIA, P. P.; SELLA, P. The origin and growth of a recently-active fissure ridge travertine over a seismic fault, Tivoli, Italy. **Geomorphology**. v. 195, p. 13–26, 2013a.

FILIPPIS, L.; ROSSETTI, C.; BILLI, A.; FACCENNA, C. Uomo, georisorse e faglie nel Bacino delle Acque Albule, Italia centrale. **Società Geologica Italiana**, v. 27, p. 86-97, 2013b.

FOLK, R. L. Practical petrographic classification of limestones. **American Association Petroleum Geology Bulletin**, v. 43, p.1– 38, 1959.

FOLK, R. L. Spectral Subdivision of Limestone Types. **Symposium American Association Petroleum Geologists memoir**, 1962, p. 62-84.

FORD, T.D.; PEDLEY, H. M. A review of tufa and travertine deposits of the world. **Earth-Science Reviews**, v. 41, p. 117-175, 1996.

FOSSEN H. **Structural Geology**, 1.ed. New York: Cambridge University Press, 2010. 480p.

FRANKLIN J. A. Suggested Methods for Determining the Strength of Rock Materials in Triaxial Compression: Revised Version. **International journal of rock mechanics and mining Sciences and Geomechanics**, v. 20, n. 6, p. 285–290, 1983.

FRANKLIN, J. A.; VOGLER, U. W.; SZLAVIN, J.; EDMOND, J. M.; BIENIAWSKI, Z.T. Suggested methods for determining water content, porosity, density, absorption and related properties and swelling and slake-durability index properties: in **The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974-2006**. 2007. p. 83-98.

GARCÍA-DEL-CURA, M. Á.; BENAVENTE, D.; MARTÍNEZ, J.; CUETO, N. Sedimentary structures and physical properties of travertine and carbonate tufa building stone. **Construction and Building Materials**, v. 28, p. 456–467, 2012.

GASPARINI C.; DI MARO, R.; PAGLIUCA, N. M.; PIRRO, M.; MARCHETTI, A. Recent seismicity of the Acque Albule travertine basin. **Annals of Geophysics**, v. 45, N. 3/4, p. 537 – 550, 2002.

GOODMAN, R. E. **Introduction to Rock Mechanics**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1989, 562p.

GUO L.; RIDING R. Hot-spring travertine facies and sequences, Late Pleistocene, Rapolano Terme, Italy. **Sedimentology**. v. 45, p. 163 – 180, 1998.

HANDY, M. R.; Schmid, S. M.; Bousque, R.; Kissling, E.; Bernoulli, D. Reconciling plate-tectonic reconstructions of Alpine Tethys with the geological–geophysical record of spreading and subduction in the Alps. **Earth-Science**, v. 102, p. 121–158, 2010.

IBAÑEZ, J. P. **Modelagem constitutiva para solos com ênfase em solos não saturados**. Rio de Janeiro, 2003. 241p. Dissertação de mestrado - Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro.

JAEGER J.G.; COOK N. G. W.; ZIMMERMAN R.W. **Fundamentals of Rock Mechanics**. 4.ed. USA: Blackwell, 2007. 475p.

KIM M.K.; LADE P.V. Modelling Rock Strength in Three Dimensions. **Journal Rock Mechanics Mining. Sciences. & Geomechanics**. v. 21, n. 1, p. 21-33, 1984.

KNACKSTEDT, M. A.; ARN C, H.; GHOUS, A.; SAKELLARIOU, A.; SENDEN, T. J.; SHEPPARD, A. P.; SOK, R.M.; NGUYEN, V.; PINCZEWSKI, W. V. **3D imaging and characterization of the pore space of carbonate core; implications to single and two phase flow properties**. SPWLA 47th Annual Logging Symposium, June 4-7, 2006, 15p.

LUCIA, F.J. **Carbonate Reservoir Characterization**. Germany: Springer, 1999. p. 24-32.

LUCIA, F.J. Petrophysical parameters estimated from visual descriptions of carbonate rocks: a field classification of carbonate pore space. **Journal of Petroleum Technology**, p. 629 – 637, 1983.

MINISSALE, A.; KERRICK, D.M.; MAGRO, G.; MURRELL, M.T.; PALADINI, M.; RIHS, S.; STURCHIO, N.C.; TASSI, F.; VASELLI O. Geochemistry of Quaternary travertines in the region north of Rome (Italy): structural, hydrologic, and paleoclimatic implications. **Earth Planet. Sci. Lett.**, v. 203, p.709–728, 2002.

PALCHIK, V. Technical note: On the Ratios between Elastic Modulus and Uniaxial Compressive Strength of Heterogeneous Carbonate Rocks. **Rock. Mech. Rock. Eng.** Springer, v. 44, p. 121 – 128, 2011.

PENTECOST, A. **Travertine**. 1.ed. Netherlands: Springer, 2005. 445p.

PENTECOST, A.; VILES H. A Review and Reassessment of Travertine Classification. **Géographie physique et Quaternaire**, v. 48, n. 3, p. 305-314, 1994.

PETUNIN V.V.; YIN X.; TUTUNCU A.N. Porosity and Permeability Changes in Sandstone and Carbonates Under Stress and their Correlation to Rock Texture. **Society of Petroleum Engineers**, p. 1-14, 2011.

PIMENTEL, E. M. **Influência da variação da permeabilidade na estabilidade de poços de petróleo**. Rio de Janeiro, 2002. 115p. Dissertação de mestrado - Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro.

QAJAR J.; FRANCOIS N.; ARNS C. H. Microtomographic characterization of dissolution-induced local porosity changes including fines migration in carbonate rock. **Society of Petroleum Engineers**, p. 545 - 562, 2013.

RODRÍGUEZ, F. J. A. **La porosidad de las rocas carbonatadas**, Departamento de Geología da Universidade de Oviedo, 2006. Disponível em: <www.oilproduction.net/cms/files/11%20PorosCaliza06.pdf> Acesso em: 31 jan. 2014

REVECO, L. A. **Introducción a la descripción de Rocas Sedimentarias**. Departamento de Geología da Universidade de Chile, 2005. Disponível em: <http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/mine_mod23.pdf> Acesso em: 18 abr. 2014.

RIDING, R. Structure and composition of organic reefs and carbonate mud mounds: concepts and categories. **Earth-Science Reviews**, v. 58, p.163-231, 2002.

SCHOLLE, P. A.; ULMER-SCHOLLE, D. S. **A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures, Porosity, Diagenesis**. Tulsa: AAPG Memoir 77, 2003.

SCHLUMBERGER. **Yacimientos carbonatados: enfrentando sus desafíos singulares para maximizar la recuperación**. 16p. 2008.

SCHLUMBERGER. **Annual report**, p.13, 2009.

SCAPIN, M. A. **Aplicação da difração e fluorescência de raios-X: ensaios em argilominerais**. Rio de Janeiro, 2011. 315p. Dissertação de mestrado - Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro.

SMITS A.M.M.; DE WASL J.A.; VAN KOOTEN J.F.C. Prediction of Abrupt Reservoir Compaction and Surface Subsidence Caused By Pore Collapse in Carbonates. **Society of Petroleum Engineers**, p. 340-346, 1986.

SOARES, A. C. **Estudo experimental para definição de colapso de poros em rochas carbonáticas**. São Paulo, 2003. 80p. Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo.

TERRA, G. J. S.; SPADINI, A.; FRANÇA, A.; SOMBRA, C.; ZAMBONATO, E.; JUSCHAKS, L. C.; ARIENTI, L.; ERTHAL, M.; BLAUTH, M.; FRANCO, M. Classificação de rochas carbonáticas aplicável às bacias sedimentares brasileiras, **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 9-29, maio 2010.

TÖRÖK, Á.; VÁSÁRHELYI, B. The influence of fabric and water content on selected rock mechanical parameters of travertine, examples from Hungary. **Engineering Geology**, v. 115, p. 237–245, 2010.

TÖRÖK, Á.; Influence of fabric on the physical properties of limestone, in: **Fracture and failure of natural building stone**. Springer, Dordrecht. 2006 p. 487–495

TUCKER, M. E.; WRIGHT, V. P. **Carbonate Sedimentology**. 1.ed. London: Blackwell, 1990. 482p.

VÁSÁRHELYI, B. Statistical analysis of the influence of water content on the strength of the Miocene limestone. **Rock Mechanic - Rock Engineering**, v. 38, p. 69–76, 2005.

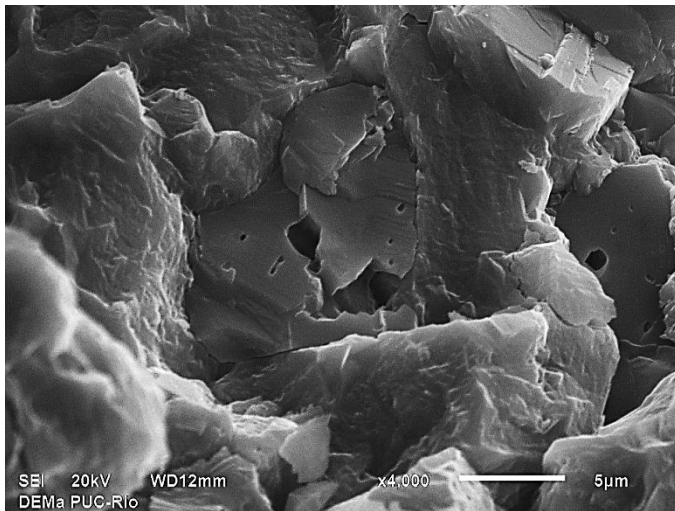
WAWERSIK W.R. **Detailed analysis of rock failure in laboratory compression tests**. Minnesota, 1968, 165p. thesis of doctor of philosophy - University of Minnesota.

YALE, D. P.; CRAWFORD, B. Plasticity and Permeability in Carbonates: Dependence on Stress Path and Porosity. **Society of Petroleum Engineers and International Society of Rock Mechanics**, Eurock 98, Trondheim, Norway. July 1998. p. 485-494.

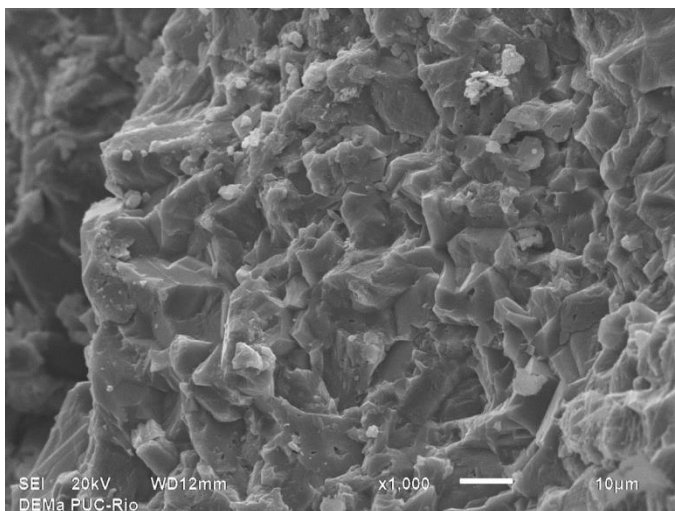
Apêndice I

Imagens da Microscopia eletrônica de Varredura

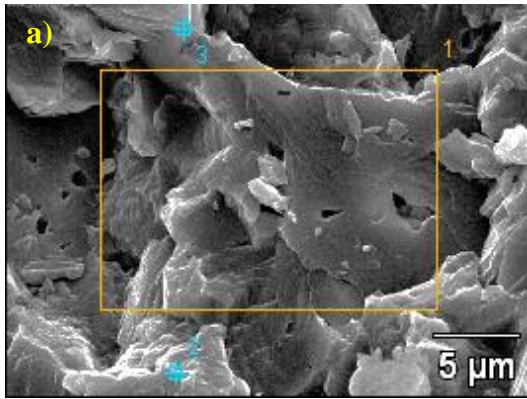
Neste apêndice são apresentadas as imagens geradas através do microscópio eletrônico de varredura (MEV) com o maior aumento registrado nas amostras de mão, mostrando um maior detalhe dos componentes do travertino romano. São também apresentados espectros do EDS mostrando a pouca presença de magnésio.



(a) Imagem no MEV mostrando o travertino.com um aumento de x4000, (b) Espectro da análise do EDS na área vermelha, mostrando só componentes do carbonato de cálcio.

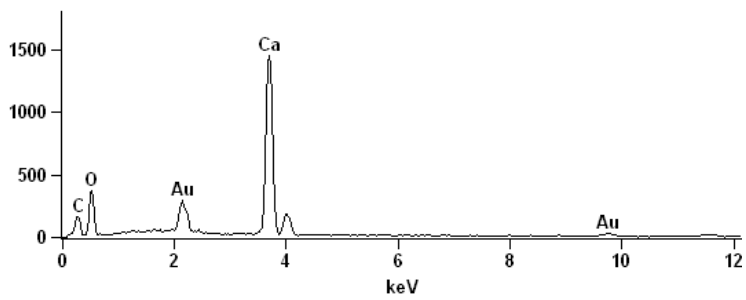


Calcita microcristalina ou micrita vista através do MEV com um aumento de x1000.

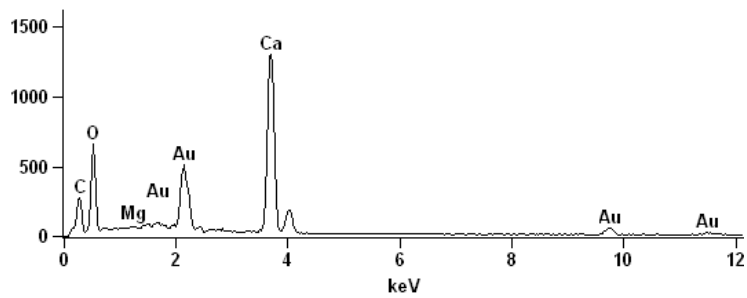


b)

Ponto 1 e 3



Ponto 2

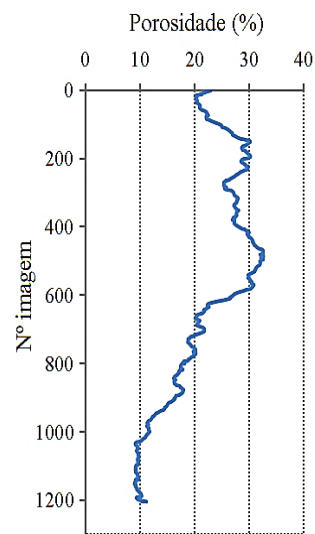
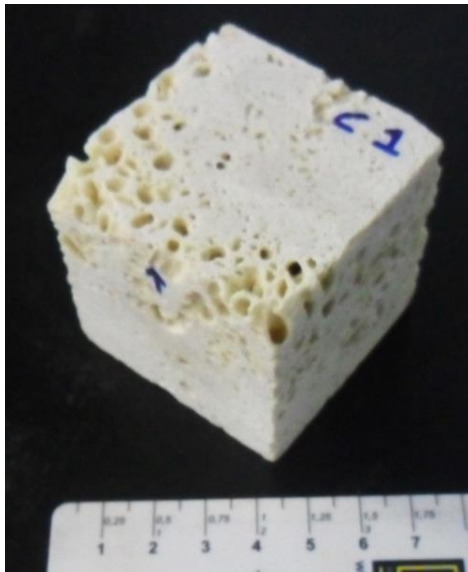


(a) Imagem da amostra analisada no MEV com aumento de 4000x. (b) Espectro do EDS mostrando a composição elementar do travertino. No ponto 2 foi determinada a presença de Mg com uma intensidade muito baixa.

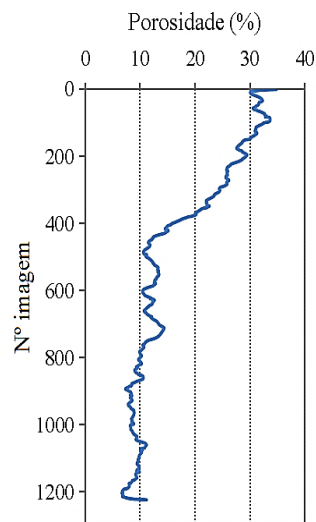
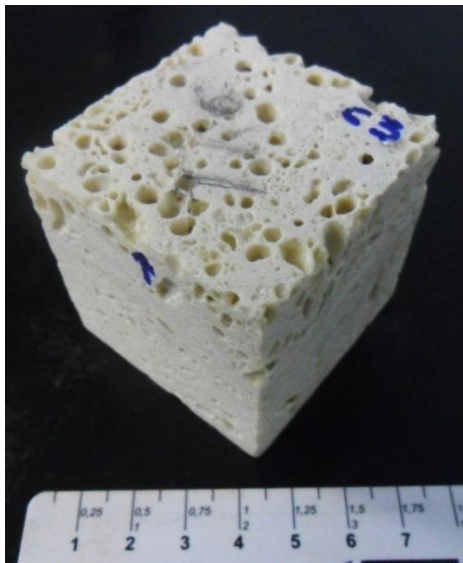
Apêndice II

Imagens 3D do Micro CT e Perfis da Porosidade

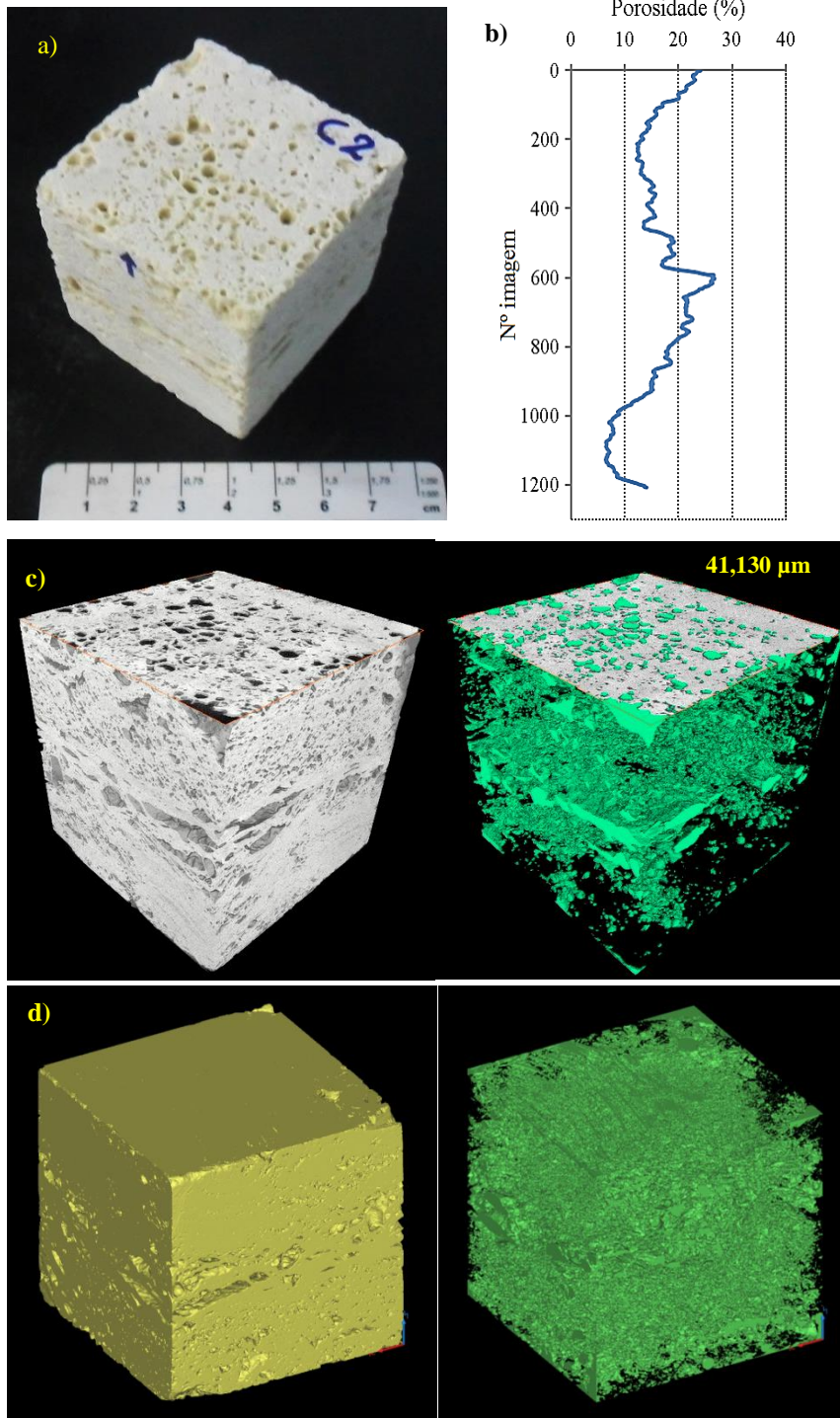
A seguir são apresentadas as imagens 3D, geradas pelos programas Avizo Fire 8.0 e Mimics 16.0, e os perfis gerados pelo programa Image J.



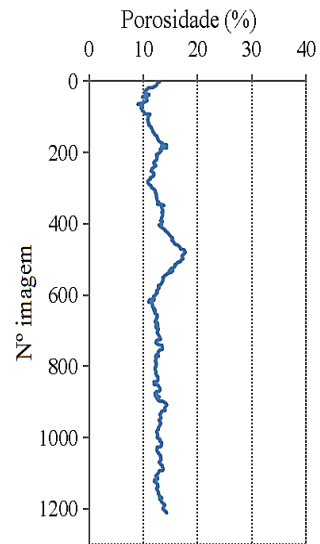
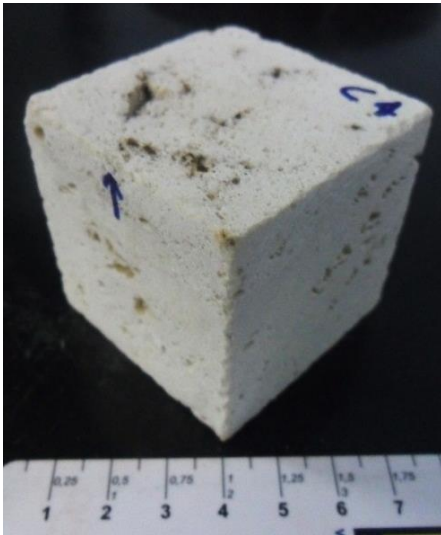
Corpo de prova C1 e seu perfil da porosidade.



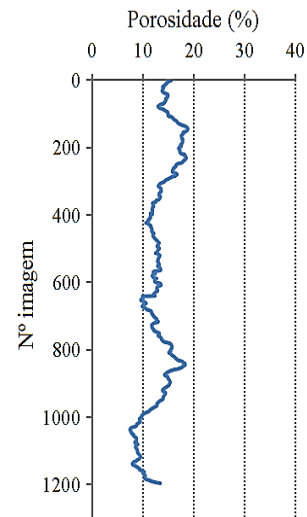
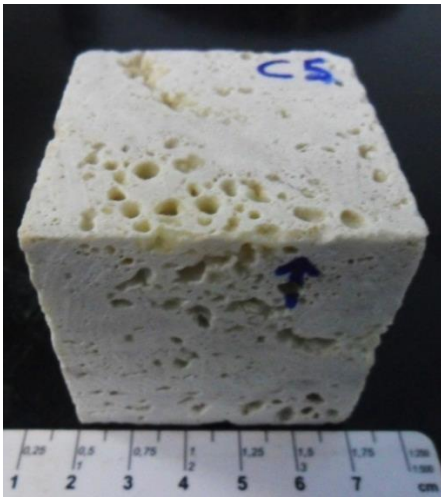
Corpo de prova C3 e seu perfil da porosidade.



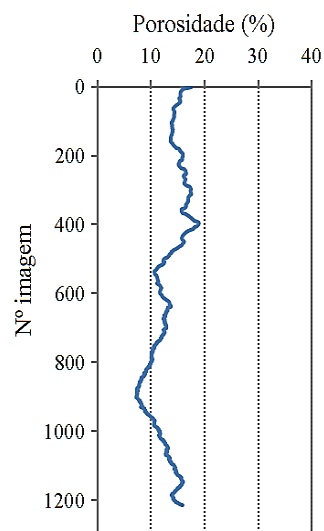
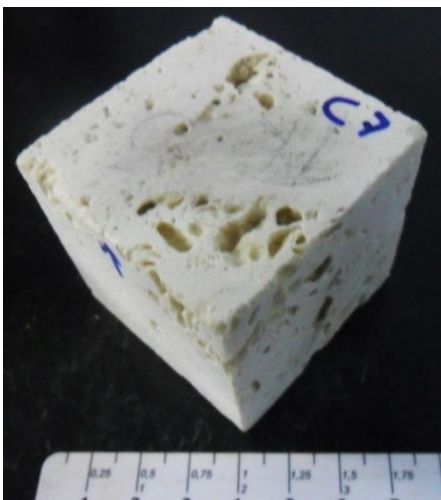
(a) Corpo de prova C2 , (b) perfil da porosidade, Imagens 3D do sólido e estrutura porosa reconstituídas no Avizo fire 8.0 (c) e Mimics 16.0 (d), resolução de escaneio de 41,13 μm .



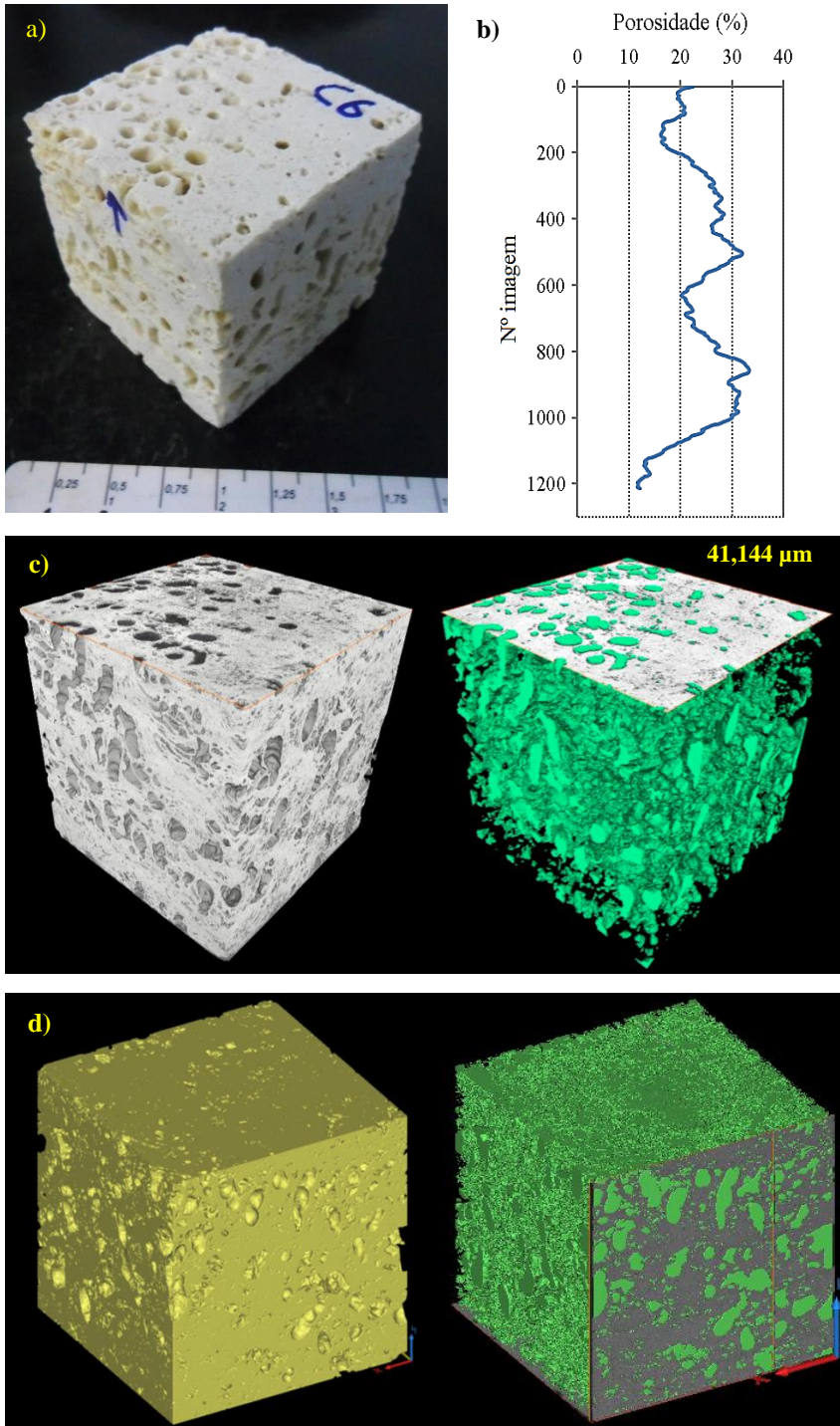
Corpo de prova C4 e seu perfil da porosidade.



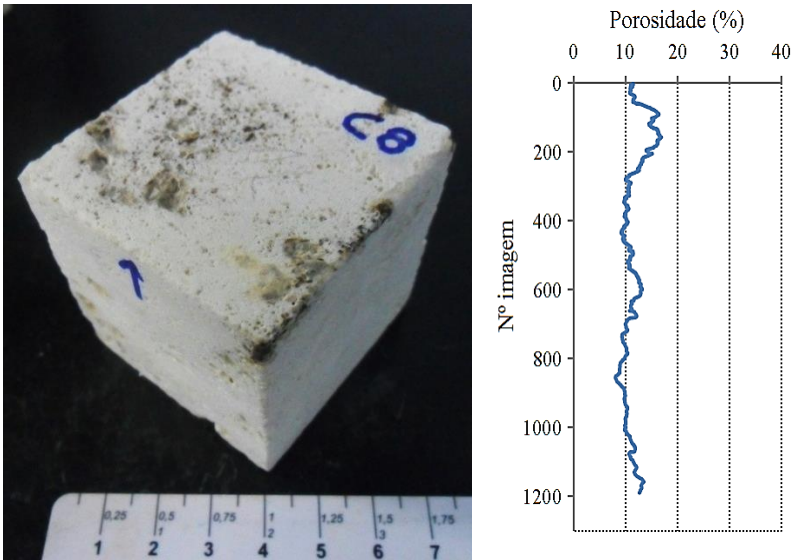
Corpo de prova C5 e seu perfil da porosidade.



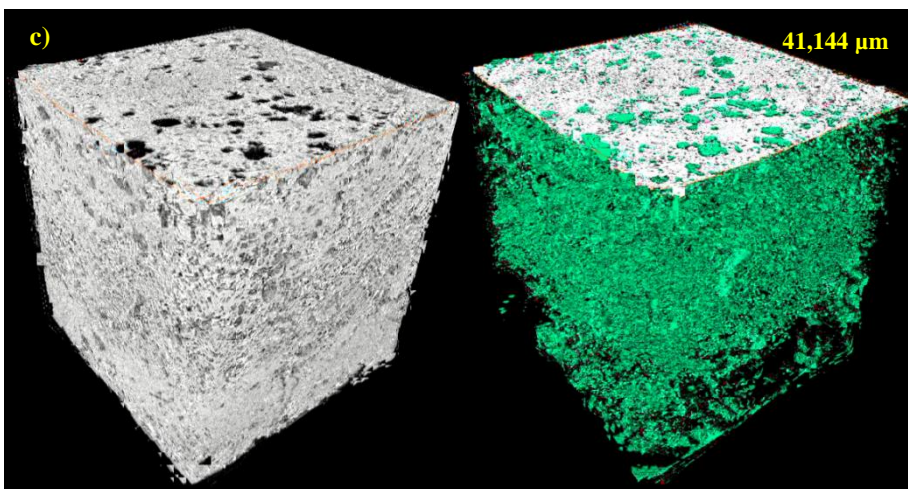
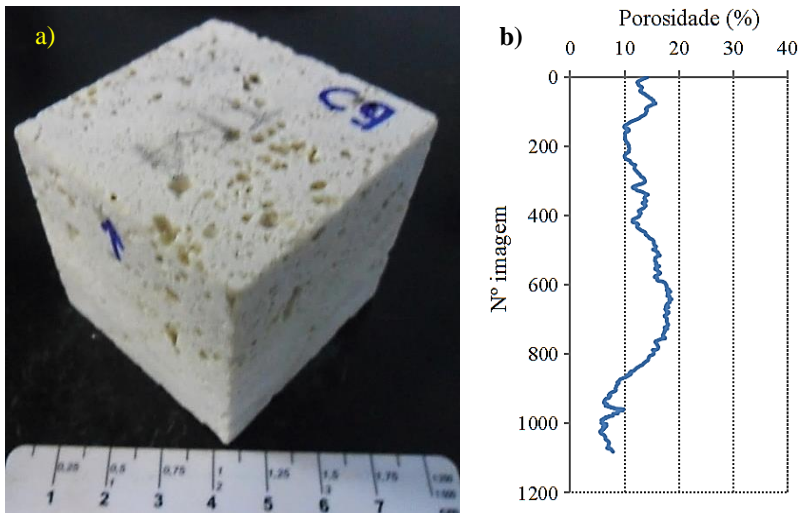
Corpo de prova C7 e seu perfil da porosidade.



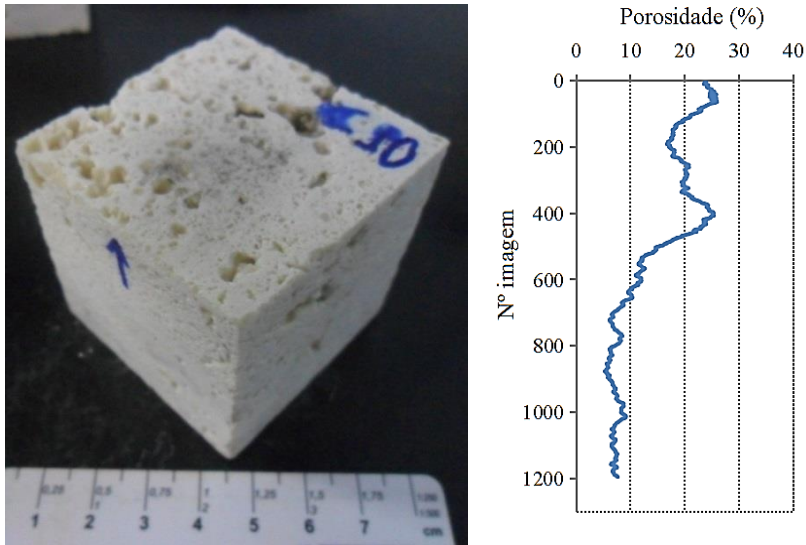
(a) Corpo de prova C6 , (b) perfil da porosidade, Imagens 3D do sólido e estrutura porosa reconstituídas no Avizo fire 8.0 (c) e Mimics 16.0 (d), resolução de escaneio de 41,144 μm .



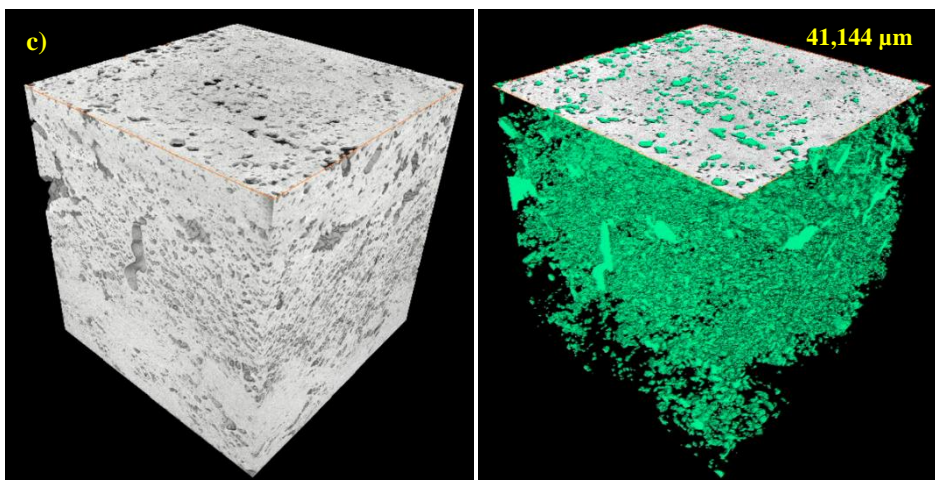
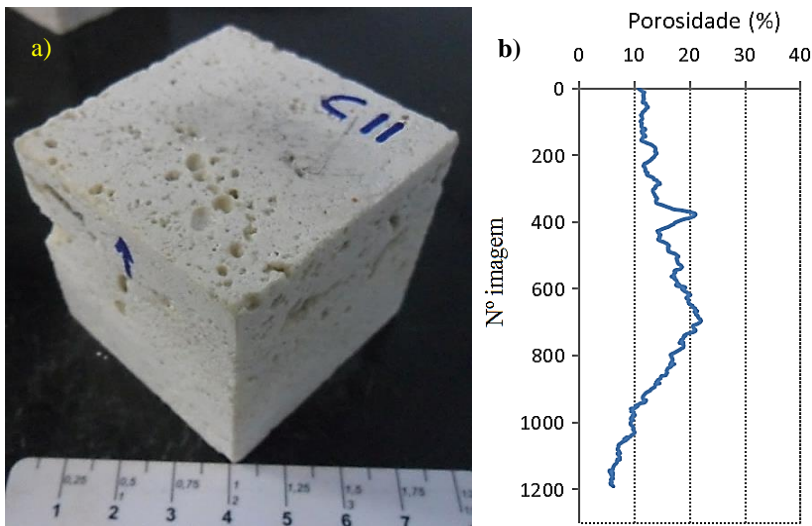
Corpo de prova C8 e seu perfil da porosidade.



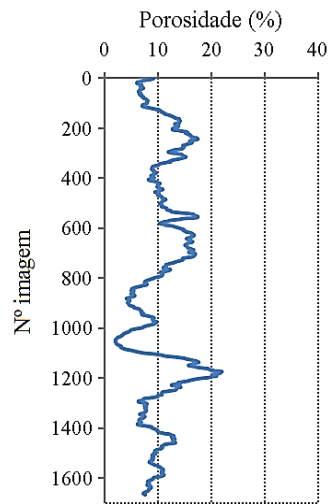
(a) Corpo de prova C9, (b) perfil da porosidade, (c) Imagem 3D do sólido e estrutura porosa reconstituídas no Avizo fire 8.0, resolução de escaneio de 41,144 μm.



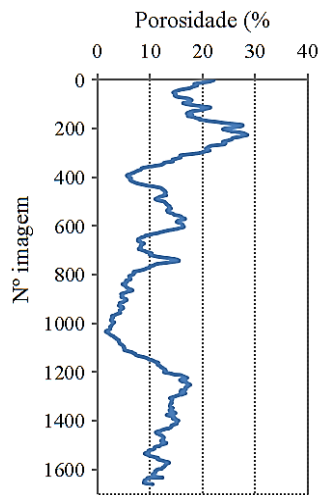
Corpo de prova C10 e seu perfil da porosidade.



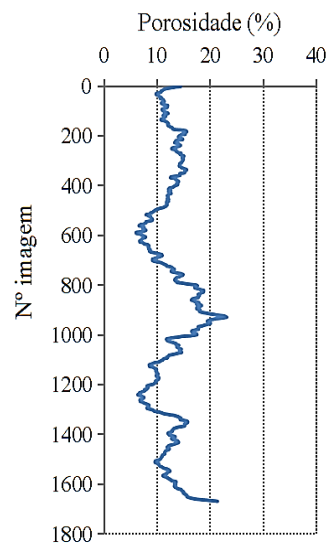
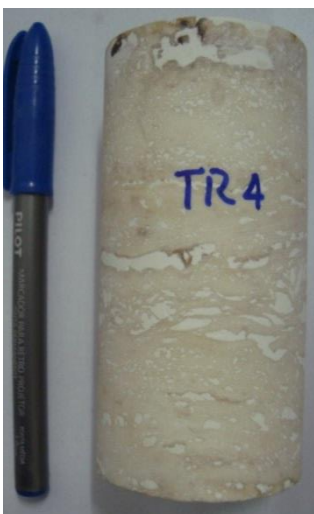
(a) Corpo de prova C11, (b) perfil da porosidade, (c) Imagem 3D do sólido e estrutura porosa reconstituídas no Avizo fire 8.0, resolução de escaneio de 41,144 μm.



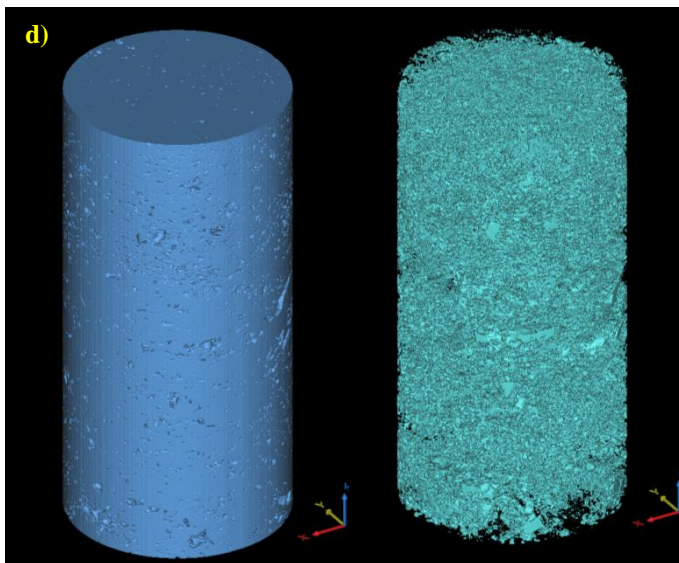
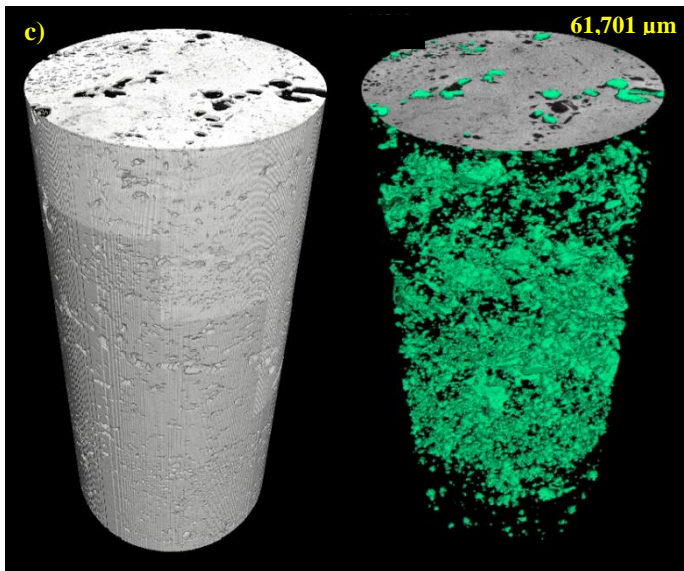
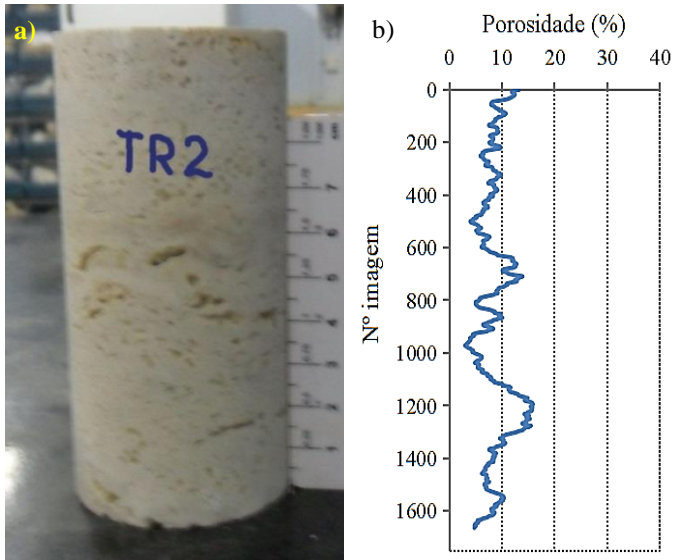
Corpo de prova TR1 e seu perfil da porosidade.



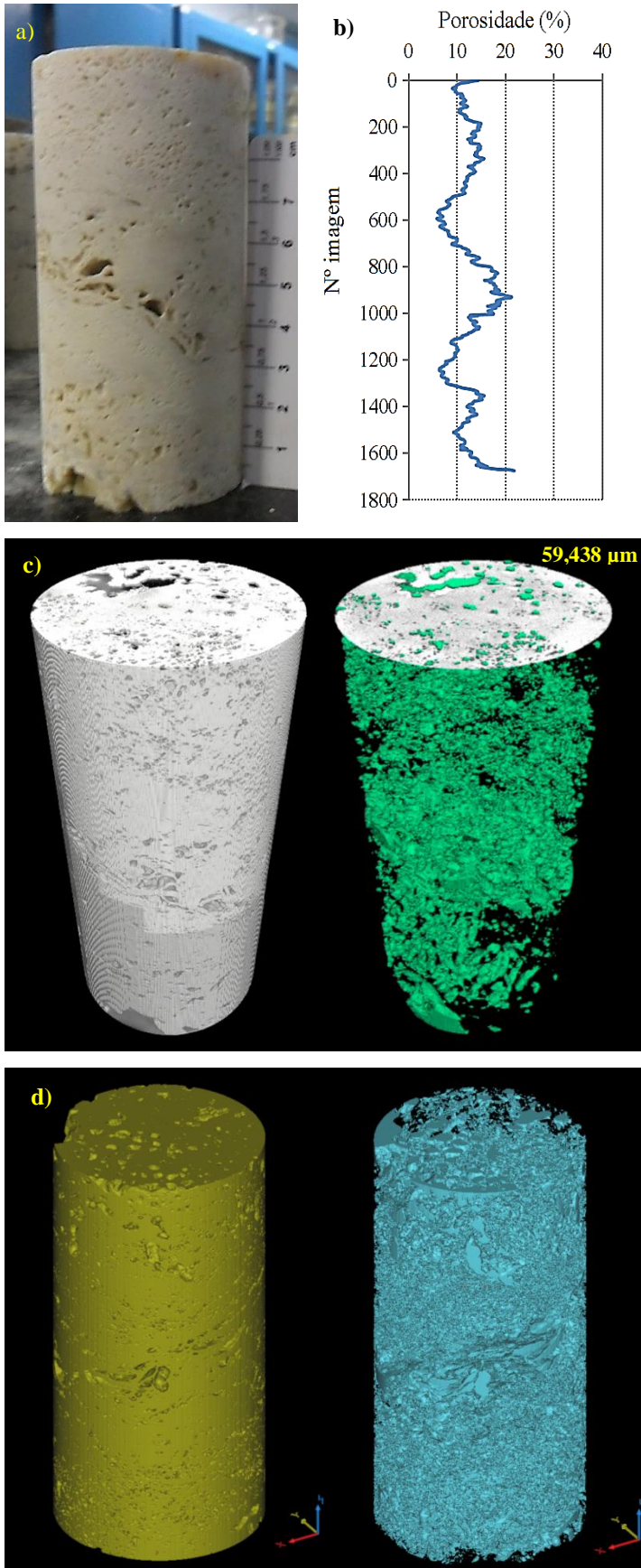
Corpo de prova TR3 e seu perfil da porosidade.



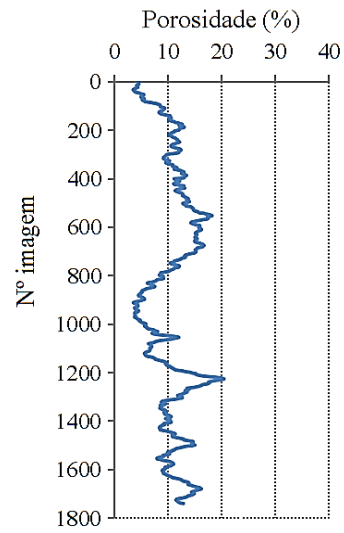
Corpo de prova TR4 e seu perfil da porosidade.



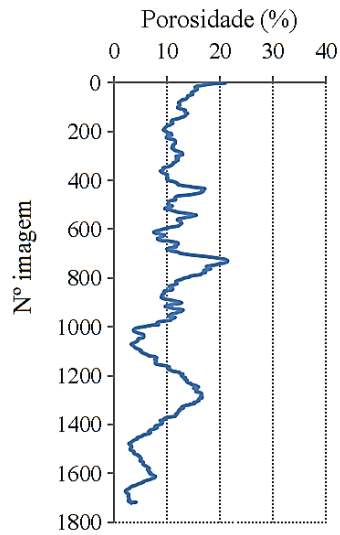
(a) Corpo de prova TR2 , (b) perfil da porosidade, Imagens 3D do sólido e estrutura porosa reconstituídas no Avizo fire 8.0 (c) e Mimics 16.0 (d), resolução de escaneio de 61,701 µm.



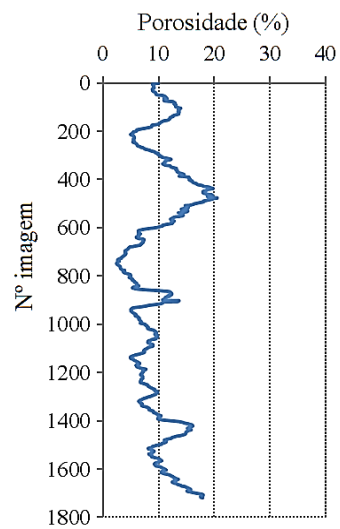
(a) Corpo de prova TR5 , (b) perfil da porosidade, Imagens 3D do sólido e estrutura porosa reconstituídas no Avizo fire 8.0 (c) e Mimics 16.0 (d), resolução de escaneio de 59,438 μm .



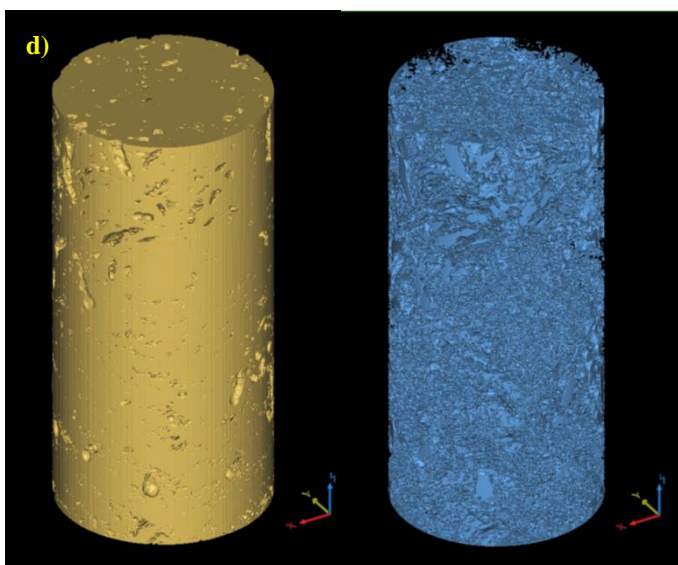
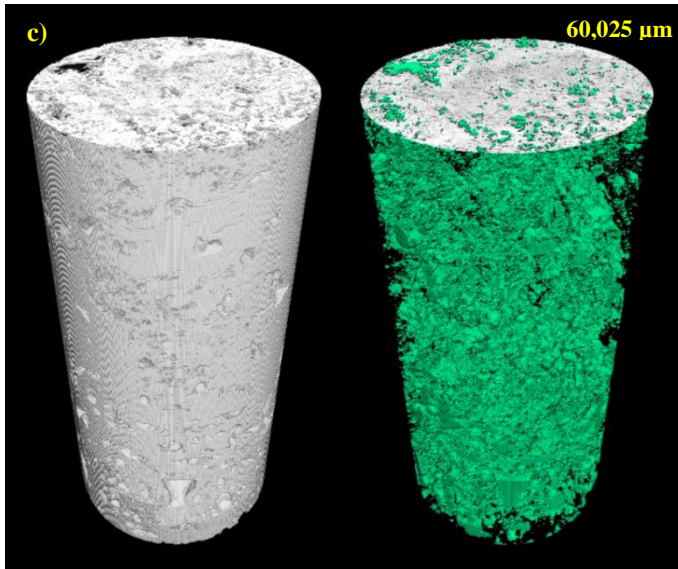
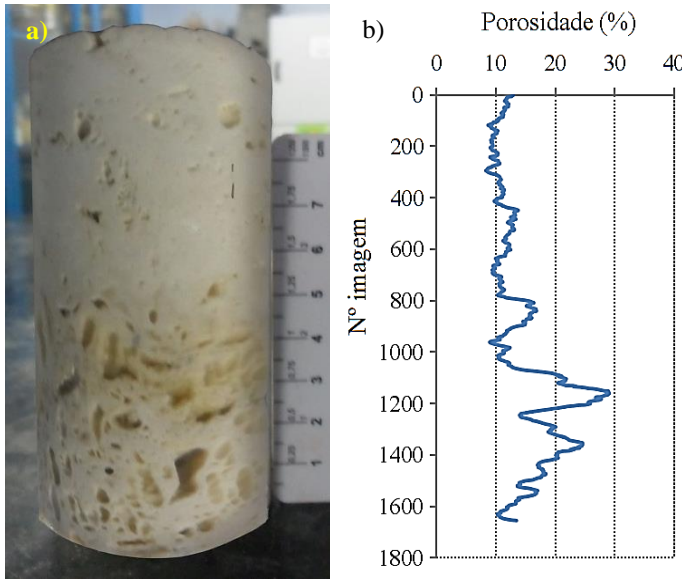
Corpo de prova TR6 e seu perfil da porosidade.



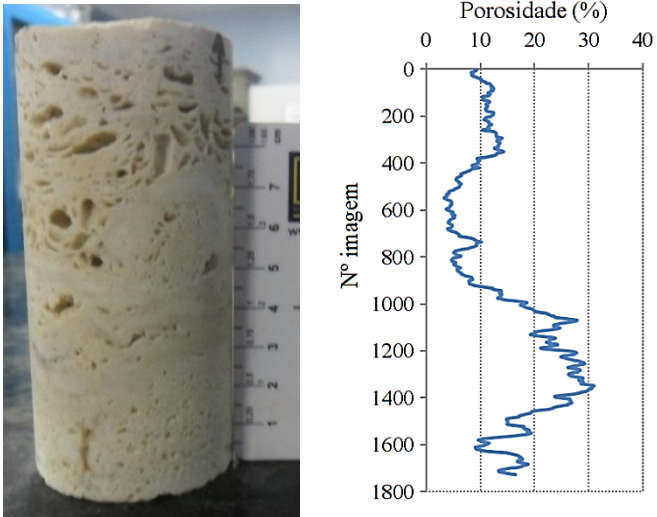
Corpo de prova TR7 e seu perfil da porosidade.



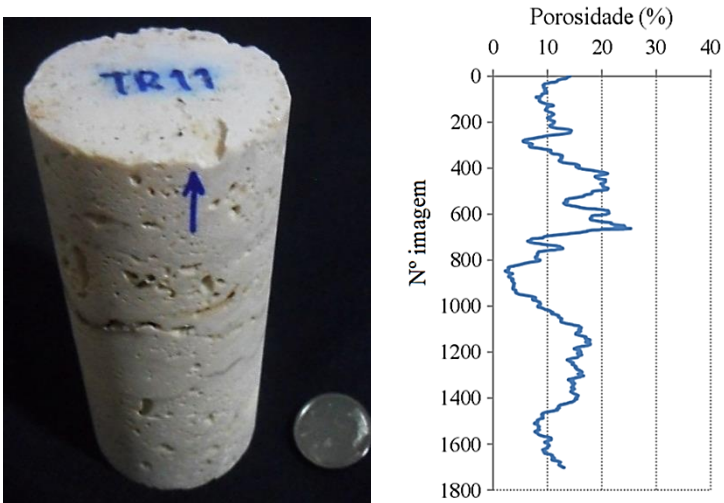
Corpo de prova TR8 e seu perfil da porosidade.



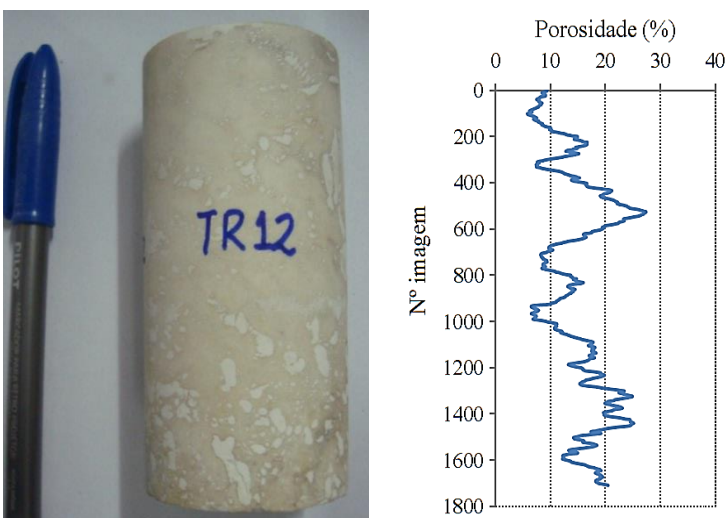
(a) Corpo de prova TR10 , (b) perfil da porosidade, Imagens 3D do sólido e estrutura porosa reconstituídas no Avizo fire 8.0 (c) e Mimics 16.0 (d), resolução de escaneio de 60,025 µm.



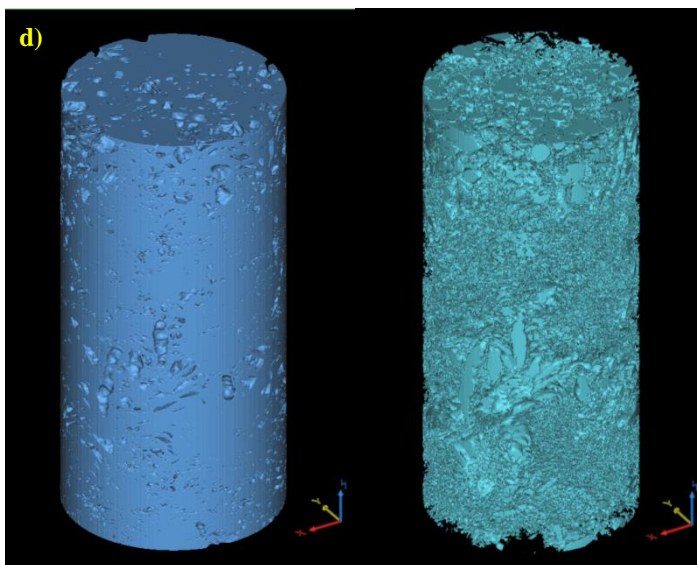
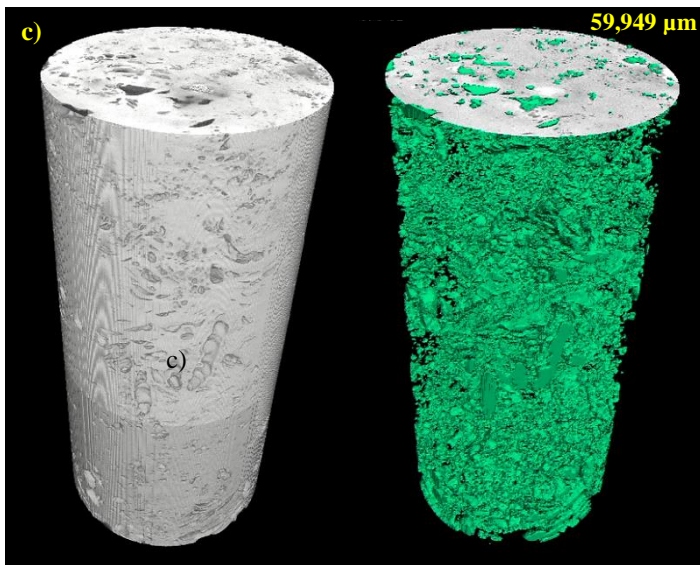
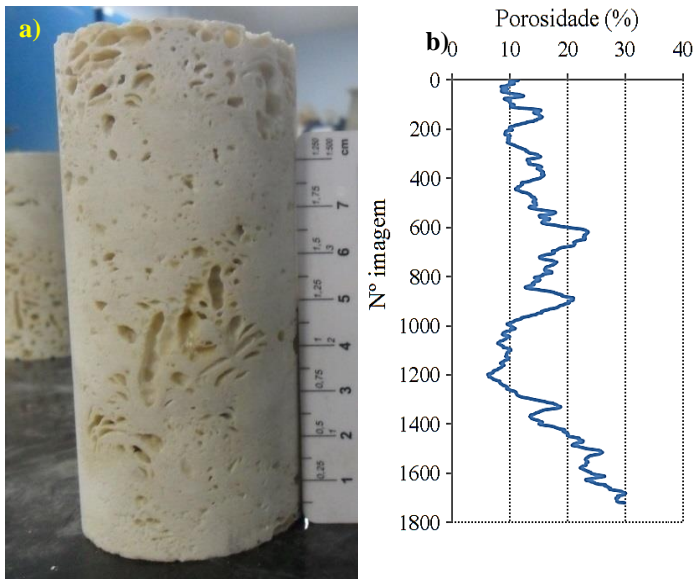
Corpo de prova TR10 e seu perfil da porosidade.



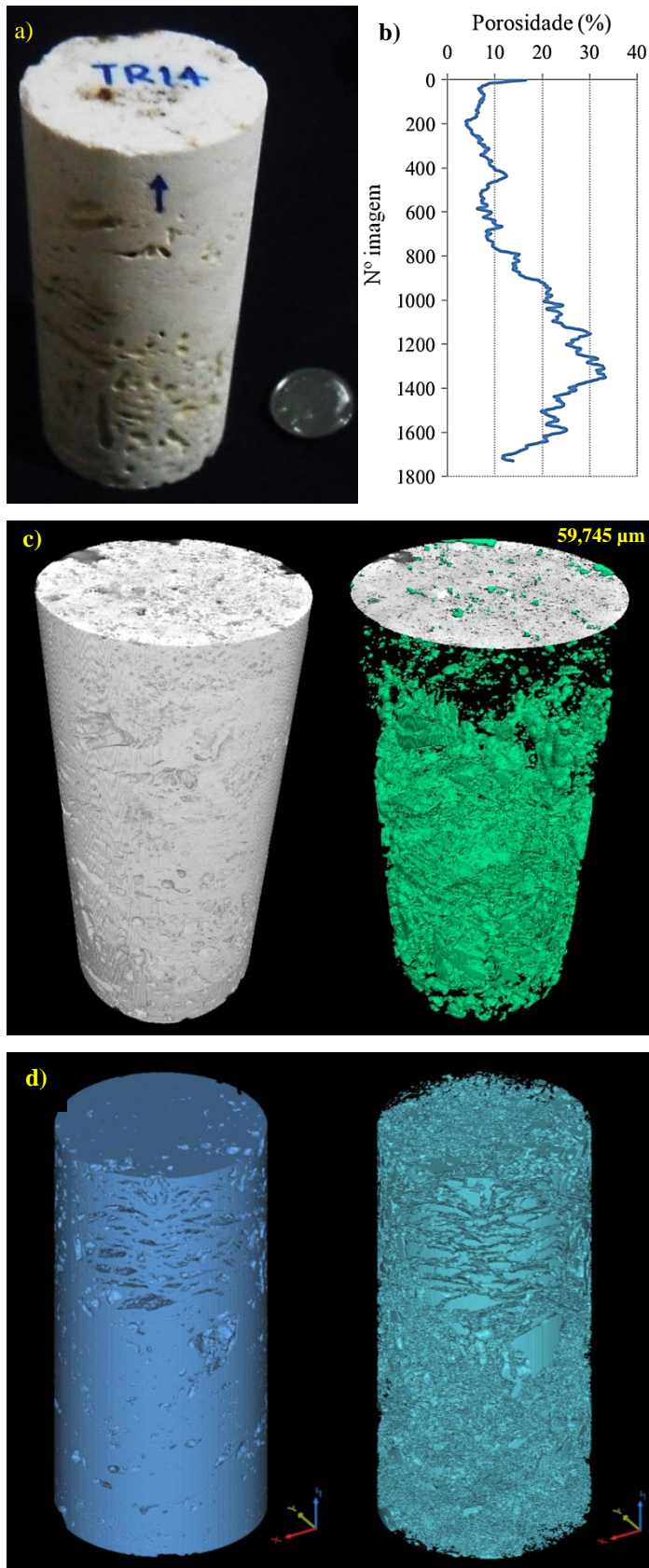
Corpo de prova TR11 e seu perfil da porosidade.



Corpo de prova TR12 e seu perfil da porosidade.



(a) Corpo de prova TR13, (b) perfil da porosidade, Imagens 3D do sólido e estrutura porosa reconstituídas no Avizo fire 8.0 (c) e Mimics 16 (d), resolução de escaneio de 59,949 µm.



(a) Corpo de prova TR14, (b) perfil da porosidade, Imagens 3D do sólido e estrutura porosa reconstruídas no Avizo fire 8.0 (c) e Mimics 16.0 (d), resolução de escaneio de 59,745 µm.

Apêndice III

Corpos de Prova Fraturados

As seguintes imagens mostram os CP fraturados nos ensaios de compressão uniaxial, mostrando diferentes tipos de fratura.



Corpo de prova TR1 com fratura cisalhante e corpo de prova TR2 com fratura do tipo fendilhamento.



Corpo de prova TR9 fraturado pela ocorrência de colapso de seus poros.



Corpo de prova TR3 com fratura do tipo fendilhamento e colapso de poros.



Corpo de prova TR13 com fratura do tipo fendilhamento e colapso de poros.

As seguintes imagens mostram os CP fraturados durante os ensaios de compressão triaxial.



Corpo de prova TR4 e TR5 fraturados pela ocorrência do colapso de seus poros.



Corpo de prova TR6 mostrando a fratura cisalhante após do ensaio triaxial.



Corpo de prova TR7 com fratura do tipo fendilhamento e TR8 com fratura cisalhante e gretas verticais características da fratura do tipo fendilhamento.



Corpo de prova TR12 mostrando o colapso de seus poros e gretas características da fratura do tipo fendilhamento.